Photovoltaik - Solarstrom

Nationale und internationale Entwicklung

Foto: KEA-BW, 2023

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

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

Letzte Aktualisierung: 19. Mai 2024

Inhalt

Ausgewählte Schlüsseldaten

Grundlagen, Technologien , Anwendungen und Randbedingungen zur Photovoltaik

Photovoltaik in Baden-Württemberg

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

Photovoltaik in Deutschland

Photovoltaik in Europa (EU-27)

Photovoltaik in der Welt

Anhang zum Foliensatz

Ausgewählte Internetportale Informationsstellen, Informationsmaterialien und Foliensätze „Erneuerbare Energien“

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

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

Quelle: WM BW aus www.wirtschaftsministerium.baden-wuerttemberg.de bis 16.08.2021

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

FO 12: Anteile erneuerbare Energien (EE) an der Energiebereitstellung nach globalen Regionen bis 2022 und Ziele 2020/30
FO 13: Ausgewählter Datenvergleich nationale und internationale Situation zur Stromversorgung mit Beiträgen EE bis 2021
FO 14: Ausgewählter Datenvergleich nationale und internationale Situation der Photovoltaik zur Stromversorgung 2021
FO 15: Entwicklung des Anteils der erneuerbaren Energien (EE) an der Energieversorgung in Baden-Württemberg 2000-2022 nach ZSW (1-3)
FO18: Entwicklung des Anteils der erneuerbaren Energien (EE) an der Energieversorgung in Baden-Württemberg 2000-2022 nach UM BW-ZSW (1,2)

Grundlagen, Technologien, Anwendungen und Randbedingungen zur Photovoltaik

FO 21: Vergleichende Daten von Sonne und Erde
FO 22: Ausgewählte Daten zur Sonne (1,2)
FO 24: Begriff und Funktion Photovoltaik bzw. Fotovoltaik
FO 25: Übersicht wesentliche Solarstromnutzung
FO 26: Prinzip netzgekoppelte Photovoltaikanlage
FO 27: Prinzip einer netzgekoppelten Photovoltaikanlage zur Hausstromversorgung
FO 28: Prinzip einer netzunabhängigen Klein-Photovoltaikanlage
FO 29: Technische Skizze Photovoltaik in Gebäuden
FO 30: Technologie Photovoltaik zur Gewinnung von Solarstrom
FO 31: Solarzellen für Photovoltaikmodule
FO 32: Definition und Herstellungsverfahren von Halbleitermaterialien aus Silizium die Produktion von Solarzellen
FO 33: Bauarten von Photovoltaikzellen (1,2)
FO 35: Fünf wichtige Photovoltaik-Technologien im Vergleich 2014
FO 36: Solarspeicher entlasten Stromnetze und bringen Energiewende voran
FO 37: Speicherstudie für PV-Anlagen 2013: Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE
FO 38: Speicherung von Solarstrom in Gebäuden (1-3)
FO 41: Netzanschluss von Photovoltaikanlagen in Deutschland
FO 42: Entwicklung Endkundenpreis für Solarstromanlagen in BW 2011-3/2019
FO 43: Stromerzeugungskosten nach Anwendungen und Energieträger in Baden-Württemberg, Stand März 2018
FO 44: Ausgewählte PV-Produkte nach Anwendungszweck (1-3)
FO 47: Gewerbe-und Umsatzsteuer bei privaten Fotovoltaikanlagen an Gebäuden in D 2011
FO 48: Checkliste zur Planung von Photovoltaikanlagen für Gebäude 2010 (1-5)
FO 53: 50,2 Hz – Nachrüstung für PV-Anlagen in Baden-Württemberg sowie auch in Deutschland , Stand 3/2013 (1,2)

Photovoltaik in Baden-Württemberg

Landesregierung Klimaschutz und Energiepolitik

FO 57: Klimaschutz und Energiepolitik der Landesregierung Baden-Württemberg 2021-2026, Auszug Photovoltaik, Stand 12. Mai 2021

Einleitung und Ausgangslage

FO 59: Einleitung und Ausgangslage zur Photovoltaiknutzung in Baden-Württemberg bis 2017; Stand 3/2018
FO 60: Ausgewählte Schlüsseldaten zum Photovoltaik-Solarstrom in Baden-Württemberg 2021, Stand 10/2022 nach ZSW/UM BW

Grundlagen und Rahmenbedingungen

FO 62: Energieatlas Baden-Württemberg 2020, Internetportal Erneuerbare, Stand 2/2024
FO 63: PV-Solarenergie : Solarstrom in Baden-Württemberg, Stand 2/2024
FO 64: PV-Dachflächen: Installierte Leistung im Bestand u.a in BW, Stand 2/2024 (1-9)
FO 73: PV-Freiflächen: Installierte Leistung im Bestand u. a in BW, Stand 2/2024 (1-8)
FO 81: PV-Sonderflächen: Ermitteltes Potenzial auf Deponien u.a. in BW, Stand 2/2024 (1-5)

Beitrag Photovoltaik-Solarstrom zur Energieversorgung

FO 87: Entwicklung Primärenergieverbrauch (PEV) nach Energieträgern in Baden-Württemberg 1973/1990-2018/20 (1,2)
FO 89: Struktur Primärenergieverbrauch (PEV) und Endenergieverbrauch (EEV) mit Beitrag erneuerbare Energien (EE) in Baden-Württemberg 2022 nach UM BW-ZSW
FO 90: Struktur erneuerbare Energien (EE) beim Primärenergieverbrauch (PEV) in Baden-Württemberg 2022 nach UM BW-ZSW
FO 91: Entwicklung Endenergieverbrauch aus erneuerbaren Energien (EEV-EE) nach Nutzungsarten in Baden-Württemberg 2000-2022 nach ZSW (1-5)

Strombilanz zur Stromversorgung

FO 97: Stromfluss in Baden-Württemberg 2020 (1,2)
FO 99: Entwicklung Brutto-Stromverbrauch (BSV) 1) nach Sektoren in Baden-Württemberg 2011-2021 (1,2)
FO101: Entwicklung Stromverbrauch Endenergie (SVE) in Baden-Württemberg 1990-2020
FO102: Bruttostromerzeugung nach Energieträgern mit Beitrag EE in Baden-Württemberg 2022 und in Deutschland 2021

Folienübersicht (2)

Beitrag Photovoltaik-Solarstrom zur Stromversorgung,
Teil 1: Erzeugung, Verbrauch

FO104: Entwicklung Bruttostromerzeugung (BSE) in Baden-Württemberg 1990-2022 nach Stat. LA BW (1-6)
FO110: Entwicklung Anteil erneuerbare Energieträger an der Bruttostrom-erzeugung (BSE) in Baden-Württemberg 2003-2022 (1-3)
FO113: Entwicklung der Strombereitstellung (Endenergie) aus erneuerbaren Energien (EE) in Baden-Württemberg 2000-2022 nach UM BW-ZSW (1-3)

Beitrag Photovoltaik-Solarstrom zur Stromversorgung,
Teil 2: Anlagen, Leistung

FO117: Entwicklung der Erzeugungsleistung erneuerbarer Energien (Säulen) sowie der gesicherten Leistung (Linie) in Baden-Württemberg von 2000 bis 2022 (1,2)

Photovoltaik-Solarstrom zur Stromversorgung

FO120: Entwicklung Brutto-Stromerzeugung (BSE) aus Photovoltaik (PV) in Baden-Württemberg 2000-2022 nach UM BW-ZSW
FO121: Entwicklung der installierten Leistung zur Photovoltaiknutzung in Baden-Württemberg 2000-2022
FO122: Entwicklung des Zubaus von Photovoltaik-Dachanlagen und –Freiflächenanlagen sowie mittlere Anlagenleistung in Baden-Württemberg 2000-2022 nach UM BW-ZSW
FO123: Installierte Leistung von Photovoltaikanlagen im Bundesländervergleich mit Baden-Württemberg Ende 2023 (1-3)
FO126: Regionale Verteilung der Photovoltaikleistung nach Stadt- und Landkreisen in Baden-Württemberg Ende 2022

Energie & Wirtschaft, Energieeffizienz

FO128: Entwicklung Stromerzeugung und installierte Leistung bei der Photovoltaik in Baden-Württemberg 2000-2022 nach ZSW/UM BW
FO129: Entwicklung der Jahresvolllaststunden von Photovoltaikanlagenanlagen in Baden-Württemberg 2000-2022
FO130: Ausgewählte Jahresvolllaststunden beim Einsatz erneuerbarer Energien (EE) zur Stromerzeugung in Baden-Württemberg 2022 nach ZSW/UM BW
FO131: Entwicklung Investitionen zur Nutzung erneuerbarer Energien in Baden-Württemberg 2000-2022
FO132: Entwicklung der Betriebskosten von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien in Baden-Württemberg 2000-2022
FO133: Anzahl der Beschäftigten im Bereich erneuerbare Energien mit Beitrag Photovoltaik in Baden-Württemberg im Jahr 2016

Energie & Förderung und Gesetze

FO135: Übersicht ausgewählte Fördermittel für Investitionen in erneuerbare Energieanlagen in Baden-Württemberg im Jahr 2022
FO136: Stromeinspeisung und Vergütung nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz in Baden-Württemberg 2021/22 (1,2)
FO138: Photovoltaikpflicht in Baden-Württemberg ab 2022 (1-3)

Energie & Klimaschutz, Treibhausgase

FO142: Entwicklung Treibhausgas-Emissionen (THG) (Quellenbilanz) in Baden-Württemberg 1990-2022, Landesziele 2030 (1-5)
FO147: CO2 Äquv. -Emissionsfaktoren für Energieträger nach GEMIS und IFEU, Stand 11/2022
FO148: Entwicklung energiebedingte und nicht-energiebedingte Treibhausgas-emissionen (THG) nach Sektoren in BW 1990-2020, Landesziel 2020
FO149: Vermiedene THG-Emissionen durch die Nutzung der erneuerbaren Energien in Baden-Württemberg im Jahr 2022 (1,2)
FO151: Entwicklung der energiebedingten Kohlendioxid-CO2-Emissionen (Quellenbilanz) in Baden-Württemberg 1990-2020
FO152: Entwicklung der Kohlendioxid (CO2)-Emissionen bei der Stromerzeugung in Baden-Württemberg 1990-2021 (1,2)

Ausgewählte Beispiele aus der Praxis

FO155: Beispiel für eine Freiflächen-Photovoltaikanlage in Baden-Württemberg (1,2)

Fazit und Ausblick

FO158: Ausbauziele Photovoltaik der Landesregierung Baden-Württemberg bis 2030

Photovoltaik in Deutschland

Einleitung und Ausgangslage

FO161: Einleitung und Ausgangslage Photovoltaik (Solarstrom) in Deutschland, Stand 8/2023 (1,2)
FO163: Erneuerbare Energien (EE) in Deutschland - Status quo 2021/22 und Ziele bis 2030
FO164: Die wichtigsten Fakten zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2022
FO165: Übersicht Photovoltaik-Solarstrom-Branche in Deutschland 2022
FO166: Der Stromsektor in Deutschland 1990-2023 auf einen Blick

Folienübersicht (3)

Grundlagen und Rahmenbedingungen zur Sonneneinstrahlung

FO168: Entwicklung der gemittelten Globalstrahlung in Deutschland 1991-2022 (1,2)

Strombilanz zur Stromversorgung

FO171: Entwicklung Bruttostromerzeugung (BSE) nach Energieträgern mit/ohne Pumpstromerzeugung in Deutschland 1990-2023, Teil 1 (1-3

FO174: Strombilanz zur Stromversorgung Deutschland 2022 (1,2)

FO176: Entwicklung und Anteile erneuerbarer Energien an der Energie- und Stromversorgung in Deutschland von 2013-2022 (1,2)

FO178: Entwicklung Anteile erneuerbare Energien in den Sektoren Strom, Wärme und Verkehr in Deutschland 1990-2022

Beitrag Photovoltaik-Solarstrom zur Stromversorgung, Teil 1: Erzeugung, Verbrauch

FO180: Ausbau erneuerbare Energien beim Strom mit Beitrag Solarenergie in Deutschland 2022

FO181: Entwicklung Bruttostromerzeugung (BSE) mit Beitrag erneuerbarer Energien in Deutschland 1990-2023 (1-4)

FO185: Nettostromerzeugung und Strommix nach Energieträgern in Deutschland 2023

FO186: Entwicklung Brutto-Stromerzeugung (BSE) aus erneuerbaren Energien mit Beitrag Photovoltaik in Deutschland 2022 (1-6)

FO192: Entwicklung Brutto-Stromverbrauch (BSV) mit Anteil erneuerbare Energien (EE) in Deutschland 1990-2023, Ziele bis 2045 (1,2)

FO194: Entwicklung Stromverbrauch Endenergie (SVE) in Deutschland 1990-2022

Beitrag Photovoltaik-Solarstrom zur Stromversorgung, Teil 2: Anlagen, Leistung

FO196: Entwicklung installierte Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Deutschland 2005-2022 (1-3)

FO199: Entwicklung deutscher Kraftwerkspark, Ausbau erneuerbare Energien und Anpassung konventioneller Energien bis 2030 (1-3)

FO202: Gesamtausbau von Biomasse, Solarenergie und Windenergie nach Anzahl und Bruttoleistung in den Bundesländern Deutschland Ende 2023

Photovoltaik-Solarstrom zur Stromversorgung

FO204: Übersicht Photovoltaik-Solarstrom-Branche in Deutschland 2023

FO205: Entwicklung der PV-Anlagenzahl in Deutschland Ende 2000-2023

FO206: Entwicklung Bruttostromerzeugung aus PV-Anlagen in Deutschland 1990-2022

FO207: Entwicklung gesamte installierte Leistung von PV-Anlagen zur Stromerzeugung in Deutschland 1990-2022 (1,2)

FO209: Entwicklung Netto-Zubau an installierter Leistung zur Stromerzeugung aus Photovoltaikanlagen in Deutschland 2005-2022

FO210: Entwicklung installierte Speicher-Leistung nach Technologien in Deutschland 2017-2023 (1-4)

Energie & Wirtschaft, Energieeffizienz

FO215: Jahresvolllaststunden beim Einsatz von Energieträgern mit erneuerbare Energien zur Stromerzeugung in Deutschland 2017/2020 (1,2)

FO217: Installierte Leistung und Bruttostromerzeugung einzelner erneuerbare Energien in Deutschland bis 2022 (1-3)

FO220: Entwicklung von Strombereitstellung und installierte Leistung von Photovoltaikanlagen in Deutschland 1990-2022

FO221: Entwicklung der Jahresvolllaststunden von Photovoltaikanlagen in Deutschland 2000-2022

FO222: Jahresvolllaststunden beim Einsatz erneuerbarer Energien (EE) zur Stromerzeugung in Deutschland 2022

FO223: Wirtschaftliche Effekte erneuerbarer Energien in Deutschland im Jahr 2022

FO224: Entwicklung der Investitionen in die Errichtung von Erneuerbare-Energien-Anlagen mit Beitrag Photovoltaik in Deutschland 2000-2022 (1-4)

FO228: Entwicklung der Umsätze aus dem Betrieb von Erneuerbare-Energien-Anlagen mit Beitrag Photovoltaik in Deutschland 2000-2022 (1-4)

FO232: Entwicklung Bruttobeschäftigte durch erneuerbare Energien nach Technologien in Deutschland 2000-2021 (1,2)

FO234: Entwicklung der Beschäftigten in der Energiewirtschaft ohne erneuerbare Energien in Deutschland 1991-2018

Energie & Förderung, Gesetze

FO236: Einleitung und Ausgangslage: Ausbau Erneuerbare Energien durch Förderung und Gesetze in Deutschland, Auszug (1-3)

FO239: Entwicklung Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien mit und ohne Vergütungsanspruch nach EEG in Deutschland von 1991 bis 2022 (1,2)

FO241: Förderung von Forschung und Entwicklung im Bereich erneuerbarer Energien in Deutschland 2018-2022, Auszug (1,2)

Folienübersicht (4)

Energie & Klimaschutz, Treibhausgase

FO244: Die wichtigsten Fakten zu den Treibhausgas -Emissionen (THG) in Deutschland 2022; Ziele 2030/45
FO245: Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen (THG) (ohne LULUCF) in D 1990-2023, Ziel 2030 nach Novelle Klimaschutzgesetz 2023
FO246: Treibhausgasemissionen nach Sektoren in Deutschland 2023, Auszug (1-5)
FO251: Entwicklung Treibhausgas-Emissionen (THG) nach Gasen (ohne LULUCF) in Deutschland 1990-2022, Ziele 2030/45
FO252: Emissionstrends und Handlungsfelder in den Sektoren in Deutschland 2020-2030
FO253: Entwicklung energiebedingte Kohlendioxid CO2-Emissionen zur Stromerzeugung in Deutschland 1990-2022 (1,2)
FO255: Entwicklung vermiedene Treibhausgasemissionen durch die Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland 1990-2022 (1-7)

Ausgewählte Beispiele aus der Praxis

FO263: Beispiele von Photovoltaikanwendungen von Milliwatt bis Megawatt (1-3)
FO266: Beispiele für autarke Systeme
FO267: Praxisbeispiel Photovoltaikanlage im Wohngebäude
FO268: Praxisbeispiel Photovoltaikanlage in der Landwirtschaft
FO269: Praxisbeispiel Photovoltaikanlage Bierzelt für den Bayerischen Markt
FO270: Praxisbeispiele Fassadenintegrierte PV-Anlagen
FO271: Praxisbeispiele Große Aufdachanlagen

Fazit und Ausblick

FO273: Entwicklung der Anteile erneuerbarer Energien (EE) an der Energiebereitstellung in Deutschland 2000 bis 2020/22
FO374: Erneuerbare Energien (EE) in Deutschland - Status quo 2021/22 und Ziele 2030

Photovoltaik in Europa (EU-27)

Einleitung und Ausgangslage

FO277: Klima- und Energiepolitik in der Europäischen Union (EU-27), Stand 10/2022
FO278: Erneuerbare Energien in der Europäischen Union (EU-27), Stand: 10/2022 (1-4)
FO282: Baden-Württemberg und die Europäischen Union EU-27 Zahlen und Fakten, Stand 2/2023 (1,2)
FO284: Entwicklung Anteile der erneuerbaren Energien an der Energie- und Stromversorgung in der EU-27 2004-2021 nach UM BW-ZSW (1,2)
FO286: Entwicklung EE-Anteile am Bruttoendenergieverbrauch (BEEV) und Bruttoendenergieverbrauch Strom (BEEV-Strom) der Länder EU-27 von 2005-2021 nach Eurostat (1,2)
FO288: Ausgewählte Schlüsseldaten Photovoltaik (PV) - Solarstrom zur Stromversorgung in der EU-27 im Jahr 2021

Strombilanz zur Energieversorgung

FO290: Entwicklung Bruttostromerzeugung (BSE) aus erneuerbaren Energien (EE) sowie Strombilanz in der EU-27 2010-2022 nach Eurostat
FO291: Strombilanz EU-27 im Jahr 2022 (1,2)
FO293: Entwicklung Endenergieverbrauch (EEV) in der EU-27 von 1990 bis 2020 nach Eurostat (1,2)

Beitrag Photovoltaik-Solarstrom zur Stromversorgung, Teil 1

FO296: Entwicklung Brutto-Stromerzeugung (BSE) in der EU-27 von 1990-2022 nach Eurostat (1-6)
FO302: Brutto-Stromerzeugung (BSE) aus erneuerbaren Energien in Ländern der EU-27 im Jahr 2022 nach Eurostat (1-4)
FO306: Entwicklung Bruttostromverbrauch (BSV) in der EU-27 von 2005-2022 nach Eurostat

Folienübersicht (5)

Beitrag Photovoltaik-Solarstrom zur Stromversorgung, Teil 2

FO308: Entwicklung gesamte installierte Leistung zur erneuerbaren Stromerzeugung in der EU-27 Ende 1990-2022 nach Eurostat, IRENA (1,2)

Photovoltaik-Solarstrom

Leistung und Erzeugung zur Stromversorgung

FO311: Stromerzeugung aus PV-Solarenergie in der EU-27 im Jahr 2022 nach Eurostat (1-6)

FO317: Übersicht Photovoltaik zur Stromerzeugung in der EU-27 im Jahr 2023 nach EurObserv'ER (1-6)

Energie & Wirtschaft, Energieeffizienz

FO324: Entwicklung Photovoltaik nach installierter Leistung und Stromerzeugung in der EU-27 2000-2022 nach EurObserv'ER

FO325: Entwicklung Jahresvolllaststunden der gesamten erneuerbaren Energien in der EU-27 von 1990-2022

FO326: Entwicklung der Jahresvolllaststunden von Photovoltaikanlagen in der EU-27 von 2000-2022 nach Eurostat

FO327: Vergleich Jahresvolllaststunden bei der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien (EE) in der EU-27 im Jahr 2022

FO328: Umsätze mit erneuerbaren Energien nach Technologien in den Ländern der EU-27 im Jahr 2022 (1,2)

FO330: Beschäftigte in der Erneuerbare Energien-Branche nach Technologien in den Ländern der EU-27 im Jahr 2022 (1,2)

FO332: Beschäftigte und Umsätze bei der Photovoltaik in Ländern der EU-27 im Jahr 2021/2022 (1-3)

FO335: Projekte zur Erweiterung und Schaffung von Photovoltaik-Solarproduktionskapazitäten und Entwicklung von PV-Kapazitäten in der EU-27 2021-2030

Energie & Klimaschutz, Treibhausgase

Ausgewählte Beispiele aus der Praxis

FO338: Beispielprojekte von Solarstromanlagen in Europa (1-7)

Fazit und Ausblick

FO346: Beispiele für Ankündigungen von Plänen zum Auf- und Ausbau von Modul- und Zellfabrikkapazitäten in der Europäischen Union (EU-27), Stand 4/2022

FO347: Von europäischen Unternehmen angekündigte Projekte zur Erweiterung und Schaffung von Photovoltaik-Solarproduktions-kapazitäten bis 2025

Photovoltaik in der Welt

Einleitung und Ausgangslage

FO350: Globale Klima- und Energiepolitik, Stand 10/2022

FO352: Globale Nutzung erneuerbarer Energien 2022, Stand 10/2023 (1,2)

FO353: Globaler Endenergieverbrauch (TFEC) 2022

Energie- und Klimadaten, Übersicht zu Erneuerbaren

FO355: Weltwirtschafts- und Aktivitätsindikatoren 2010-2022, Prognose bis 2050

FO356: Globaler Endenergieverbrauch (TFEC) 2011-2021

FO357: Globale Erneuerbare Energien in der Energieversorgung bis 2022

FO358: Übersicht erneuerbare Energien bis 2021 in der Welt

FO359: Globaler Anteil erneuerbarer Stromerzeugung nach Energiequelle, 2012 und 2022

FO360: Energiebilanz für die Welt 2019 nach IEA

FO361: Globaler Endenergieverbrauch (EEV) nach Energieträgern mit Beitrag Strom im Jahr 2019/20 nach IEA, REN21 (1,2)

FO363: Ausgewählte Schlüsseldaten Photovoltaik- Solarstrom zur Stromerzeugung in der Welt im Jahr 2021

Folienübersicht (6)

Strombilanz zur Stromversorgung

FO365: Entwicklung Bruttostromverbrauch minus Netzverluste (SV) in der Welt mit EU-27 2021-2026

FO366: Globaler Strommarkt nach Energieträgern und CO2-Emissionen im Jahr 2021-2022, Prognose bis 2026 nach IEA

FO367: Strombilanz für die Welt 2019 nach IEA (1,2)

Stromversorgung mit Beitrag Photovoltaik-Solarstrom

Teil 1: Erzeugung, Verbrauch

FO370: Entwicklung Brutto-Stromerzeugung (BSE) in der Welt 1990-2022, Prognose bis 2050 nach IEA (1-7)

FO377: Globale Entwicklung Brutto-Stromerzeugung (BSE) mit Pumpspeicherstrom 1990-2022 nach BP (1,2)

FO379: Brutto-Stromerzeugung (BSE) im internationalen Vergleich 2022 nach IEA

FO380: Globale Entwicklung Brutto-Stromverbrauch (BSV) 1990-2019 nach IEA

FO381: Globale Entwicklung Stromverbrauch Endenergie (SVE) 1990-2021 (1,2)

Stromversorgung mit Beitrag Photovoltaik-Solarstrom

Teil 2: Anlagen, Leistung

FO384: Entwicklung elektrische Leistung beim Stromsektor nach Energieträgern in der Welt 2010-2022, Prognose bis 2050 nach IEA (1-4)

FO388: Globale jährliche Zubau der Kapazität an erneuerbare Energien nach Technologie und Gesamtmenge, 2017-2022, Prognose 2030 nach REN21 (1,2)

Photovoltaik (PV) zur Stromversorgung

FO392: Welt - Stromsektor: Bruttostromerzeugung (BSE) aus Solar PV nach Regionen von 2010-2022, Prognosen 2030-2050 nach IEA (1,2)

FO394: Globale Photovoltaik-Leistung Ende 2022, Stand 6/2023 nach REN21 (1-6)

Energie & Wirtschaft, Energieeffizienz

FO401: Globale Entwicklung der Jahresvolllaststunden (JVLS) von Photovoltaikanlagen 2000-2022

FO402: Vergleich Jahresvolllaststunden bei der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien (EE) in der Welt im Jahr 2022 nach IEA, REN21

FO403: Entwicklung globale Investitionen in Erneuerbare Energien-Technologien mit Beitrag Solarenergie 2020, Stand 6/2021 nach REN21 (1,2)

FO405: Globale Beschäftigte in Erneuerbare-Energien-Technologien und Regionen im Jahr 2021 (1-3)

Energie & Klimaschutz, Treibhausgase

FO409: Globale energiebezogene Treibhaus-Emissionen nach Quellen 2010-2022 (1,2)

Beispiele aus der Praxis

FO412: Globales Beispiel von Photovoltaikanlagen auf Wiesen

FO413: Globales Beispiel von Photovoltaikanlagen im Wald

Fazit und Ausblick

Anhang zum Foliensatz

FO416: Umrechnungsfaktoren

FO417: Ausgewählte Internetportale (1-4)

FO421: Ausgewählte Informationsstellen (1-11)

FO432: Ausgewähltes Infomaterial (1-3)

FO435: Übersicht aktuelle Foliensätze zum Themenbereich „Erneuerbare Energien“

Ausgewählte Schlüsseldaten

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	**Primärenergie-verbrauch (PEV)**	15,9	-	16,4	-	*15,8*	-	*13,8*	-	
2.1	**Brutto-Endenergie-verbrauch (B-EEV)**	15,0 (2018)	-	19,3	30	*19,7*	*32*	*k.A.*		Nach RL Eurostat
2.2	**Endenergie-verbrauch (EEV)**	17,5	-	20,5	-	*k.A.*		*17,9*	-	
2.3a	**EEV-Strom** Brutto-Strom-erzeugung (BSE)	35,4		43,3	-	*38,7*	-	*25,9*	-	Ziel 2030 BW Bruttostromerzeugung (BSE)
2.3b	**EEV-Strom** Brutto-Strom-verbrauch (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**
- ∅ 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)*
- ∅ 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)*
- ∅ 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)
- ∅ gesamte THG	t/Kopf	5,5	9,2	7,4	6,8
- Weltanteil	%	0,1	1,4	6,4	100
- Energiebedingte CO_2-Emissionen Strom	**Mio. t**	13,5	213		14.378
- ∅ 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

Ausgewählter Datenvergleich nationale und internationale Situation der Photovoltaik zur Stromversorgung bis 2021*

Benennung	Einheit**	Baden-Württemberg	Deutschland	Europa EU-27	Welt	Hinweis
Photovoltaik-Nutzungspotenziale						
Technisches Potenzial	TWh	k.A.	150	k.A.	40.000	
Photovoltaiknutzung - Bestand		**2021**	**2020**	**2020**	**2020**	
Anlagenzahl	Stück	k.A.	2.000.000	k.A.	k.A.	
Installierte Leistung zum J-Ende	GWp	7,5	53,7	136,6	760	
∅ installierte Leistung	kWp/Anlage	k.A	26,9	k.A.	k.A.	
Brutto-Stromerzeugung (BSE)	TWh	6,6	48,6	140,2	830	
Jahres-Volllaststunden	h/a	871	905	1.026	1.092	
Stromerzeugungsanteil	% von BSE	13,0	8,5	5,0	2,5	
Photovoltaik-Zubau						
Anlagenzahl	Stück	k.A.	184.000	k.A.	k.A.	
Installierte Leistung (Netto)	GW_P	0,621	4,8	15,6	139	
∅ installierte Leistung	kWp/Anlage	k.A	38,3	k.A.	k.A.	
Photovoltaik - Wirtschaft & Umwelt						
Beschäftigte (Herstellung/Betrieb)	Anzahl	4.520 (16)	41.900	109.000 (18)	4,0 Mio.	
Umsatz (Herstellung/Betrieb)	Mrd. €	k.A.	k.A.	13,6 (18)	148,6	
CO_2-Vermeidung	Mio. t	4,5	33,3	k.A.	k.A.	

* Daten bis 2020 vorläufig, Stand 10/2021

** Energieeinheit: 1 TWh = 1 Mrd. kWh

Quellen: UM BW 10/2022; Observ'ER -Photovoltaic Barometer 2021, 4/2021; BMWI bis 1/2022, REN21 6/2022, Bundes-NetzA 12/2021; BSW-Solar 2/2022, IEA 9/2021

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 Stromimportsaldos 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 Bruttozubau von Windenergieanlagen mit 5 Anlagen und insgesamt 21 Megawatt (MW) relativ niedrig ausfiel (Nettozubau 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 Bruttozubau 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	
Bruttostromerzeugung[1]	**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 %
Bruttostromverbrauch[1]	**67,6**	**66,7**	**-1,4 %**
Anteil der EE an der Bruttostrom-erzeugung	36,2 %	35,4 %	
Anteil der EE aus BW am Bruttostrom-verbrauch	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 Wärme-erzeugung[1]	**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.

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

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] nach Wirkungsgrad-methode	ANTEIL AM ENERGIE-VERBRAUCH		ANTEIL AM PEV nach Wirkungsgrad-methode
	[GWh]	[PJ]	[%]	[%]	[%]
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		2,2
feste biogene Brennstoffe (modern)[8]	9.112	32,2	6,9		2,5
flüssige biogene Brennstoffe	3	0,02	0,002		0,001
Biogas, Deponiegas, Klärgas	2.161	8,2	1,6		0,6
Solarthermie	1.922	6,9	1,5		0,5
tiefe Geothermie	107	0,4	0,08		0,03
Umweltwärme[9]	2.140	11,2	1,6		0,9
biogener Anteil des Abfalls[5]	595	4,2	0,4		0,3
Gesamt	**23.843**	**91,2**	**18,0**		**7,1**
KRAFTSTOFFE			**Anteil am Endenergie-verbrauch des Verkehrs[10]**		
Biodiesel	3.423	12,3	4,2		1,0
Bioethanol	1.197	4,3	1,5		0,3
Pflanzenöl	3	0,01	0,004		0,001
Biomethan	146	0,5	0,2		0,04
Gesamt	**4.770**	**17,2**	**5,8**		**1,3**
ENERGIEBEREITSTELLUNG AUS EE			**Anteil am gesamten Endenergieverbrauch[11]**		
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 (1)

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 ENDENERGIEVERBRAUCH							[%]							
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.

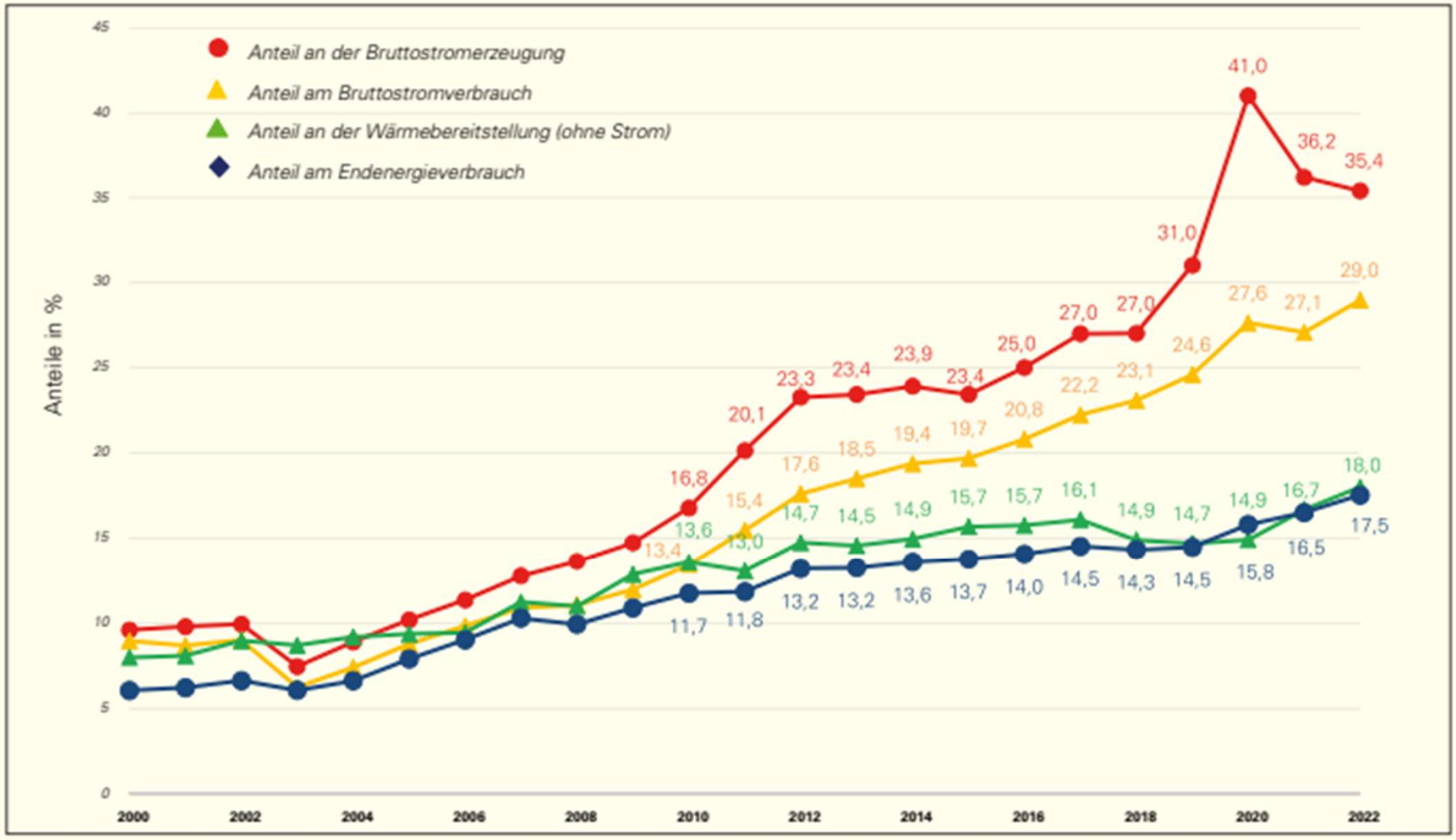
* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

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 (2)

ENTWICKLUNG DES ANTEILS ERNEUERBARER ENERGIEN AN DER BRUTTOSTROMERZEUGUNG, AM BRUTTOSTROM-VERBRAUCH, 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, Technologien, Anwendungen und Randbedingungen zur Photovoltaik

Vergleichende Daten von Sonne und Erde

Die Sonne ist der Zentralkörper unseres Sonnensystems und Quelle allen Lebens. Es wird bereits angenommen, dass sie bereits seit 5 Milliarden Jahre mit ihrer jetzigen Helligkeit strahlt. Auch die fossilen Energievorräte haben ihren Ursprung letztendlich in der Sonnenenergie. Auch die meisten regenerativen Energiequellen gehen direkt oder indirekt auf die Sonnenenergie zurück. Die Sonne besteht zu etwa 80 % aus Wasserstoff, zu 20 % aus Helium und nur zu 0,1 % aus anderen Elementen. Die folgende Tabelle zeigt die wichtigsten Daten der Sonne im Vergleich zur Erde.

Benennung	Sonne	Erde
Durchmesser	1.392.520 km	12.756 km
Umfang	4.373.097 km	40.075 km
Oberfläche	$6{,}0874*10^{12}$ km^2	$5{,}101*10^{8}$ km^2
Volumen	$1{,}4123*10^{18}$ km^3	$1{,}0833*10^{12}$ km^3
Masse	$1{,}9891*10^{30}$ kg	$5{,}9742*10^{24}$ kg
mittlere Dichte	1,409 g/cm^3	5,516 g/cm^3
Schwerebeschleunigung	274,0 m/s^2	9,81 m/s^2
Oberflächentemperatur	5.777 K	288 K
Mittelpunkttemperatur	15.000.000 K	6.700 K
Ausstrahlung/Bestrahlungsstärke	63.110.000 W/m^2	1.361 W/m^2
Abstand Erde-Sonne		$1{,}5*10^{8}$

Quelle: Quaschning, Volker, Hochschule HTW Berlin aus Regenerative Energiesysteme, 2/2011; www.volker-quaschning.de

Ausgewählte Daten zur Sonne (1)

Allgemeine Beschreibung:

Gasball
Hauptreihenstern
Spektralklasse G2
Leuchtkraftklasse V

Alter:

Derzeit: 4,6 Mrd Jahre
Gesamte Verweilzeit in diesem Stadium: 8 Mrd. Jahre
Gesamte Lebenserwartung: mehr als 10 Mrd. Jahre.

Chemischer Aufbau:

73% Wasserstoff
25% Helium
2% schwerere Elemente in molekularem Zustand (Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Kohlenstoff, Silicium, Magnesium, Calcium, Titan, Aluminium)

Druckverhältnisse:

Druck im Zentrum: 200 Mrd bar
Dichte im Zentrum: 134 g/cm³ (keine molekularen Verbindungen möglich, Elemente liegen nur ionisiert oder atomar vor)
Dichte an der Oberfläche: 1,41 g/cm³

Gewicht:

Masse: 1,99 x 10 hoch 27 Tonnen (328.899 Erdmassen)
Verhältnis: Gesamtmasse der Sonne entspricht 767 mal der Masse aller Planeten unseres Sonnensystems, sie hat einen Anteil von 99,8% an der Gesamtmasse des Sonnensystems.

Geschwindigkeit:

Umlaufgeschwindigkeit: um das Galaxiszentrum 250 km/s = 900.000 km/h
Umlaufzeit: um das galaktische Zentrum: 234 Mio Jahre
Fluchtgeschwindigkeit: 618 km/s = 2.224.800 km/h

Maße:

Maximale Entfernung zur Erde (Juli): 152,1 Mio km
Mittlere Entfernung zur Erde: 149,6 Mio km
Minimale Entfernung zur Erde (Januar): 147,1 Mio km

Ausgewählte Daten zur Sonne (2)

Entfernung Erde - Sonne: 1 AE (Astronomische Einheit = 149.597.870 km laut IAU-Beschluss von 1976).
Ein Flugzeug mit 1.000 km/h braucht 17 Jahre 45 Tage zur Sonne.
Das Licht der Sonne für die selbe Distanz nur 8 1/2 Minuten.
Durchmesser: 1.392.000 km (109 facher Erddurchmesser)
Oberfläche: 6,09 x 1012 km² (11.918 mal die Erdoberfläche)
Volumen: 1,412 x 1018 km³ (1.304.000 faches Erdvolumen)
Umfang: Erde mit Mondbahn (384.000 km) hat auf der Sonnenscheibe Platz

Rotation:

Synodische Rotation: 27,275 Tage
Siderische Rotation: 25,380 Tage
Rotationsgeschwindigkeit am Äquator: 2 km/s = 7.200 km/h (Erde: 465,12 m/s = 1.674 km/h
Neigung des Sonnenäquators gegen die Ekliptik: 7° 15'

Schwerkraft:

Schwerebeschleunigung an der Oberfläche: 27,9 fache Erdbeschleunigung
Schwerkraft: 27 mal höher als auf der Erde (Mensch mit 80kg wiegt auf der Sonne 2.250 kg)

Sonnenstrahlung:

Strahlungsweg: Licht braucht für die Strecke Sonne - Erde 8 1/2 min
Strahlungsintensität: Meereshöhe: 0,7 kW/m², Jungfraujoch: 1,0 kW/m² (3.460 m), Außerhalb der Atmosphäre: 1,370 kW/m²
Auf die gesamte Erdhälfte treffende Energie: 1,7 x 1.011 MW
Gesamtausstrahlung der Sonne: 3,8 x 1.020 MW
spezifische Ausstrahlung: Ein m² Sonnenoberfläche gibt 63.500 kW Strahlung ab. 20 m² entsprechen dabei der Leistung moderner Großkraftwerke.
Gesamthelligkeit: -26,m86 im visuellen Bereich und -26,m41 im fotographischen Bereich.
Kernfusionsaktivität: Sonne verwandelt pro Sekunde 650 Mio t Wasserstoff in Helium.
Masseverlust: Sonne verliert pro sec 4,6 Mio t ihrer Masse.

Temperatur:

Oberflächentemperatur: 5.785 K = 5.512°C
Temperatur im Zentrum: 15 Mio K

Quelle: Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie DGS 2010

Begriff und Funktion Photovoltaik - Fotovoltaik

In photovoltaischen Zellen wird Sonnenlicht direkt in Elektrizität umgewandelt. Im Jahr 1839 entdeckt. Abgeleitet von dem griechischen Wort für Licht „Phos“ und dem Nachnamen von Alessandro Volta, einem Pionier der Elektrizitäts-forschung aus dem 18. Jahrhundert, entstand der Begriff.

In den metallisch glänzenden Modulen, die man immer häufiger auf Hausdächern sieht, sind hauchdünne Siliziumschichten auf Glas oder Folie aufgebracht, die bei Lichteinfall eine Spannung erzeugen. Je mehr einzelne Schichten auf einer Fläche aufgebracht werden, desto größer ist die Leistung dieser Fläche. Über einen Wechselrichter kann der erzeugte Gleichstrom in das öffentliche Wechselstromnetz eingespeist werden.

Die Zellen haben den Vorteil, dass sie auch den diffusen Teil des Sonnenlichts nutzen können, also beispielsweise auch bei bedeckten Himmel Strom liefern. Im Weltall liefern die Solarzellen Elektrizität für den Betrieb von Computern, Pumpen oder Maschinen.

Eine Photovoltaik-Anlage mit 1 Kilowatt peak Leistung (1 kWp) produziert in unseren Breiten rund 800 bis 1.000 kWh Strom im Jahr.

Quelle: VKZ 30.11.2009; Novatech 2010

Übersicht wesentliche Solarstromnutzung
-Insel- und netzgekoppelte Anlagen-

Aufteilung nach der Nutzenergie

- Heizung
- Trinkwassererwärmung
- Prozesswärme
- Prozesskühlung
- Beleuchtung
- Kommunikation & Information

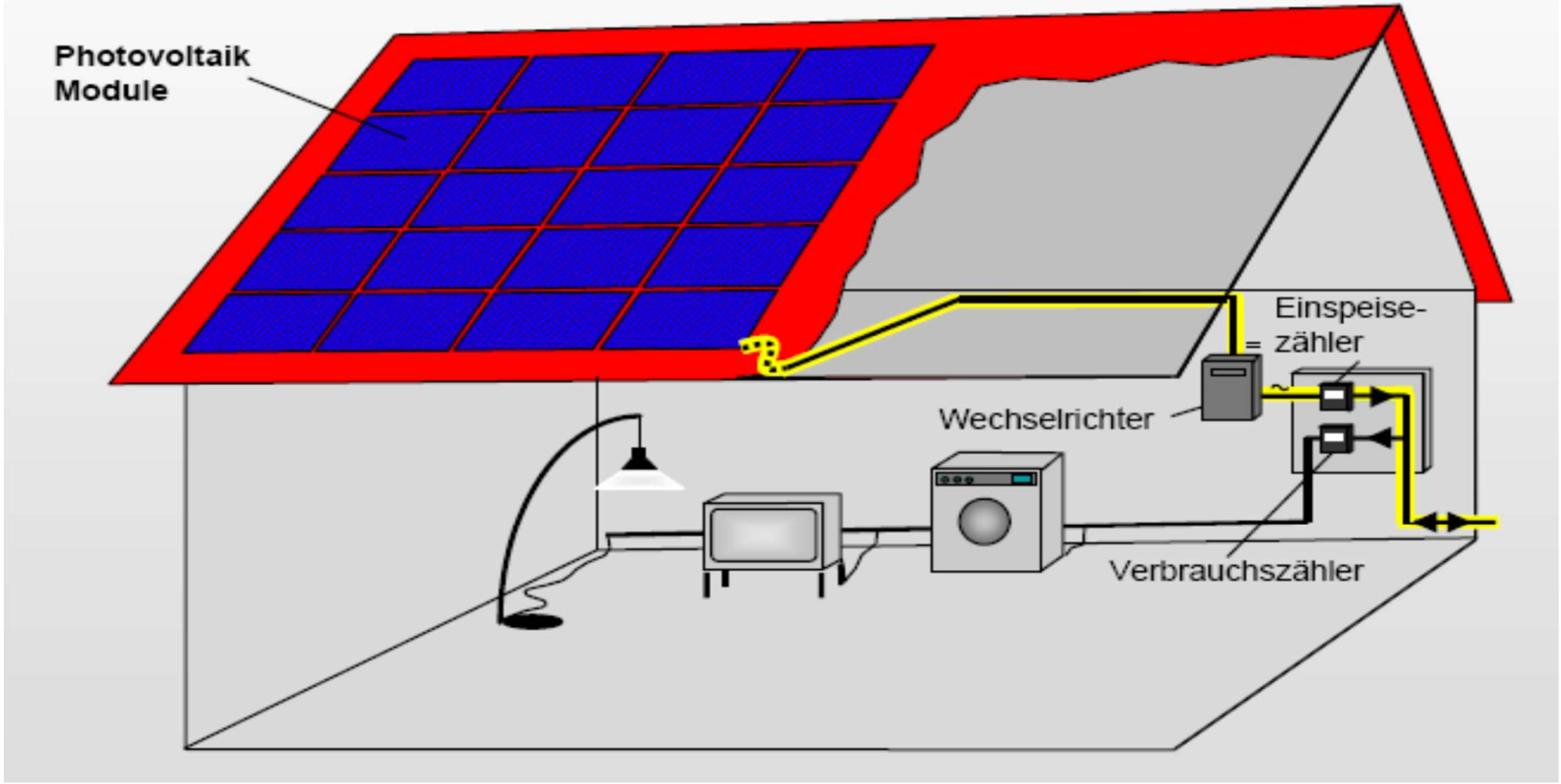
Aufteilung nach dem Einsatzzweck

- Wohngebäude,
  z.B. Ein-, Zwei- und Mehrfamilienhäuser,
- Altenheime
- Nichtwohngebäude,
  z. B. Büro- und Verwaltungsgebäude, Hotels, Schulen, Kindergärten, Sportanlagen
- Gewerbe, Industrie, Gärtnereien, Landwirtschaft
- Parkuhren, Haus-Nr.-Beleuchtung, Kühlbox
- Raumfahrt, Satelliten, Autobahnfunk
- Almhütten, Wasserpumpe für Brunnen

Prinzip netzgekoppelte Photovoltaikanlagen

Prinzip netzgekoppelte PV-Anlagen

Jede erzeugte Kilowattstunde Solarstrom wird ins öffentliche Stromnetz eingespeist und zum garantierten Satz vergütet

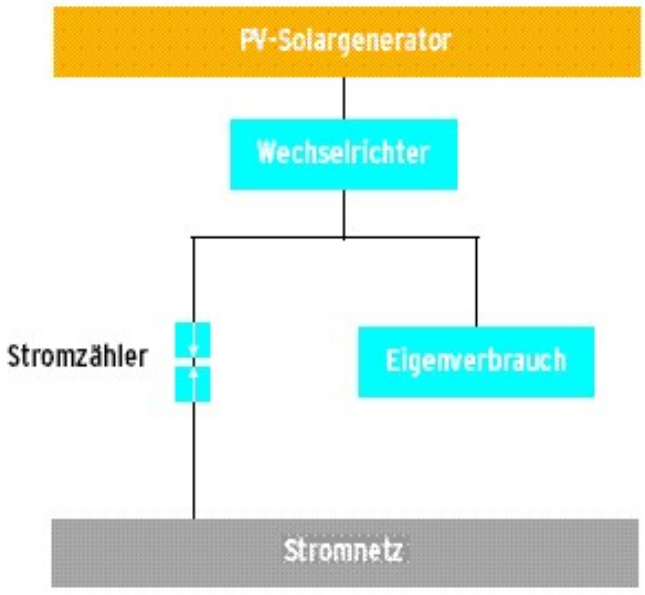


Quelle: Gerhard Stryi-Hipp, Geschäftsführer BSW -Bundesverband Solarwirtschaft e.V. – Vortrag „ EEG-Novelle und regeneratives Wärmegesetz – Chancen und Herausforderungen für die deutsche Solarindustrie“, aus www.kolloquium-erneuerbare-energien.uni stuttgart.de am 20.7.2006

Prinzip einer netzgekoppelten Photovoltaikanlage zur Hausstromversorgung

Ein typisches System besteht aus einem dach- oder fassadenintegrierten Solargenerator, der bei Einstrahlung Gleichstrom liefert. Über einen Wechselrichter wird der Gleichstrom in Wechselstrom umgewandelt und kann direkt in Haushaltsgeräten genutzt oder ins Netz eingespeist werden.
Die Leistung typischer Anlagen auf normalen Gebäuden liegt zwischen 2 und 5 kWp. Die derzeit größte gebäudeintegrierte Anlage wurde 2005 auf dem Dach eines Logistikunternehmens in Bürstadt, Hessen, installiert. Sie ist so groß wie fünf Fußballfelder und liefert bis zu 5 MWp Solarstrom.
Die jährliche Produktion reicht aus, um etwa 1.500 Haushalte mit Strom zu versorgen.
Die Vergütung von Solarstrom wird durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) geregelt.
Für Anlagen, die im Jahr 2006 auf normalen Gebäuden installiert werden, beträgt sie 51,80 Cent/kWh. Sie bleibt über 20 Jahre konstant. Für später errichtete Anlagen sinkt sie jährlich um 5 %.
Dadurch wird die Kostendegression für Fotovoltaikanlagen anhaltend stimuliert.

Grafik/Bild-Quellen: Pilkinton Solar International GmbH und ExpoStadt aus BMU-Broschüre



Dudenempfehlung:
Fotovoltaik anstelle Photovoltaik

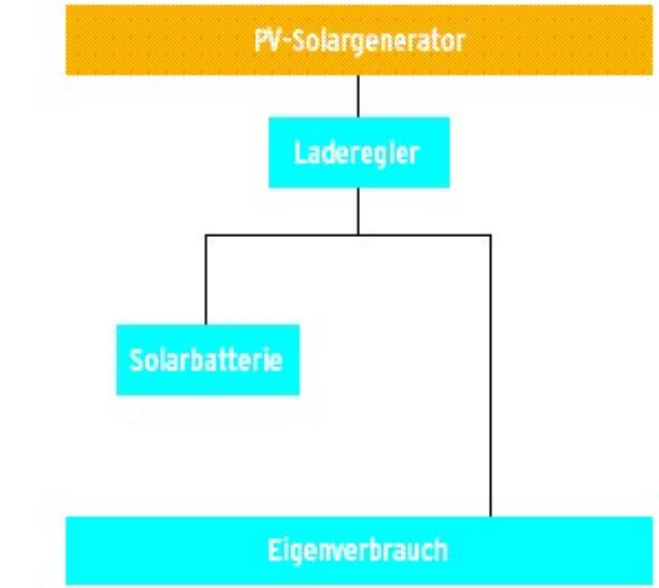
Quelle: BMU-Erneuerbare Energien - Investitionen für die Zukunft, Berlin 4/2006

Prinzip einer netzunabhängigen Klein-Photovoltaikanlage

Eine weitere wichtige Anwendung der Fotovoltaik sind netzunabhängige Kleinanlagen zur Versorgung von Funk- und Messstationen, Notrufsäulen, Garten- und Wochenendhäusern.

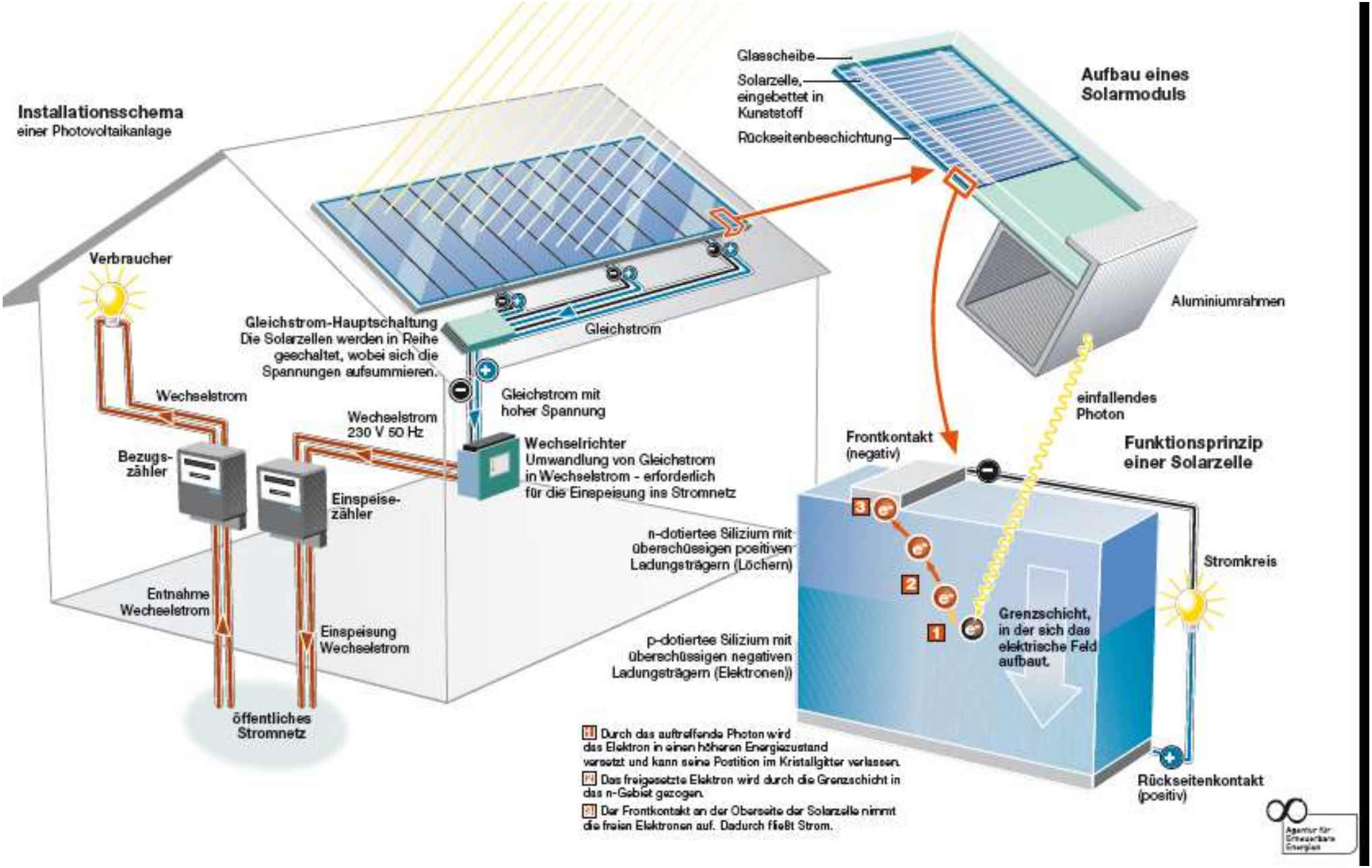
Je nachdem, ob die Verbrauchsgeräte mit Gleich- oder Wechselstrom arbeiten, ist ein Wechselrichter notwendig.
In der Regel werden eine Batterie und ein Laderegler gebraucht, um Schwankungen der Einstrahlung zu überbrücken oder um auch nachts Solarstrom zur Verfügung zu stellen.
In Entwicklungsländern, in denen die Versorgungsnetze noch unzulänglich ausgebaut sind, wird die Fotovoltaik bereits erfolgreich bei Einzelhausversorgungen (Solar-Home-Systems), Dorfstromversorgungen oder für Pumpenanlagen angewandt.
In vielen Fällen der dezentralen Klein- und Kleinstanwendungen sind die brennstoffunabhängigen und wartungsarmen Systeme die beste und oft auch wirtschaftlichste Lösung für eine netzferne Stromversorgung.

Grafik/Bildquelle: Fraunhofer ISE, Freiburg aus BMU-Broschüre



Quelle: BMU-Erneuerbare Energien - Investitionen für die Zukunft, Berlin 4/2006

Technische Skizze Photovoltaik in Gebäuden



Quelle: AEE Agentur für Erneuerbare Energien 2009; www.unendlich-viel-energie.de

Technologie Photovoltaik zur Gewinnung von Solarstrom

Bei der solaren Stromerzeugung wird die Sonnenstrahlung mittels Solarzellen in elektrische Energie umgewandelt.

Herzstück jeder Solarzelle ist ein Halbleiter, meist Silizium.

Bei bestimmten übereinander angeordneten Halbleiterschichten entstehen unter dem Einfluss von Licht (Photonen) freie positive und negative Ladungen, die durch ein elektrisches Feld getrennt werden und als Elektronen über einen elektrischen Leiter abfließen können. Der so entstehende Gleichstrom kann direkt zum Betrieb elektrischer Geräte genutzt oder in Batterien gespeichert werden. Er kann auch in Wechselstrom umgewandelt und in das öffentliche Stromnetz eingespeist werden.

Quelle: www.ikee.de vom 19.5.2005

Solarzellen für Photovoltaikmodule

Solarzellen wandeln Sonnenlicht ohne mechanische, thermische oder chemische Zwischenschritte in elektrischen Strom um.

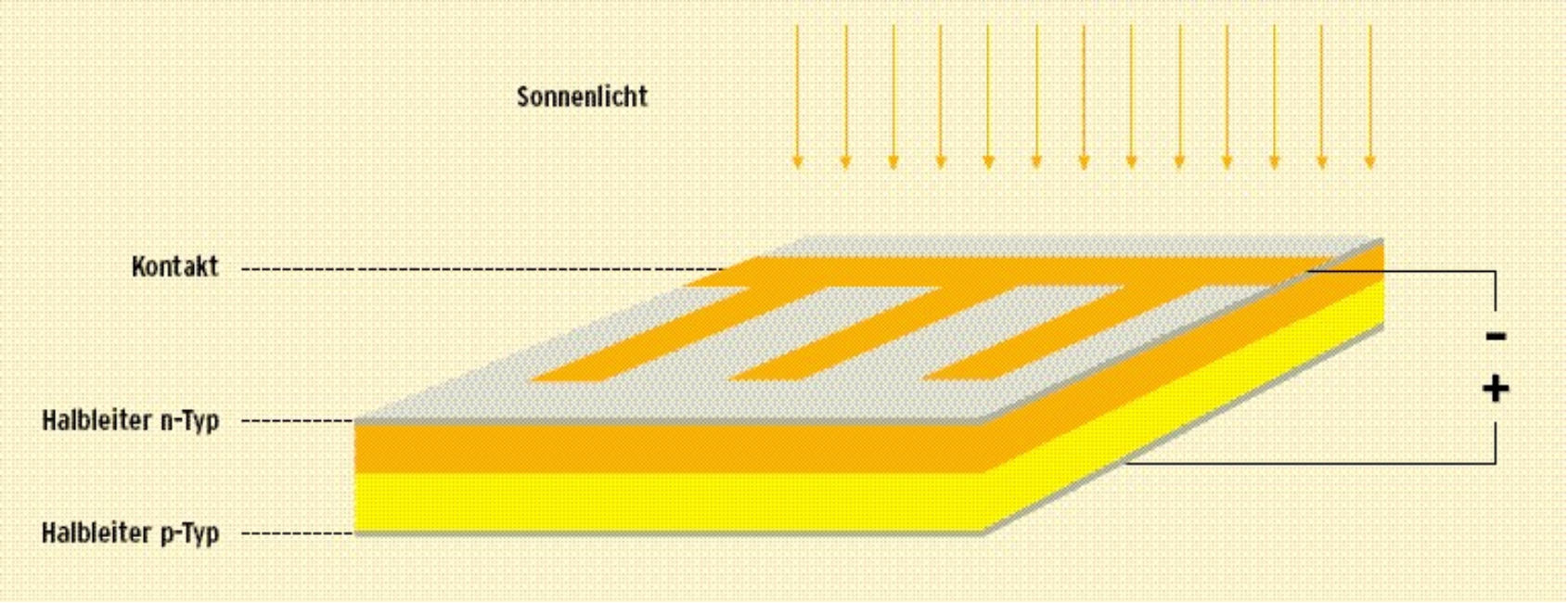
Herzstück jeder Solarzelle ist ein Halbleiter, meist Silizium.

Solarzellen beruhen auf dem fotovoltaischen Effekt: Bei bestimmten übereinander angeordneten Halbleiterschichten entstehen unter dem Einfluss von Licht (Photonen) freie positive und negative Ladungen, die durch ein elektrisches Feld getrennt werden und als Elektronen über einen elektrischen Leiter abfließen können.

Der so entstehende Gleichstrom kann direkt zum Betrieb elektrischer Geräte genutzt oder in Batterien gespeichert werden.

Er kann auch in Wechselstrom umgewandelt und in das öffentliche Stromnetz eingespeist werden.

Schnitt durch eine Solarzelle



Quelle: BMU-Erneuerbare Energien - Investitionen für die Zukunft, Berlin 4/2006

Definition und Herstellungsverfahren von Halbleitermaterialien aus Silizium für die Produktion von Solarzellen

Es wird in drei Varianten hergestellt:

Kristalline SI-Module
(mono-Si, multi-Si)

SI-Scheiben (Wafer) mit Dicken zwischen 0,2 und 0,4 mm
Scheibengröße 0, 01 bis 0,04 m^2
SI-Scheibe (Wafer) – Zelle – Modul
rd. 10 kg Halbleitermaterial je Kilowatt Leistung

Das teure, aber sehr reine monokristalline Silizium ist sehr aufwändig in der Herstellung, weist aber die besten Wirkungsgrade für die Umwandlung der Strahlungsenergie auf.

Polykristallines Silizium

Polykristallines Silizium ist einfacher und kostengünstiger in der Herstellung. Die Korngrenzen zwischen den Kristalliten der Siliziumzelle führen jedoch zu etwas schlechteren Wirkungsgraden. Dies schlägt sich in einem größeren Aufwand für die erforderliche Generatorfläche und Gestelle nieder.

Dünnschichttechnik
(a-Si/tf-c-Si, CdTe, CIS)

Nicht selbst tragende Schichten, wenige Ym Dicke
Produktionseinheiten: m^2
hohe Fertigungstiefe
rd.0,2 kg Halbleitermaterial je Kilowatt Leistung

Am billigsten ist die Herstellung von Dünnschichtzellen aus amorphem Silizium, allerdings ist der Wirkungsgrad und die Langzeitstabilität gegenüber den kristallinen Zellen herabgesetzt, was die Kostenvorteile weitgehend wieder ausgleicht.

Quellen: Gabler, ZSW 2006 und BMU 2006

Bauarten von Photovoltaikzellen (1)

Es gibt verschiedene Arten von Photovoltaikzellen: Hybrid-Zellen, monokristalline, polykristalline und amorphe Zellen.
Sie unterscheiden sich vor allem in der Energieausbeute pro Fläche (Wirkungsgrad) und im Herstellungsaufwand.

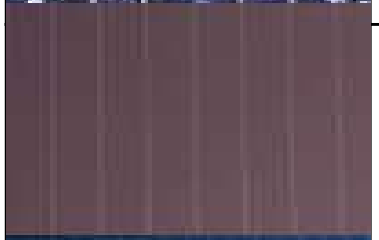
Hybridzellen
Monokristalline Hybrid-Wafer mit amorphem Silizium sind am aufwendigsten in der Herstellung.
Es handelt sich um eine Kombination aus amorpher und monokristalliner Technik.
Die Module erreichen die größten Modulwirkungsgrade.

Monokristalline Zellen
Bestehen aus hochreinem Halbleitermaterial. Aus einer Siliziumschmelze werden einkristalline Stäbe gezogen und anschließend in dünne Scheiben gesägt. Dieses Herstellungsverfahren garantiert relativ hohe Wirkungsgrade.

Polykristalline Zellen
Flüssiges Silizium wird in Blöcke gegossen, die anschließend in Scheiben gesägt werden. Bei der Erstarrung des Materials bilden sich unterschiedlich große Kristallstrukturen aus, an deren Grenzen Defekte auftreten. Diese Kristalldefekte haben einen geringeren Wirkungsgrad der Solarzelle zur Folge.

Amorphe oder Dünnschicht-Zellen
Auf Glas oder anderem Substratmaterial abgeschiedene Schicht, beispielsweise aus Silizium oder Kupferinidiumdiselenid. Die Schichtdicken betragen weniger als 1 µm, so dass die Produktionskosten allein wegen der geringeren Materialkosten niedriger sind. Die Wirkungsgrade amorpher Zellen liegen allerdings noch weit unter denen der anderen beiden Zelltypen. Dünschichtmodule kommen mit diffusen Lichtverhältnissen gut zurecht. Sie werden deshalb auf Ost- und Westdächern eingesetzt.

Bauarten von Photovoltaikzellen (2)

Abbildung	Modulart	Modulwirkungsgrad (%)	Flächenbedarf (m^2/kWp)
	Hybridtechnik Monokristalline Hybrid-Wafer mit amorphen Silizium	bis 17,4	bis 6,1
	Monokristallines Silizium	bis 15,4	bis 7,1
	Polykristallines Silizium	bis 14,2	bis 8,3
	CIS- (Kupfer-Indium-Diselenid) - Technik	bis 10,3	bis 11,4
	Amorphes Silizium	bis 7,0	bis 20,0

Quelle: NOVATECH GmbH, 74549 Wolpertshausen 1/2010; www.novatechgmbh.com

Fünf wichtige Photovoltaik-Technologien im Vergleich 2014

▸ **Monokristallines Silizium:** Es erreicht von allen Technologien den höchsten Wirkungsgrad – das gilt sowohl für die Zelle im Labor als auch für das serienmäßig hergestellte Solarmodul.

▸ **Polykristallines Silizium** und die beiden Dünnschichttechnologien **Kupfer-Indium-Gallium-Diselenid (CIGS)** und **Cadmiumtellurid (CdTe)** liegen in puncto Wirkungsgrad im Labor etwa gleichauf. In der Serienproduktion der Module fallen die Dünnschichttechnologien noch deutlich zurück.

▸ **Amorphes Silizium (a-Si)** folgt mit großem Abstand als dritte Dünnschichttechnik. dk

Photovoltaik: Fünf wichtige Technologien im Vergleich

Solarzellentechnologien und ihre Wirkungsgrade

Solarzellentechnologie	Wirkungsgrad der Solarzelle im Labor	Wirkungsgrad des marktreifen Solarmoduls
Monokristallines Silizium	25,6 %	21,5 %
Polykristallines Silizium	20,4 %	17,1 %
Kupfer-Indium-Gallium-Diselenid (CIGS)	20,9 %	14,6 %
Cadmiumtellurid (CdTe)	20,4 %	12,1 %
Amorphes Silizium (a-Si)	13,4 %	9,8 %

Zusammenstellung: Detlef Koenemann

Quelle: VDI nachrichten – Wirkungsgrad der Dünnschichtzellen steigt schnell an, 30. Mai 2014

Solarspeicher entlasten Stromnetze und bringen Energiewende voran

Netzdienliche Solarbatterien entlasten Stromnetze, weil sie Einspeisespitzen glätten / Stromnetze können bis zu 66 Prozent mehr Solarstrom-Kapazität aufnehmen / Positive Effekte auf Strommarkt und EEG-Umlagemechanismus.

Batteriespeicher können in Verbindung mit einer Photovoltaik-Anlage maßgeblich die Stromnetze entlasten, die Verfügbarkeit von Solarstrom ausweiten und zugleich die von den Verbrauchern zu tragenden Energiewende-Kosten senken. Das sind die Kernergebnisse der **Speicherstudie 2013, die das Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE** im Auftrag des Bundesverbandes Solarwirtschaft erstellt hat. Die dezentralen Solarbatterien speichern den erzeugten Solarstrom während des Tages zwischen, geben ihn zeitversetzt wieder ab und glätten so die Einspeisespitzen. Damit erhöhen Batteriespeicher die Aufnahmefähigkeit bestehender Stromnetze um bis zu 66 Prozent. „Netzengpässe sind eine der größten Herausforderungen der Energiewende. Solarstromspeicher entlasten das Stromnetz nur, wenn sie netzdienlich betrieben werden. Der Effekt ist umso größer, je mehr Speicherkapazität insgesamt verfügbar ist. Wie die Speicherstudie 2013 zeigt, werden Batteriespeicher künftig auch für den Strommarkt wichtige Dienstleistungen anbieten, indem sie an Regelenergiemärkten teilnehmen und den Bedarf an teuren Spitzenlast-Kraftwerken reduzieren.

Photovoltaik-Batteriespeicher lohnen sich für die Betreiber der Solarstrom-Anlagen, weil sie einen größeren Anteil des erzeugten Stroms selbst verbrauchen können. Abhängig von der Größe der Photovoltaik-Anlage lässt sich der eigenverbrauchte Solarstrom auf über 60 Prozent steigern.
Davon profitiert auch die EEG-Umlage. So wird jede direkt verbrauchte Kilowattstunde Solarstrom nicht vergütet. Bei im Januar installierten kleineren Photovoltaik-Anlagen immerhin zwischen 16 und 17 Cent pro Kilowattstunde. Zwar zahlt der Betreiber der Photovoltaik-Anlage für den selbst verbrauchten Solarstrom nicht die EEG-Umlage in Höhe von aktuell 5,27 Cent. Unterm Strich wird das EEG-Konto durch die vermiedene Vergütung aber deutlich entlastet. Auch die Kappung der Einspeisespitze von Solarstrom wirkt sich positiv bei der EEG-Umlageberechnung aus. Bislang wird Solarstrom in dem Augenblick verkauft, in dem er erzeugt wird. Dies führt aufgrund des hohen Angebots zu niedrigen Börsenpreisen, wodurch die Differenzkosten zur Einspeisevergütung zunehmen und die Umlage steigt. Die Batteriespeicher entkoppeln nun die Stromerzeugung vom Stromverkauf, so dass Solarstrom zu Zeitpunkten vermarktet wird, wenn gute Erträge erzielt werden können. Die Vermarktungserlöse des Solarstroms steigen. Im gleichen Umfang sinkt die Förderung der Erneuerbaren Energien, die über die EEG-Umlage die weitüberwiegende Mehrzahl der Stromkunden zahlt.

Quellen: BSW-Solar – Auszug PM vom 25.01.2013

Speicherstudie für PV-Anlagen 2013
Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE

Speicherstudie 2013 des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme ISE beschreibt Einfluss von Solarstrom-Speichern auf Netz und Strommarkt

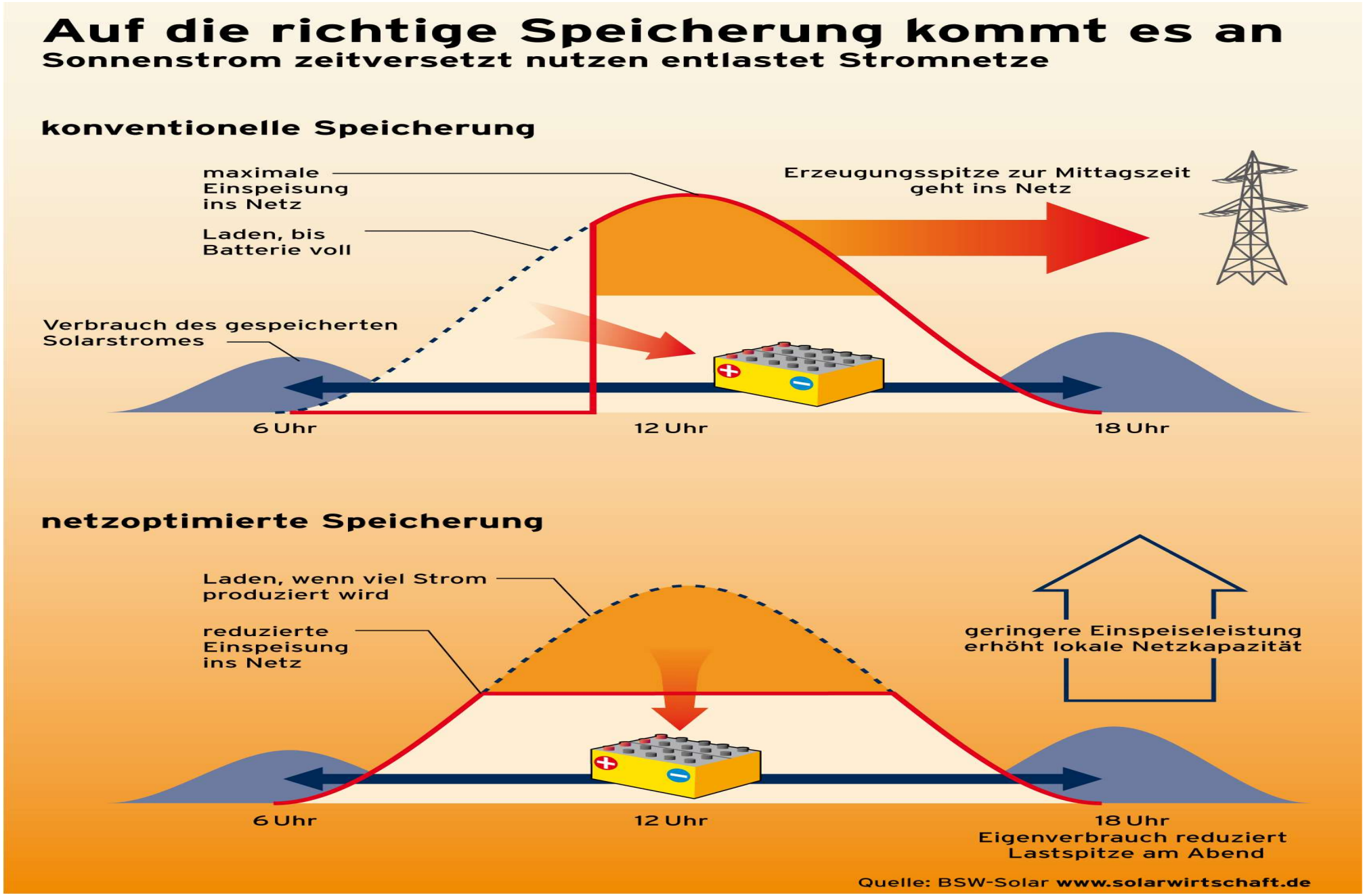
Die Speicherung elektrischer Energie wird zunehmend wichtig für den Umstieg zu einer auf Erneuerbaren Energien basierenden Stromversorgung. Folgerichtig hat der Bundestag die Einführung eines Programms zur Förderung dezentraler Batteriespeicher ab März 2013 beschlossen.

Die zentralen Ergebnisse sind:

- Durch Speicher, die an das Netz angeschlossen sind, können Spitzen in der Stromproduktion um bis zu 40 Prozent reduziert und die Aufnahmefähigkeit der Netze ohne zusätzlichen Ausbau um bis zu 66 Prozent gesteigert werden.
- Batterien, die den gespeicherten Strom wieder ins Netz rückspeisen, können einen größeren Beitrag zur Spitzenreduktion leisten, als dies durch pauschale Abregelung möglich ist. Um einen netzentlastenden Effekt der Photovoltaik-Anlagen zu erreichen, ist der direkte Zugriff auf die Speicher durch Netzbetreiber nicht notwendig. Die Netzentlastung wird durch die Betriebsführung des Systems mit fester Wirkleistungsbegrenzung erzielt.
- Batteriespeicher übernehmen systemrelevante Funktionen, die heutzutage größtenteils noch von konventionellen Kraftwerken erbracht werden. Während Photovoltaik-Anlagen heute schon Blindleistung bereitstellen, erweitern sich die Systemdienstleistungen von Solarstrom-Anlagen in Verbindung mit einem Batteriesystem um die Lieferung positiver Regelleistung, die Fähigkeit zum Schwarzstart und zur kurzzeitigen Aufrechterhaltung von Inselnetzen bei Netzstörungen. Somit übernehmen Photovoltaik-Batterie-Systeme wichtige „Kraftwerkseigenschaften“ von konventionellen Stromerzeugern.
- Der Zubau von netzoptimierten Photovoltaik-Batterie-Systemen führt zu einer Verstetigung der residualen Last, also der noch notwendigen Ausgleichsenergie für die schwankende Solarstrom-Einspeisung. Der verbleibende Bedarf kann dann einfacher mit anderen Erzeugungstechnologien gedeckt werden. Dadurch reduzieren die Solaranlagen in Kombination mit Speichern den Bedarf an teuren Kraftwerken, die nur selten gebraucht, aber für Engpässe vorbehalten werden, um zu Zeiten geringer Ökostrom-Produktion und hoher Stromnachfrage einzuspringen (Kaltreserve).
- Photovoltaik-Batterie-Systeme erhöhen den Anreiz zur Verbrauchsanpassung und bieten in Kombination mit Demand-Side-Management ein hohes marktgetriebenes Lastverschiebungspotenzial.
- Jede direkt verbrauchte Kilowattstunde Solarstrom wird nicht vergütet. Zwar zahlt der Betreiber der Photovoltaik-Anlage für den selbst verbrauchten Solarstrom nicht die EEG-Umlage in Höhe von aktuell 5,27 Cent. Unterm Strich wird das EEG-Konto durch die vermiedene Vergütung aber deutlich entlastet.
- Die Glättung von Einspeisung und Strombezug durch Photovoltaik-Batterie-Systeme hat stabilisierende Effekte auf die Strompreisbildung an der Börse, reduziert die Umlage der EEG-Kosten auf die Verbraucherstrompreise und steigert die Erlöse für die über die Börse gehandelte EEG-Strommenge aller erneuerbaren Erzeuger. Der verstetigte Strombezug führt in Verbindung mit geglätteter Einspeisung darüber hinaus zu einer besseren Planbarkeit und Auslastung konventioneller Kraftwerke.
  - Bislang wird Solarstrom in dem Augenblick verkauft, in dem er erzeugt wird. Die Erlöse werden dem EEG-Konto gutgeschrieben. Die Batteriespeicher entkoppeln die Stromerzeugung vom Stromverkauf, sodass Solarstrom vermarktet wird, wenn gute Erträge erzielt werden können. Die Vermarktungserlöse des Solarstroms steigen und die Differenz zwischen Börsenpreis und zu zahlender Vergütung sinkt, die wiederum über die EEG-Umlage die weitüberwiegende Mehrzahl der Stromkunden zahlt.
  - Nimmt zu Zeiten des Eigenverbrauchs gespeicherter Strommengen am Markt die Nachfrage ab, führt dies tendenziell zu sinkenden Marktpreisen, z.B. am Abend oder am Morgen. Auch dieser Effekt wirkt stabilisierend auf die Strompreisbildung an der Börse und reduziert die EEG-Umlage.

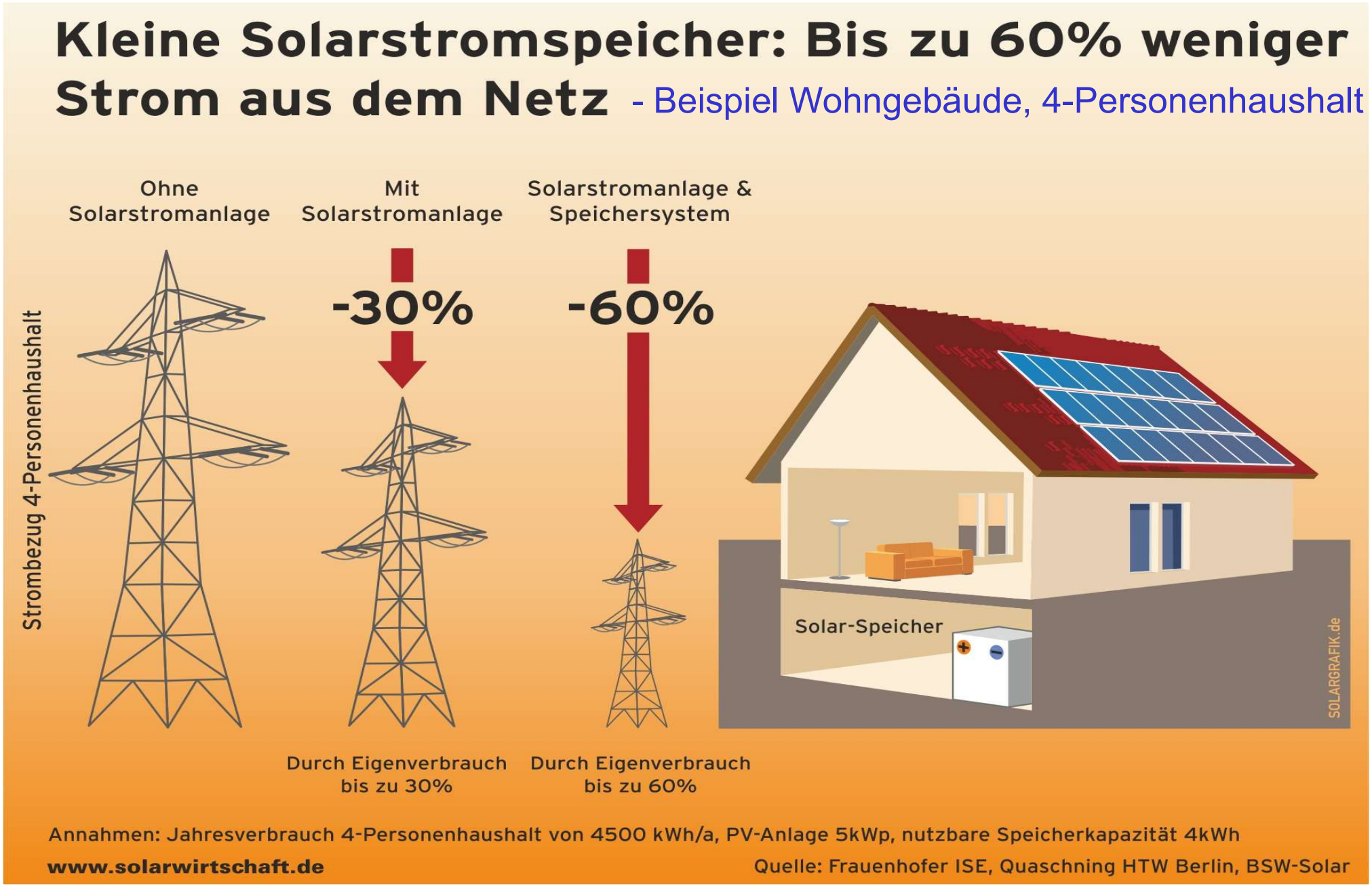
Quelle: BSW-Solar – Batteriespeicher – ein sinnvolles Element der Energiewende, Januar 2013

Speicherung von Solarstrom in Gebäuden (1)



Quelle: BSW-Solar aus www.solarwirtschaft.de/Mediathek 1/2017

Speicherung von Solarstrom in Gebäuden (2)



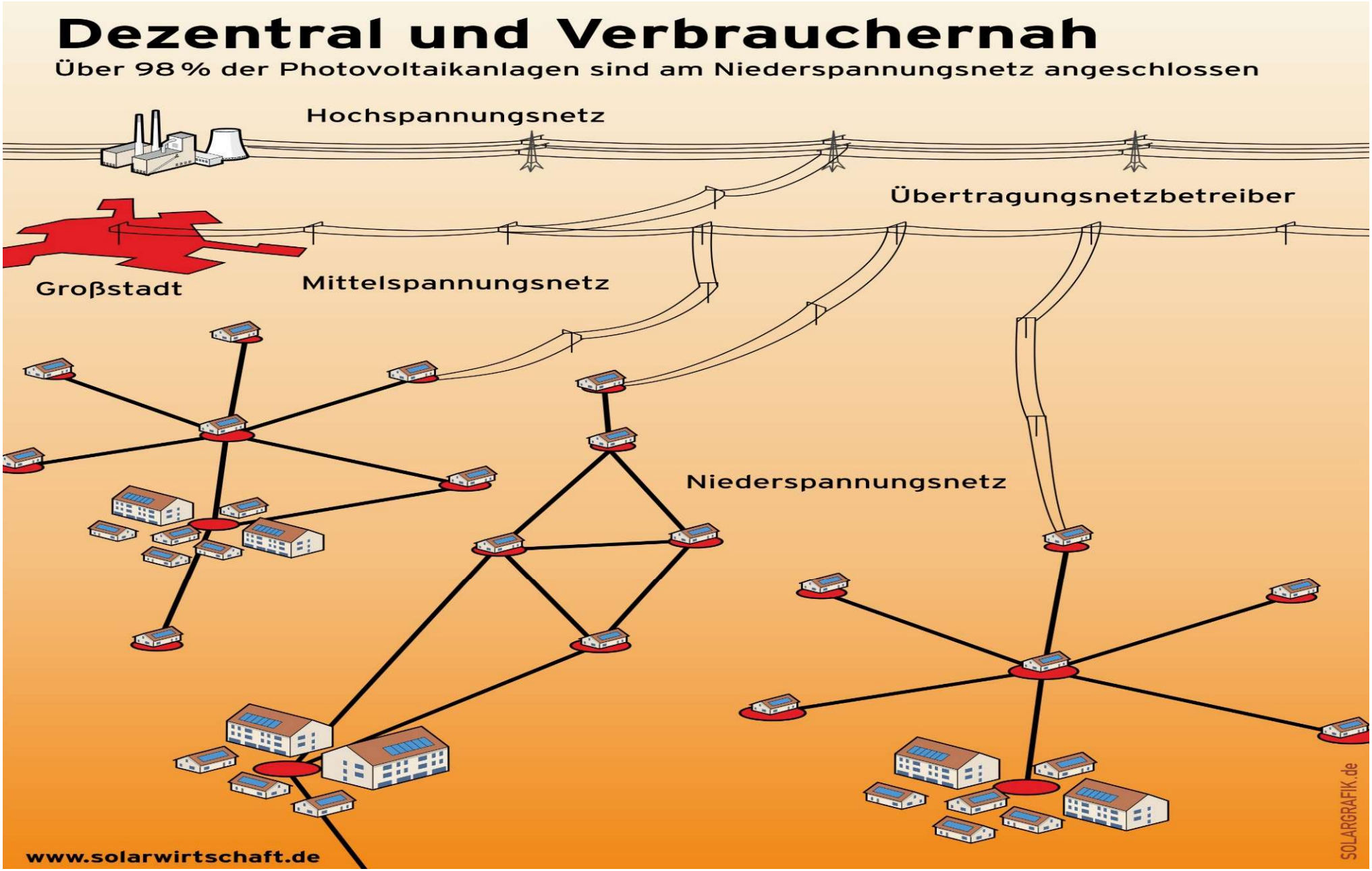
Quelle: BSW-Solar aus www.solarwirtschaft.de/Mediathek 1/2017

Speicherung von Solarstrom in Gebäuden (3)

Kleineres Lithium-Ionen-Batteriemodul wird in Wohngebäuden als Solarspeicher verwendet

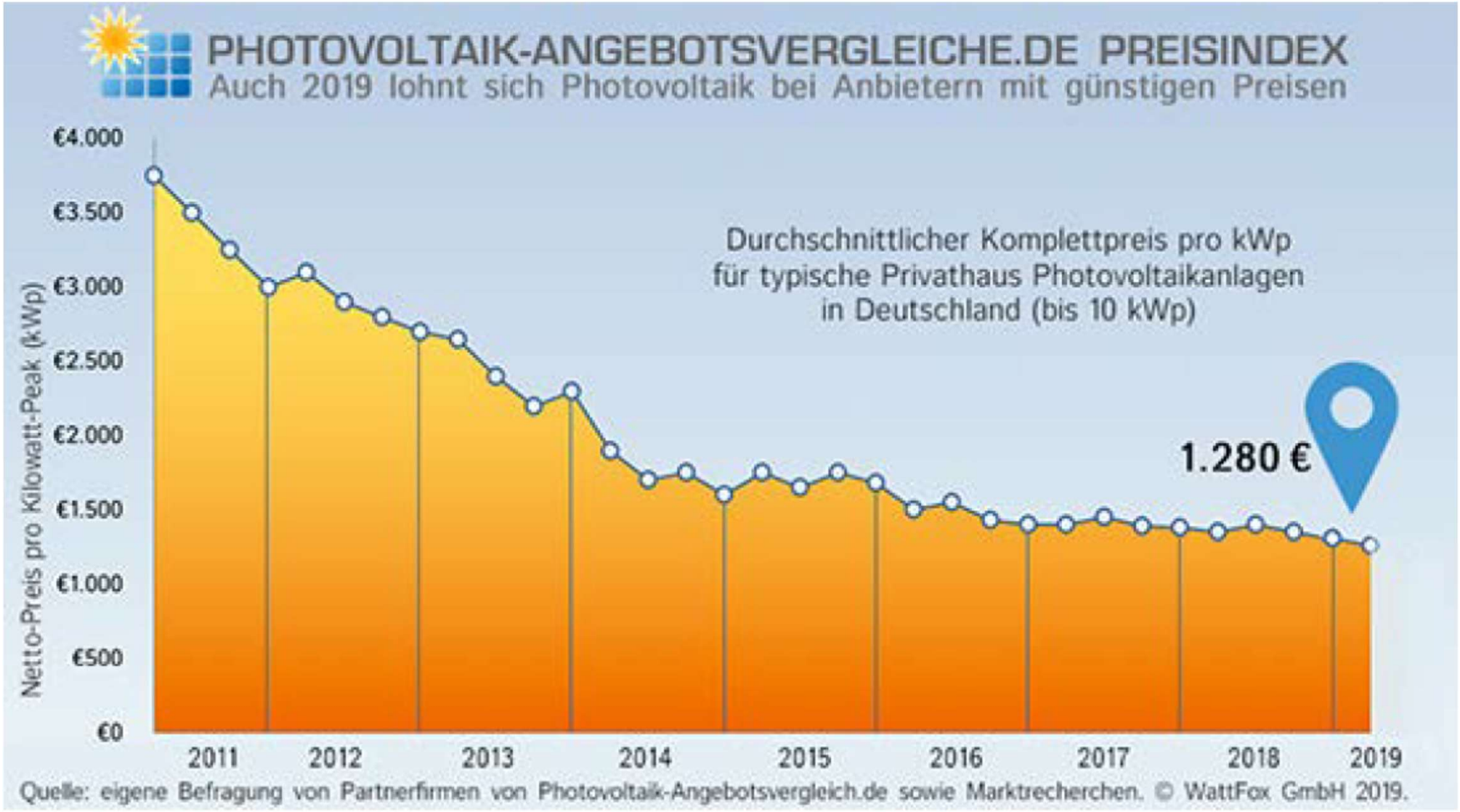
Quelle: EurObserv'ER - Photovoltaic BAROMETER, April 2014

Netzanschluss von Photovoltaikanlagen in Deutschland



Quelle: BSW-Solar aus www.solarwirtschaft.de/Mediathek; 1/2017

Entwicklung Endkundenpreis für Solarstromanlagen in Baden-Württemberg 2011-3/2019

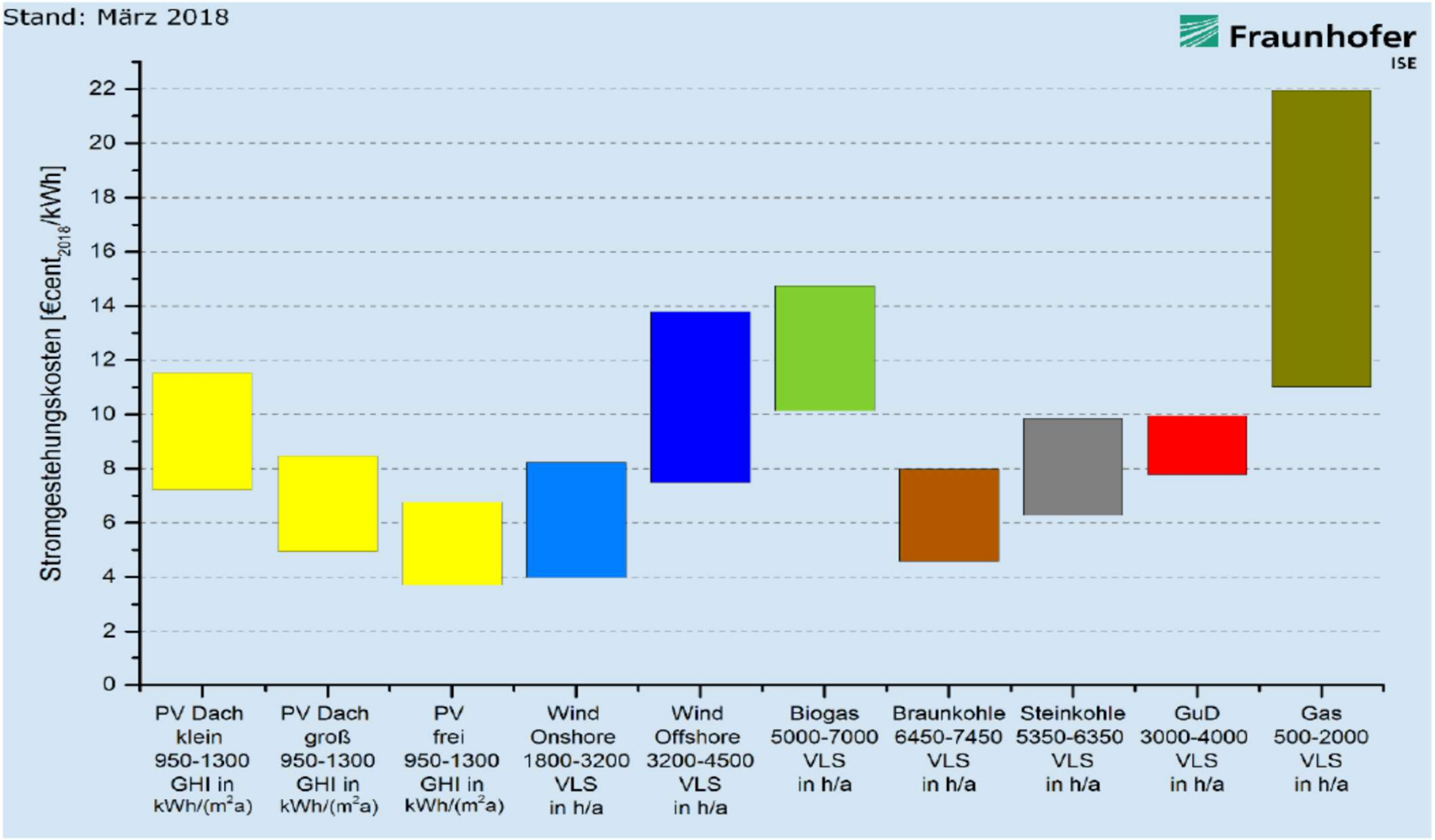


Quelle: Preisindex WattFox Photovoltiak-Anlagenvergleich.de

Quelle: WattFox GmbH, Freiburg 2/2019 aus www.angebotsvergleich.de

Stromerzeugungskosten nach Anwendungen und Energieträger in Baden-Württemberg, Stand März 2018

Stromerzeugungskosten im Vergleich



aus WattFox GmbH, Freiburg 2/2019, www.angebotsvergleich.de

Ausgewählte PV-Produkte nach Anwendungszweck (1)

Gebäudeanlagen

Dachparallele Anlagen

Charakteristik:

Ausrichtung: Süd
Dachneigung: 20-45°
Modulart: Kristalline oder Dünnschicht-Module

- meistgebaute Variante
- wird auf Wohnhäusern, landwirtschaftlichen Gebäuden und Firmengebäuden eingesetzt

Dachintegrierte Anlagen (Solarroof)

Charakteristik:

Ausrichtung: Süd
Dachneigung: 20-45°
Modulart: Dünnschicht Module

- ersetzt Dacheindeckung (z.B. Ziegel)
- Einsatz bei Neubauten
- Kombination mit Solarthermie möglich
- Verluste durch Erwärmung
- Zukunftstechnologie

Anlagen mit Leichtbau-Modulen

Charakteristik:

Ausrichtung: Süd
Dachneigung: 20-45°
Modulart: Dünnschicht Module (Unisolar)

- bei Dächern mit geringer statischer Belastbarkeit
- großflächige Amorphmodule
- Verlegung mit Rahmenmodulen oder Folien möglich

Ausgewählte PV-Produkte Anwendungszweck (2)

Fassadenanlagen

Charakteristik:

Ausrichtung: Süd
Dachneigung: 90°
Modulart: Kristalline Module und Dünnschichtmodule

- Zukunftstechnologie

Beispiel Fassadenanlage in Wolpertshausen
Anlagengröße: 12,24 kWp
Module: Suntech STP 170-24/Ac poly
Wechselrichter: SMA
Baujahr: 2006

Nachgeführte Anlagen

Charakteristik:

Ausrichtung: Ost – Süd - West
Dachneigung: 0°-30°
Modulart: Hybride oder monokristalline Hochleistungsmodule
(Sanyo, SunPower)

- ein- und zweiachsige Nachführanlagen oder komplett drehbare Gebäude
- Konstruktion folgt automatisch dem Sonnenverlauf
- jederzeit optimale Sonnenausrichtung
- Mehrertrag 18-30% im Vergleich zu fest installierten Anlagen
- sowohl als Freilandanlage als auch als Dachanlage installierbar

Ausgewählte PV-Produkte nach Anwendungszweck (3)

Freilandanlagen

Charakteristik:

Ausrichtung: Süd
Dachneigung: 28°
Modulart: Kristalline oder Dünnschicht-Module

- hoher energetischer Flächenertrag
- optimale Neigung und Ausrichtung
- Hinterlüftung ist gewährleistet
- Flächennutzungs- und Bebauungsplanänderung notwendig

Beispiel: Solarpark Novatech-Krauss mit Detailansicht

Quelle: NOVATECH GmbH, 74549 Wolpertshausen 1/2010; www.novatechgmbh.com

Gewerbe-und Umsatzsteuer bei privaten Fotovoltaikanlagen an Gebäuden in Deutschland 2011

Gewerbesteuer:

„Dem Grunde nach“ sind die Einkünfte „sowohl einkommen- als auch gewerbesteuerpflichtig“, die der Solarstromerzeugung durch die Einspeisung seines Stroms ins allgemeine Netz erzielt werden.
Gewerbesteuer fällt aber erst an, wenn der Gewinn aus dem Stromgeschäft **höher als 24.500 Euro** im Jahr übersteigt.
Bei den wenigsten Privatfotovoltaikern dürfte dies der Fall sein. Für die Einkommensteuer könnten die Gewinne „ in der überwiegenden Zahl der Fälle mit Hilfe der vereinfachten Gewinnermittlung“ errechnet „Einer Bilanzerstellung bedarf es also in diesen Fällen regelmäßig nicht.
Die Anlage G bei der Einkommensteuererklärung muss man aber schon ausfüllen; das dürfte sich aber auszahlen, weil auch Anfangsverluste geltend gemacht werden können.

Umsatzsteuer:

Will man Kleinunternehmer sein und bleiben, „entsteht keine Umsatzsteuer“. Die Grenze hierfür liegt bei einem **Jahresumsatz durch die Stromeinspeisung von 17.500 Euro.** Aber: diese Regelung verbietet, dass der Betreiber Vorsteuer aus der Anschaffung der Anlage erstattet bekommen und das bei der Finanzierung berücksichtigt werden kann. Nach der Beobachtung der Finanzverwalter verzichten Betreiber von Fotovoltaikanlagen „ deshalb regelmäßig auf die Kleinunternehmerregelung“.
Dadurch machen sie sich aber erklärungspflichtig und müssen monatlich eine Umsatzsteuervoranmeldung abgeben und eine selbst zu errechnende Vorauszahlung ans Finanzamt leisten.

Quelle: Thomas Breining - Stromeinspeisung droht die Umsatzsteuer, aus Stuttgarter Zeitung vom 22.08.2011

Checkliste zur Planung von Photovoltaikanlagen für Gebäude 2010 (1)

Bei der photovoltaischen Nutzung von Sonnenenergie wird die Strahlung der Sonne mittels Solarmodulen in elektrische Energie umgewandelt.

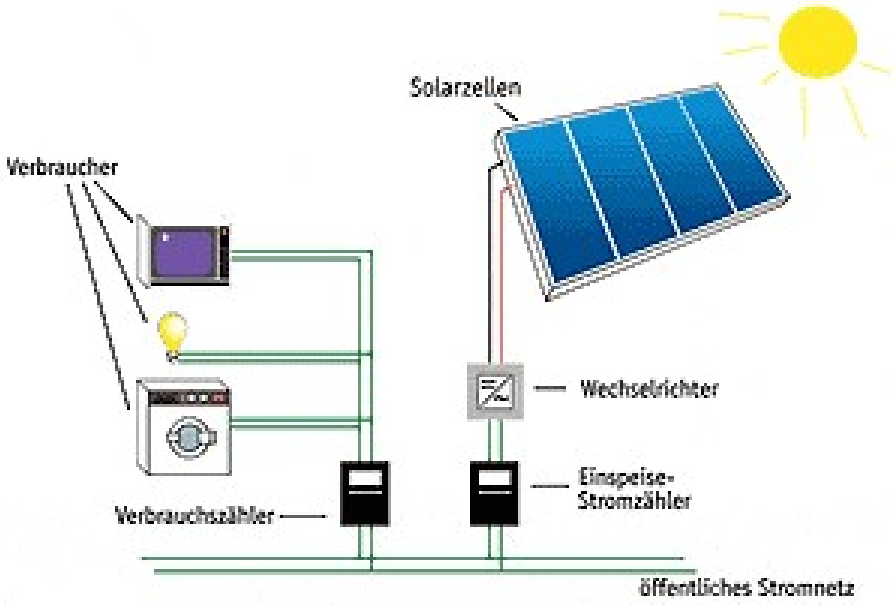
Solarzellen erzeugen aus Tageslicht Gleichstrom, der von einem Wechselrichter in Wechselstrom umgewandelt wird. Dieser wird ins öffentliche Stromnetz eingespeist und von den Netzbetreibern mit 39,14Cent (bei Errichtung von Aufdachanlagen bis 30 kWp im Jahr 2010) pro Kilowattstunde vergütet (Erneuerbare-Energien-Gesetz, 2009).

Für den Stromverbrauch im Haus wird Strom wie gehabt aus dem öffentlichen Netz über den Verbrauchszähler bezogen.

1. Komponenten einer Photovoltaikanlage

Die Grundeinheit einer Photovoltaikanlage ist das Solarmodul, in dem zahlreiche Solarzellen elektrisch verschaltet sind.

Mehrere Module werden zu einem Solargenerator verbunden. Der von den Solarzellen produzierte Gleichstrom wird über Gleichstromleitungen zum Wechselrichter geführt.
Dieses Gerät wandelt den Gleichstrom in Wechselstrom um, der bei einer netzgekoppelten Photovoltaik-Anlage über einen Zähler ins öffentliche Stromnetz eingespeist wird.



In sonnenarmen Zeiten wird Strom aus dem Netz bezogen – das öffentliche Stromnetz dient so als Speicher für die Photovoltaikanlage.

Checkliste zur Planung von Photovoltaikanlagen für Gebäude 2010 (2)

2. Gebäudeeignung für eine Photovoltaikanlage

Die Strahlungsintensität in Deutschland ist in allen Regionen des Landes groß genug, um Fotovoltaikanlagen sinnvoll zu betreiben.

Grundsätzlich können Photovoltaikanlagen überall dort installiert werden, wo ausreichend Licht hinfällt. Einen optimalen Ertrag bietet eine südorientierte Fläche mit etwa 30° Neigung. Eine Abweichung nach Südwest/Südost oder Neigungen zwischen 25° und 60° verringern den Energieertrag nur geringfügig. Verschattungen durch Bäume, Nachbarhäuser, Giebel, Antennen u.ä. sollten vermieden werden, da sie den Stromertrag deutlich reduzieren.

3. Größe von Photovoltaikanlagen

Die günstigen Vergütungsbedingungen machen es empfehlenswert, die Größe der Solaranlage nicht zwangsläufig nach dem eigenen Stromverbrauch zu bemessen, sondern nach der Größe der geeigneten Dachfläche und dem vorhandenen Geldbeutel.

Eine Photovoltaikanlage mit einer Nennleistung von 1.000 Watt (1 kWp) benötigt etwa 8 m² Dachfläche. Eine erste grobe Planung von Ertrag und Größe einer Solaranlage ermöglicht der interaktiver Technikberater des Bundesverbandes Solarwirtschaft (BSW), Web: www.solarfoerderung.de.

4. Leistung und Energieertrag von Photovoltaikanlagen

Als Faustregel gilt in unseren Breitengraden ein Energieertrag von mindestens 800 kWh pro kWp installierter Leistung der Anlage und Jahr. Schon eine 2 kWp – Photovoltaikanlage mit einer Größe von ca. 20 Quadratmetern produziert somit rd. 1.600 kWh Solarstrom im Jahr.

Bei einer Netzeinspeisung Ihres gesamten Solarstroms muss Ihnen dieser von Ihrem Netzbetreiber nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) mit jährlich gut 600 Euro vergütet werden.

Checkliste zur Planung von Photovoltaikanlagen für Gebäude 2010 (3)

5. Muss Solarstrom ins öffentliche Netz eingespeist werden?

Nein, der Strom kann auch im eigenen Haushalt verbraucht und nur der Überschuss ins Netz eingespeist werden. Wirtschaftlich interessant ist bei erhöhter Vergütung allerdings nur die komplette Einspeisung (EEG). Darüber hinaus kann Solarstrom direkt dort genutzt werden, wo kein Netzanschluss vorhanden ist, z.B. für solare Gartenlampen, solare Teichpumpen oder elektronische Kleingeräte. Zur Erhöhung der Versorgungssicherheit werden diese sogenannten Inselanlagen häufig mit einem Akku als Energiespeicher ausgestattet.

6. Montage von Photovoltaikanlagen

Photovoltaikmodule lassen sich auf nahezu allen Dachformen installieren. Geschickt eingebaut, sind sie ein echter Blickfang – das Gebäude wird aufgewertet.

Zur Auswahl stehen vier Möglichkeiten der Modulmontage. Die **Aufdachmontage**, die **Indachmontage**, die **Freiaufstellung** und die **Fassadenmontage**. Bei der Wahl der Montageart spielen neben der für die Module günstigsten **Ausrichtung** und Neigung auch optische und architektonische Gesichtspunkte eine Rolle.

Die Montage einer Solaranlage nimmt in der Regel nicht mehr als ein bis zwei Tage in Anspruch.

7. Lebensdauer von Photovoltaikanlagen

Die Hersteller von **Solarmodulen** bieten inzwischen Garantien zwischen 10 und 25 Jahren.
Die durchschnittliche Lebensdauer von Photovoltaikmodulen liegt bei 30-40 Jahren.
Generell ist eine Photovoltaikanlage sehr wartungs- und störungsarm.
Lediglich die **Wechselrichter** müssen i.d.R. nach ungefähr 10 Jahren ausgetauscht werden.

Checkliste zur Planung von Photovoltaikanlagen für Gebäude 2010 (4)

8. Genehmigung von Photovoltaikanlagen

Eine Solaranlage auf einem Einfamilienhaus, die in den meisten Fällen auf dem Dach errichtet oder in das Dach integriert wird, ist in den meisten Bundesländern genehmigungsfrei. Die Genehmigungspflichten regeln die Landesbauordnungen (LBO) der Länder. Einzusehen sind diese unter www.bauordnungen.de

Grenzen der Genehmigungsfreiheit sind in den Landesbauordnungen genannt. Diese betrifft oft die Größe der Anlagen, die genehmigungsfrei sind bzw. die Gebäude, Carporte, etc., auf denen die Solaranlagen errichtet werden sollen. Ebenso bei allen Anlagen, die nicht auf Dächern errichtet werden wie z.B. Freiflächenanlagen und Fassaden- bzw. Überkopfanlagen. Es ist ratsam, vor dem Bau der Anlage in der Landesbauordnung nachzulesen bzw. beim Bauamt nach der Anzeige- oder Genehmigungspflicht nachzufragen.

Ein anderer Punkt ist der **Denkmalschutz**. Dieser bezieht sich auf denkmalgeschützte Gebäude. Bei diesen ist grundsätzlich eine Genehmigung der Denkmalschutzbehörde einzuholen, was sich in der Realität oftmals als schwierig erweist, obgleich es inzwischen schon gelungene Beispiele der Integration von Modulen und Kollektoren auf Gebäuden gibt. Hier regeln Einzelentscheidungen der Behörden die Möglichkeit des Einbaus einer Solaranlage. Berücksichtigt werden sollte in der Diskussion mit der Behörde auf jeden Fall, dass der Klimaschutz auch bei schützenswerten Denkmälern ein wichtiger Faktor ist, da auch Umweltverschmutzungen den Gebäuden zu schaffen machen. Da wäre es fragwürdig, ob die Solaranlagen dann nur auf nicht denkmalgeschützten Gebäuden errichtet werden sollen. Andererseits soll im Denkmalschutz das Erscheinungsbild des Gebäudes oder eines Ensembels erhalten bleiben. Eine Solaranlage wird von seitens des Denkmalschutzes jedoch häufig als eine Beeinträchtigung des Erscheinungsbildes gesehen, so dass beim Einbau besonders auf eine architektonisch ansprechende Integration geachtet werden sollte. Auch ist es oftmals einfacher, eine Solaranlage auf der Südseite eines denkmalgeschützten Gebäudes genehmigt zu bekommen, die nicht von der Straße aus einzusehen ist.

Checkliste zur Planung von Photovoltaikanlagen für Gebäude 2010 (5)

9. Förderung von Photovoltaikanlagen

Derzeit werden Netto-Preise zwischen 3.000 Euro und 3.500 Euro pro **kWp** Leistung inklusive Installation genannt.

Bei einer Betreibervergütung von 39,14 Cent je Kilowattstunde (bei Inbetriebnahme der Anlage im Jahr 2010) nach dem **EEG 2009** stehen diesen Ausgaben nach 20 Jahren Einnahmen von rd. 6.200 Euro/kWp gegenüber.

Zinsgünstige Darlehen wie das **Programm „Erneuerbare Energien** der KfW-Förderbank erleichtern in Deutschland die Finanzierung von Photovoltaikanlagen.

10. Betriebs- und Wartungsaufwand von Photovoltaikanlagen

Solarstromanlagen arbeiten nahezu wartungsfrei. Die Betriebs- und Wartungskosten für Photovoltaikanlagen sind deshalb sehr gering.

Die wichtigste Arbeit ist das regelmäßige Ablesen des **Stromzählers**, damit Sie eine Störung, so selten diese in der Praxis auch auftritt, frühzeitig erkennen.

Staub und Schmutz auf den Solarmodulen werden i.d.R. in ausreichendem Maße durch Schnee und Regen entfernt. Besonders grobe Verschmutzungen (z.B. bei Laub und Vogelkot), die eine echte **Teilbeschattung** der Anlage verursachen, sollten möglichst schnell entfernt werden.

Quelle: Bundesverband Solarwirtschaft (BSW) 2010, www.solarwirtschaft.de

50,2 Hz – Nachrüstung für PV-Anlagen in Baden-Württemberg und Deutschland, Stand 3/2013 (1)

Bitte zu beachten:

Die auf diesen Seiten der EnBW Regional AG zur Verfügung gestellten Informationen zum Thema 50,2 Hz sind nach bestem Wissen und Gewissen zusammengestellt, stellen aber keine rechtsverbindliche Aussage dar. Maßgeblich bzgl. der technischen Nachrüstung sind:

- die gesetzlichen Vorschriften,
- einschlägige gerichtliche Urteile,
- ggf. die Entscheidung der Clearingstelle zu diesem Themenkomplex, sowie
- die technischen Mindestanforderungen des Netzbetreibers.

Zum Hintergrund: Warum ist die Nachrüstung von Wechselrichtern notwendig?

Innerhalb der letzten Jahre hat die Einspeisung von Strom aus dezentralen Energieerzeugungsanlagen, insbesondere von Solarstromanlagen, erheblich zugenommen. Im Jahr 2011 waren deutschlandweit bereits 25 Gigawatt (GW) Photovoltaik (PV) installiert. PV-Anlagen haben damit eine große Bedeutung für die Stromversorgung und auch für die Stabilität des Stromnetzes erreicht.

Viele ältere Anlagen sind so eingestellt, dass sie sich bei einer Netzfrequenz von 50,2 Hz schlagartig abschalten – alle Anlagen in Deutschland zusammen entsprechen einer Anlagenleistung von ungefähr neun Großkraftwerken. Das gleichzeitige Abschalten dieser Anlagen könnte zu deutschlandweiten Versorgungsstörungen führen.

Um das hohe Maß an Versorgungssicherheit in Deutschlang weiter gewährleisten zu können, wurden vom Bundesumwelt-ministerium, dem Bundeswirtschaftsministerium, den Netzbetreibern und den betroffenen Verbänden gemeinsam Maßnahmen zur Nachrüstung von PV-Anlagen erarbeitet. Dabei ist nicht nur eine Anpassung der Einstellungen von neuen Anlagen, sondern auch die Anpassung von bestehenden Anlagen erforderlich.

Hierzu trat am 26. Juli 2012 die Systemstabilitätsverordnung (SysStabV) in Kraft, die die Netzbetreiber mit der Organisation der Nachrüstung beauftragt. Anlagenbetreiber tragen keine Kosten, sind aber - im Interesse aller deutschen Stromverbraucher - zur Mitwirkung verpflichtet. Gemäß EEG kommt es bei Nichterfüllung der Mitwirkungspflicht des Anlagenbetreibers im Sinne der SysStabV zum Verlust der EEG-Vergütung.

50,2 Hz – Nachrüstung für PV-Anlagen in Baden-Württemberg sowie auch Deutschland, Stand 3/2013 (2)

Die Mitwirkungspflicht des Anlagenbetreibers beinhaltet u. a. auch das vollständige Ausfüllen eines Fragebogens, welcher den Anlagenbetreibern per Post zugeht, sowie auch das Zustandekommen eines Termins zur Nachrüstung innerhalb der Fristen gemäß der SysStabV.

Die genauen Fristen sowie Antworten auf häufig gestellte Fragen, ist zusammengestellt unter **FAQ´s 50,2 Hz**

Eine erste Hilfe beim Ausfüllen des Fragebogens finden Sie unter :
- Ausfüllhilfe zum Fragebogen
- Muster-Abfragebogen 1 zur 50,2 Hz Problematik
- Muster-Abfragebogen 2 zur 50,2 Hz Problematik sowie
-SysStabV
unter www.enbw-regional.de

Folgende Ausnahmen hat der Gesetzgeber getroffen:

Kleine Anlagen bis 10 kW Leistung, wie sie auf vielen privaten Hausdächern befinden, sind von der Aktion nicht betroffen. Auch neue Anlagen ab Januar 2012 sind bereits auf dem neusten stand und brauchen keine Nachrüstung.

Quellen: EnBW Regional AG 3/2013; www.enbw-regional.de; Südkurier, 6. März 2013

Photovoltaik
in Baden-Württemberg

Photovoltaik ist eine Technologie, die Sonnenlicht in elektrischen Strom umwandelt. Photovoltaik wird in Baden-Württemberg als eine wichtige erneuerbare Energiequelle gefördert, um die Klimaziele zu erreichen und die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen zu verringern.

In Baden-Württemberg gibt es verschiedene Formen von Photovoltaikanlagen, die auf oder an Gebäuden, in der Fläche oder auf baulichen Anlagen installiert werden können. Die häufigste Form sind Anlagen auf Dachflächen, die sowohl für private als auch für gewerbliche oder kommunale Zwecke genutzt werden können. Photovoltaikanlagen auf Freiflächen erzeugen mehr Strom, benötigen aber auch mehr Fläche und Genehmigungen. Photovoltaikanlagen, die in die Fassade oder das Dach integriert sind, übernehmen gleichzeitig die Funktion der Gebäudehülle und können ästhetische Vorteile bieten.

Seit 2021 gilt in Baden-Württemberg eine Photovoltaik-Pflicht für Neubauten und umfassende Sanierungen. Das bedeutet, dass bei solchen Bauvorhaben eine Photovoltaikanlage mit einer Mindestleistung von 10 Kilowatt installiert werden muss. Diese Pflicht soll den Photovoltaik-Ausbau im Land beschleunigen und zusätzlichen Flächenverbrauch vermeiden.

Wenn Sie mehr über Photovoltaik in Baden-Württemberg erfahren möchten, können Sie die folgenden Quellen nutzen:

- Das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg bietet Informationen zu Photovoltaik, Photovoltaik-Pflicht und Fördermöglichkeiten an [1, 2].
- Das Photovoltaik-Netzwerk Baden-Württemberg bietet unabhängige Beratungen, Veranstaltungen und Erfahrungsaustausch für verschiedene Zielgruppen an [3].
- Die enerix Weser-Ems ist ein Photovoltaik- und Stromspeicher-Anbieter für Rottweil und Umgebung, der PV-Anlagen, Batteriespeicher, Infrarotheizungen und Wärmepumpen anbietet [4].
- Die Diether Photovoltaik GmbH ist ein Photovoltaik-Unternehmen in Gomaringen, das individuelle Lösungen für Privat- und Gewerbekunden plant und installiert [5].

Quellen: Microsoft BING Chat mit GPT 4 (KI), 11/2023 aus 1. um.baden-wuerttemberg.de; 2. um.baden-wuerttemberg.de; 3. photovoltaik-bw.de; 4. enerix.de;
5. diether-photovoltaik.de; 6. bing.co

Landesregierung
Klimaschutz und Energiepolitik

Klimaschutz und Energiepolitik der Landesregierung Baden-Württemberg 2021-2026, Auszug Photovoltaik, 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:

Die Nutzung landeseigener Gebäude und Grundstücke für Freiflächen-, Dachflächen- und Fassaden-Photovoltaik:

Zur möglichst raschen Mobilisierung können Flächen auch an Dritte verpachtet werden.

Den Einsatz für den Ausbau von Freiflächen-Photovoltaik:

Dabei wollen wir unter anderem auch Projekte entlang von Autobahnen, Zugstrecken, auf ehemaligen Mülldeponien und auf Baggerseen vorantreiben. Zudem werden wir die Agri-Photovoltaik (PV) fest etablieren und uns für eine rechtliche Klarstellung einsetzen, dass ein Miteinander von landwirtschaftlicher Nutzung und Energieerzeugung keine nachteiligen Auswirkungen auf die Inanspruchnahme von EU-Zahlungen hat. Regelungen auf Landesebene werden wir anpassen. Unser Ziel ist es, möglichst viele Agri- und Floating-PV-Projekte aus dem neuen EEG-Ausschreibungsregime im Land zu realisieren.

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 Einführung einer Solarpflicht

für den Photovoltaikausbau auf Gebäuden (einschließlich Solarthermie), die die bestehende Photovoltaikpflicht auf neue Wohngebäude und grundlegende Dachsanierungen bei Bestandsgebäuden (Wohn- und Gewerbegebäude) erweitert, und die relevante Absenkung des Schwellenwerts für die PV-Pflicht bei neuen Parkplätzen.

Die Einführung einer Ermächtigungsgrundlage für Kommunen,

auf deren Basis sie weitergehende Anforderungen im Bereich Energie und Klimaschutz festsetzen können.

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 Förder-programme 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.

Freiflächen-Photovoltaik ausbauen:

Neben den bereits genannten Maßnahmen für die Freiflächen-Photovoltaik werden wir die landesspezifische Zuschlagsgrenze von 100 Megawatt pro Jahr für Freiflächen-PV auf „benach-teiligten Gebieten“ daher bedarfsgerecht anheben und nach Möglichkeit Erleich-terungen bei Genehmigungsverfahren umsetzen. Wir befürworten, dass Ausgleichsmaß-nahmen für Freiflächen-PV-Anlagen innerhalb der Anlage oder zumindest ohne zusätzlichen Flächenverbrauch realisiert werden können. Beim Ausbau der Freiflächen-PV achten wir auch weiterhin auf ein agrarstrukturschonendes Flächenmanagement.

Darüber hinaus werden wir uns beim Bund dafür einsetzen, Solarfreiflächenanlagen in den Katalog der privilegierten Außenbereichsvorhaben aufzunehmen und eindeutige Planungs-maßstäbe fest-zusetzen. Ziel ist es, die Planungsträger zu entlasten und rechtssichere Planungen zu ermöglichen.

Wir wollen den Ausbau von Freiflächensolarenergie auf stillgelegten Deponien fördern. Dazu soll eine gegebenen falls notwendige Wiederaufforstung durch die ersatzweise Entrichtung einer Walderhaltungsabgabe ermöglicht werden. Dies gilt auch für temporäre Waldumwandlungs-genehmigungen. Wir werden prüfen, inwieweit die mit PFC belasteten Gebiete im Raum Raststatt /Baden-Baden sowie Mannheim zukünftig von den Grundstückseigentümerinnen und Grundstückseigentümern für Freiflächen-PV genutzt werden können.

Große und kleine PV-Anlagen zur Selbstversorgung bergen große Potenziale.

Deshalb werden wir auch Hindernisse beim Ausbau der Dach- und Fassaden-Photovoltaik abbauen. Wir werden dabei prüfen, inwieweit die Errichtung von PV-Anlagen auf Denkmal-geschützten Gebäuden erleichtert werden kann.

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.

Quelle: Koalitionsvertrag zwischen Bündnis 90/Die Grünen und der CDU Baden-Württemberg 2021 – 2026,
Kapitel 2: Klima und Naturschutz, Erhalten, was uns erhält: Für ein klimaneutrales Baden-Württemberg, S. 23-27, vom 12. Mai 2021

Einleitung und Ausgangslage

Einleitung und Ausgangslage zur Photovoltaiknutzung in Baden-Württemberg bis 2017; Stand 3/2018

Sonnenenergie

Jeden Tag wirkt die Sonne mit einer Energiestrahlung auf die Erde ein, die höher ist als der gesamte Energiebedarf der Welt. Damit ist die Sonne unsere größte, unerschöpfliche Energiequelle. Da die Sonne in der Nacht nicht scheint und auch im Winter selten, steht uns diese Energie jedoch nicht immer zur Verfügung. In Deutschland kann man durchschnittlich mit 1.600 Sonnenstunden pro Jahr rechnen. Und diese reichen aus, jede Menge umweltfreundliche Energie zu produzieren.

Die Nutzung von Sonnenenergie hat viele Vorteile. Sind die Anlagen einmal installiert, liefert die Sonne die Energie kostenlos. Aus Solarstrahlung können Strom und Wärme schadstofffrei produziert werden. Die technisch langlebigen Anlagen kann mittlerweile jeder auf seinem eigenen Dach nutzen und wird dadurch unabhängig von zukünftigen Strompreissteigerungen.

Sonnenenergie kann zur Strom- oder Wärmeerzeugung genutzt werden.

Photovoltaik und Batteriespeicher

Photovoltaikanlagen wandeln das eintreffende Sonnenlicht in elektrischen Strom um. Der erzeugte Strom kann dann entweder im eigenen Haushalt verbraucht oder ins örtliche Stromnetz eingespeist werden.

Mit Sonne Strom erzeugen – dafür entscheiden sich immer mehr Menschen in Deutschland. Die Zahl der Solaranlagen auf Dächern oder freier Fläche steigt nach wie vor. Ende 2016 waren in Deutschland etwa 1,5 Millionen Anlagen mit einer Gesamtleistung von rund 41 Gigawatt installiert.
In Baden-Württemberg waren 287.140 Anlagen (Ende 2015) mit einer Gesamtleistung von rund 5,3 Gigawatt (Ende 2016) installiert.
Beim Zubau im Jahr in Baden-Württemberg wurden 12.443 Anlagen mit 211 MW Leistung bei einer D-Leistung von 17,0 kW ermittelt.

Immer mehr Anlagenbetreiberinnen und Anlagenbetreiber gehen jedoch noch einen Schritt weiter: Die erzeugte Energie wird nicht mehr nur ins Netz eingespeist, sondern für den Eigenverbrauch gespeichert. Solarstromspeicher machen dies möglich.
Im Jahr 2016 wurden in Baden-Württemberg wurden 3.558 PV-Speicher installiert.

Quellen: UM BW & ZSW – Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2016, Stand 11/2017; Bundesnetzagentur aus BSW-Solar - Entwicklung des deutschen PV-Marktes, PV Meldedaten in D 2017/18, 1/2018; Agentur für erneuerbare Energien aus www.foerderal-erneuerbar.de 3/2018

Ausgewählte Schlüsseldaten zum Photovoltaik-Solarstrom
in Baden-Württemberg 2021, Stand 10/2022 nach UM BW-ZSW

Potenzial:

- Technisches Potenzial k.A. Mrd. kWh

Nutzung *:

- Bisher erschlossenes Potenzial:

k.A %

- Installierte Leistung:

Ende 2021: 7.537 MWp

- Nettozubau:

621 MW installierte Leistung

- Brutto-Stromerzeugung (BSE):

6.567 GWh = 6,6 TWh (Mrd. kWh)

(13,0% Anteil an der BSE von 59,9 Mrd. kWh, 9,6% Anteil am BSV von 68,1 Mrd. kWh)

- Volllaststunden:

1. Variante: Bruttostromerzeugung /installierte Durchschnitts-Leistung 6.567 GWh / k.A. GWp) = k.A. h/Jahr
2. Variante: Bruttostromerzeugung /installierte Leistung zum J-Ende 6.567 GWh / 7,537 GW = 871 h/Jahr

von jeweils von max. Jahresstunden von 8.760 h/Jahr

Im allgemeinen werden die Jahresvolllaststunden vereinfacht mit der installierten Leistung zum Jahresende ermittelt.

* Daten 2021 vorläufig, Stand 12/2022

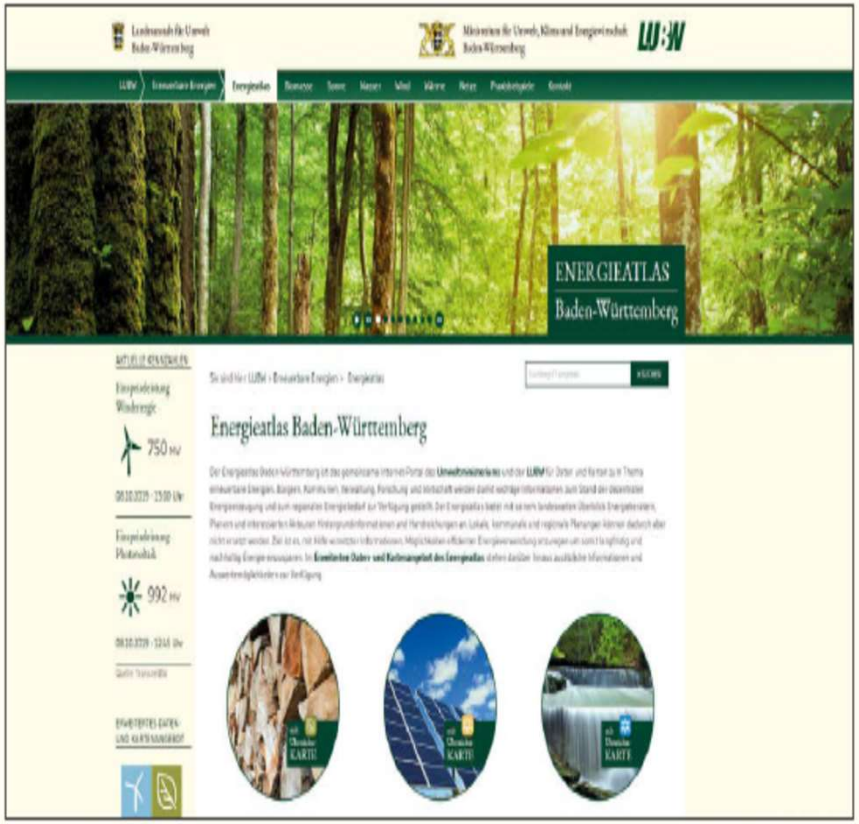
Hinweis: Methodisch geringe Abweichungen in Bezug auf die Bruttostromerzeugung beim Stat. LA BW: PV-Stromerzeugung 5.738 GWh von gesamt 44.337 GWh

Quellen: UM BW & ZSW „Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2020, 1o/2021; Stat. LA BW 12/2021

Grundlagen und Rahmenbedingungen

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

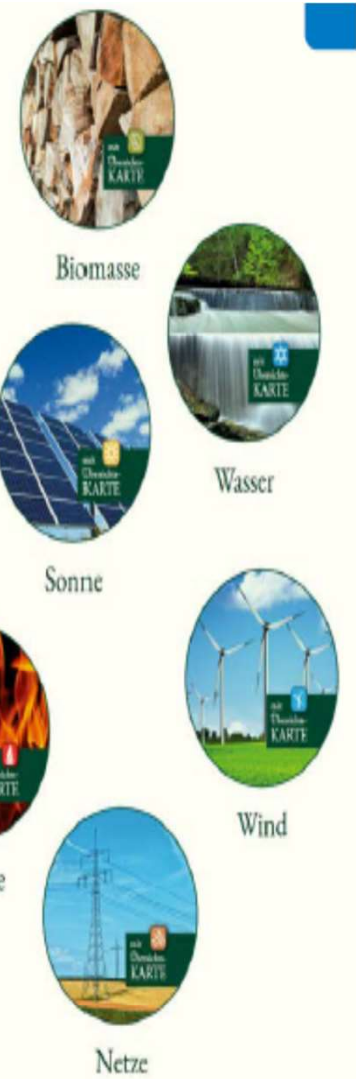
ENERGIEATLAS BADEN-WÜRTTEMBERG



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

PV-Solarenergie
Solarstrom in Baden-Württemberg, Stand 2/2024

Solarenergie – Solarstrom in Baden-Württemberg

Im Jahr 2011 stammten nur etwa 19 % der Bruttostromerzeugung im Land Baden-Württemberg aus erneuerbaren Energien. Der Anteil der erneuerbaren Energien (einschl. Photovoltaik) an der Bruttostromerzeugung lag im Jahr 2020 bei 41 %, im Jahr 2021 bei 37 % und in 2022 bei rund 36 %. Die Gesamtbruttostromerzeugung ist im Jahr 2022 um 8 % gestiegen, vornehmlich durch die Stromerzeugung mit fossilen Energieträgern (Steinkohle) mit einem Zuwachs von 13,1 % im Jahr 2022 gegenüber dem Jahr 2021.

Deutlich gestiegen ist aber auch der Beitrag der erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung mit einem Plus von 7 %.
Die Solarenergie bietet neben der Windenergie die größten Ausbaumöglichkeiten. Positive Effekte ergeben sich durch den steigenden Anteil der wirtschaftlichen Nutzung des Solarstroms im eigenen Gebäude (Eigenverbrauch) sowie durch die Entwicklung effektiverer und preiswerterer Stromspeicher. Um die wirtschaftliche Nutzung des Daches besser abschätzen zu können, enthält das neue Solardachkataster einen Wirtschaftlichkeitsrechner, mit dem auch geplante oder bereits eingebaute Wärmepumpen, Batteriespeicher oder E-Autos berücksichtigt werden können.

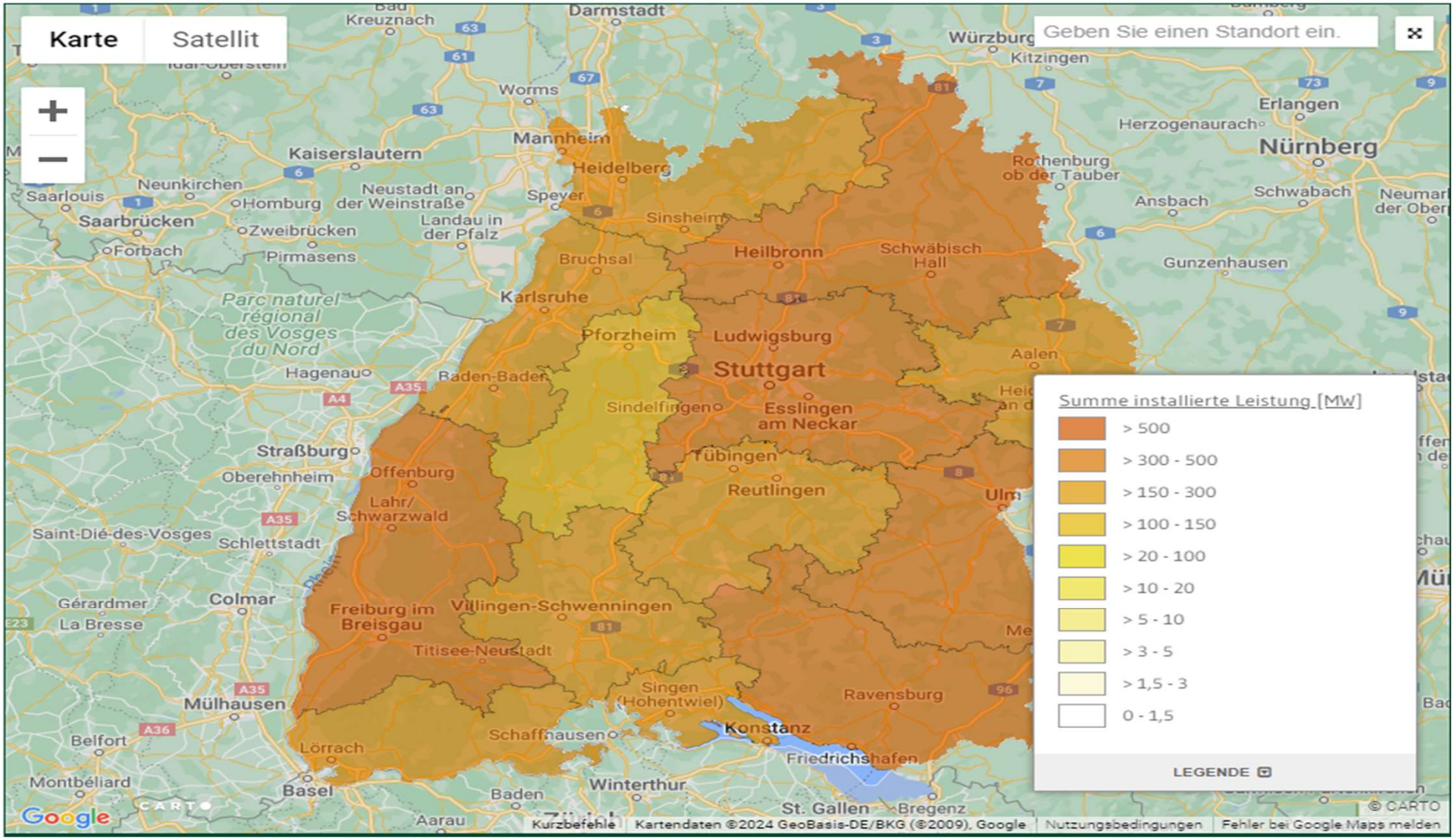
Um das große Potenzial des Solarstroms in Baden-Württemberg weiter auszubauen, wurde im Klimaschutzgesetz des Landes Baden-Württemberg (Stand: 21.10.2021) eine PV-Pflicht für Neubauten ab Mai 2022 und für Sanierungsmaßnahmen von Dächern ab Januar 2023 eingeführt. Für Neubauten kann das Solardachkataster keine direkte Hilfestellung bieten, allerdings kann es bei der Sanierung bestehender Häuser eine Orientierung für die Eignung und Wirtschaftlichkeit einer PV-Anlage bieten.

Quelle: Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2022, erste Abschätzung April 2023 aus LU BW + UM BW: Energieatlas Baden-Württemberg 2020, Internetportal, Sonne, Stand 2/2024;

PV-Dachflächen

Installierte Leistung im Bestand in Baden-Württemberg, Stand 2/2024 **(1)**

Installierte Leistung bestehender PV-Dachanlagen



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

PV-Dachflächen

Installierte Leistung im Bestand in Baden-Württemberg, Stand 2/2024 **(2)**

Installierte Leistung bestehender Dachflächen

Die Karte zeigt die installierte Leistung [in MW] bestehender Photovoltaikanlagen auf Dachflächen als Summe einer Gemeinde, eines Kreises oder einer Region in Baden-Württemberg (Stand 2018). Es handelt sich um Daten der Übertragungsnetzbetreiber, die auf der Seite **www.netztransparenz.de** öffentlich einsehbar sind, sowie eigenen Berechnungen.

Bei Anwahl einer eingefärbten Fläche wird links die Objektinformation zu dieser Fläche angezeigt. Sie enthält Informationen zur installierten Leistung, der Anzahl an Photovoltaik-Dachanlagen, zur Strommenge, die eingespeist und berechnet[1] wurde, zur Anzahl an mit PV-Strom versorgten Einwohnern und der Stromerzeugung je Einwohner, sowie der Anzahl der Einwohner[2] in dieser Gebietseinheit

Über das **Erweiterte Daten- und Kartenangebot** kann die dargestellte Karte mit anderen Karten kombiniert oder heruntergeladen werden. Außerdem können die Daten in Tabellenform heruntergeladen oder ausgewertet werden und je nach Auswertung die Daten wieder in die Kartendarstellung übernommen werden.

In 2018 gab es in Baden-Württemberg 325.395 Photovoltaikanlagen auf Dachflächen mit einer installierten Leistung von insgesamt 5.327 MW. Diese erzeugten im Jahr 2018 ungefähr 5.196 GWh Strom[1]. Von dieser Strommenge wurden ca. 4.900 GWh in das Stromnetz eingespeist. Die EEG-Vergütung hierfür betrug etwa 1,6 Milliarden €.
Mit der erzeugten Strommenge können etwa 1,7 Millionen von 5,29 Millionen Haushalten bzw. 3,58 Millionen von 11 Millionen Einwohnern mit Strom versorgt werden[3]. Dies entspricht einem Anteil von 32 % der Einwohner bzw. einer mittleren Stromerzeugung von ca. 470 kWh pro Einwohner.

Die nachfolgende Tabelle zeigt für verschiedene Zeiträume die Anzahl an neu installierten Anlagen (abzüglich der stillgelegten Anlagen), deren installierte Leistung sowie die mit den Anlagen im Jahr 2018 erzeugte Strommenge. Die größte Anzahl an PV-Anlagen wurde in den Jahren 2009 bis 2011 installiert.

Zeitraum	Anzahl Anlagen	Installierte Leistung in MW	Stromerzeugung im Jahr 2018, berechnet in MWh/a
bis 2003	19.889	106	94.299
2004 - 2008	85.696	1.142	1.142.253
2009 - 2011	119.666	2.321	2.321.400
2012 - 2018	100.144	1.758	1.638.017
Gesamtsumme	**325.395**	**5.327**	**5.195.969**

Tabelle: Anzahl neu installierter Anlagen über verschiedenen Zeiträume

Die meisten Anlagen haben eine installierte Leistung unter bzw. maximal bis zu 10 kWp. Den größten Anteil an der Stromerzeugung sowie der gesamten installierten Leistung haben jedoch die Anlagen mit einer Leistung zwischen 10 und 40 kWp. Eine Übersicht zeigt die nachfolgende Tabelle:

Installierte Leistung der einzelnen Anlagen in kWp	Anzahl Anlagen	Installierte Leistung in MW	Stromerzeugung im Jahr 2018, berechnet in MWh/a
bis 10	207.062	1.256	1.212.553
> 10 - 40	99.646	1.956	1.937.470
> 40 - 100	13.407	877	854.895
> 100 - 750	5.148	1.073	1.027.259
> 750	132	164	163.792
Gesamtsumme	**325.395**	**5.327**	**5.195.969**

Tabelle: Übersicht über die installierte Leistung von Anlagen

---

[1] Berechnung der Stromerzeugung über die installierte Leistung in Verbindung mit der Laufzeit pro Jahr. Annahmen für Anlagen, die vor 2004 installiert wurden: 890 h/a; für Anlagen, die ab 2004 installiert wurden: 1.000 h/a.

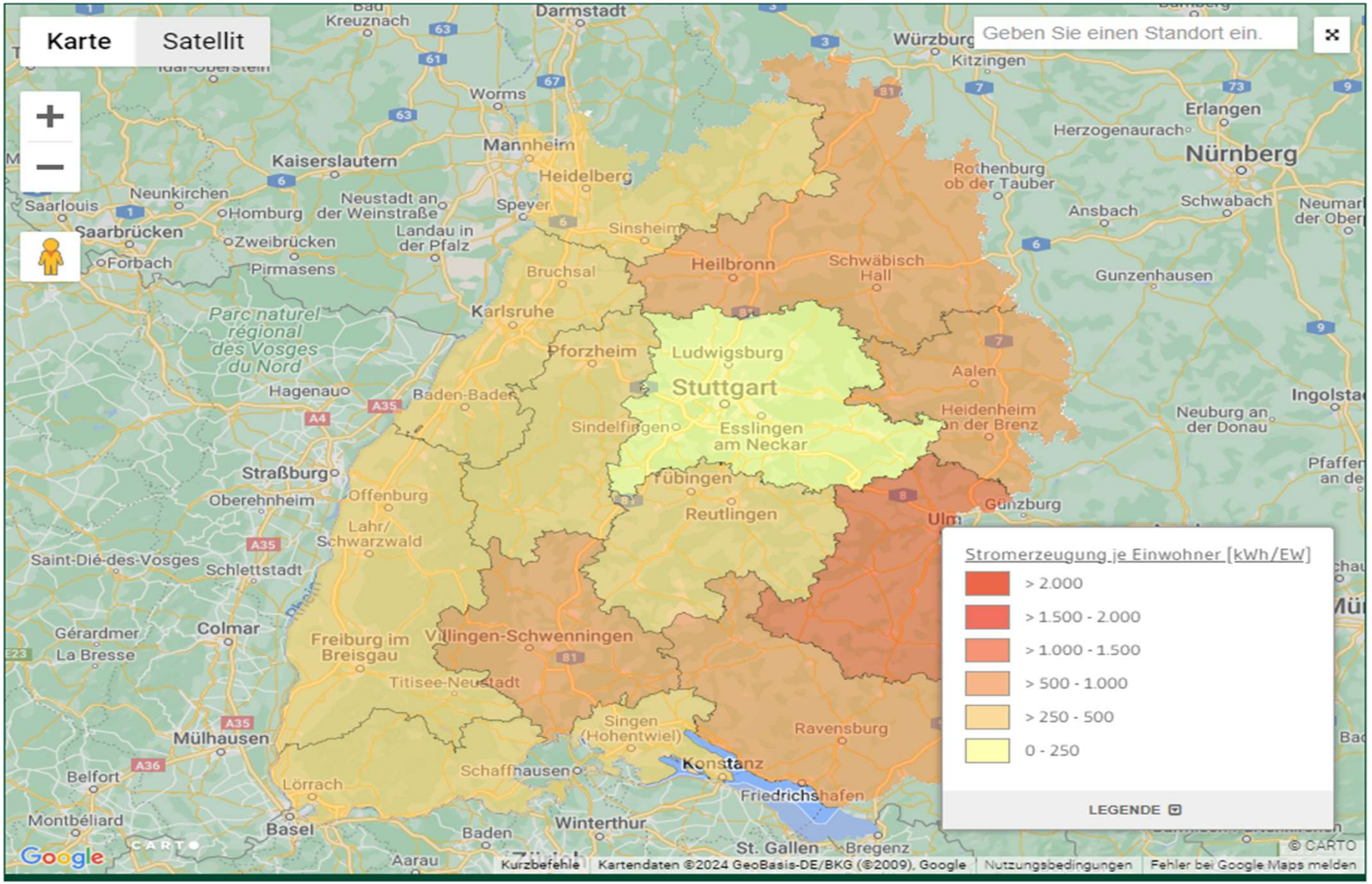
[2] Daten des StaLA

[3] Stromverbrauch des Sektors der privaten Haushalte. Ohne Stromverbrauch der GHD, Industrie, etc. Jährlicher Stromverbrauch je Haushalt 3.050 kWh, jährlicher Stromverbrauch je Einwohner 1.450 kWh. Bezogen auf den gesamten Stromverbrauch im Land verbraucht ein Einwohner in Baden-Württemberg im Durchschnitt 5.012 kWh pro Jahr, bezogen auf den Stromverbrauch der Haushalte 1.450 kWh pro Jahr.

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

PV-Dachflächen

Stromerzeugung je Einwohner im Bestand in Baden-Württemberg, Stand 2/2024 **(3)**



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

PV-Dachflächen

Stromerzeugung je Einwohner im Bestand in Baden-Württemberg, Stand 2/2024 **(4)**

Stromerzeugung je Einwohner mit bestehenden PV-Dachanlagen

Die Karte zeigt die berechnete[1] Stromerzeugung mit bestehenden Photovoltaikanlagen auf Dachflächen je Einwohner als Summe einer Gemeinde, eines Kreises oder einer Region in Baden-Württemberg (Stand 2018). Es handelt sich um Daten der Übertragungsnetzbetreiber, die auf der Seite **www.netztransparenz.de** öffentlich einsehbar sind, sowie eigenen Berechnungen.

Bei Anwahl einer eingefärbten Fläche wird links die Objektinformation zu dieser Fläche angezeigt. Sie enthält Informationen zur Stromerzeugung je Einwohner, zur installierten Leistung, der Anzahl an Photovoltaik-Dachanlagen, zur Strommenge, die eingespeist und berechnet wurde, sowie der Anzahl der Einwohner[2] in dieser Gebietseinheit sowie der Anzahl an mit PV-Strom versorgten Einwohnern.

Über das **Erweiterte Daten- und Kartenangebot** kann die dargestellte Karte mit anderen Themen kombiniert oder heruntergeladen werden. Außerdem können die Daten in Tabellenform heruntergeladen oder ausgewertet werden. Je nach Auswertung können die Daten wieder in die Kartendarstellung übernommen werden.

Mit Stand 2018 gab es in Baden-Württemberg insgesamt 325.395 Photovoltaikanlagen auf Dachflächen mit einer installierten Leistung von insgesamt 5.327 MW. Diese erzeugten im Jahr 2018 ungefähr 5.196 GWh Strom. Von dieser Strommenge wurden ca. 4.900 GWh in das Stromnetz eingespeist. Die EEG-Vergütung hierfür betrug etwa 1,6 Milliarden €.
Mit der erzeugten Strommenge können etwa 1,7 Millionen von 5,29 Millionen Haushalten bzw. 3,58 Millionen von 11 Millionen Einwohnern mit Strom versorgt werden[3]. Dies entspricht einem Anteil von 32 % der Einwohner bzw. einer mittleren Stromerzeugung von ca. 470 kWh pro Einwohner.

---

[1] Berechnung der Stromerzeugung über die installierte Leistung in Verbindung mit der Laufzeit pro Jahr. Annahmen für Anlagen, die vor 2004 installiert wurden: 890 h/a; für Anlagen, die ab 2004 installiert wurden: 1.000 h/a.

[2] Daten des StaLA

[3] Stromverbrauch des Sektors der privaten Haushalte. Ohne Stromverbrauch der GHD, Industrie, etc. Jährlicher Stromverbrauch je Haushalt 3.050 kWh, jährlicher Stromverbrauch je Einwohner 1.450 kWh. Bezogen auf den gesamten Stromverbrauch in Baden-Württemberg verbraucht ein Einwohner im Durchschnitt 5.012 kWh pro Jahr und 1.450 kWh pro Jahr bezogen auf den Stromverbrauch der Haushalte.

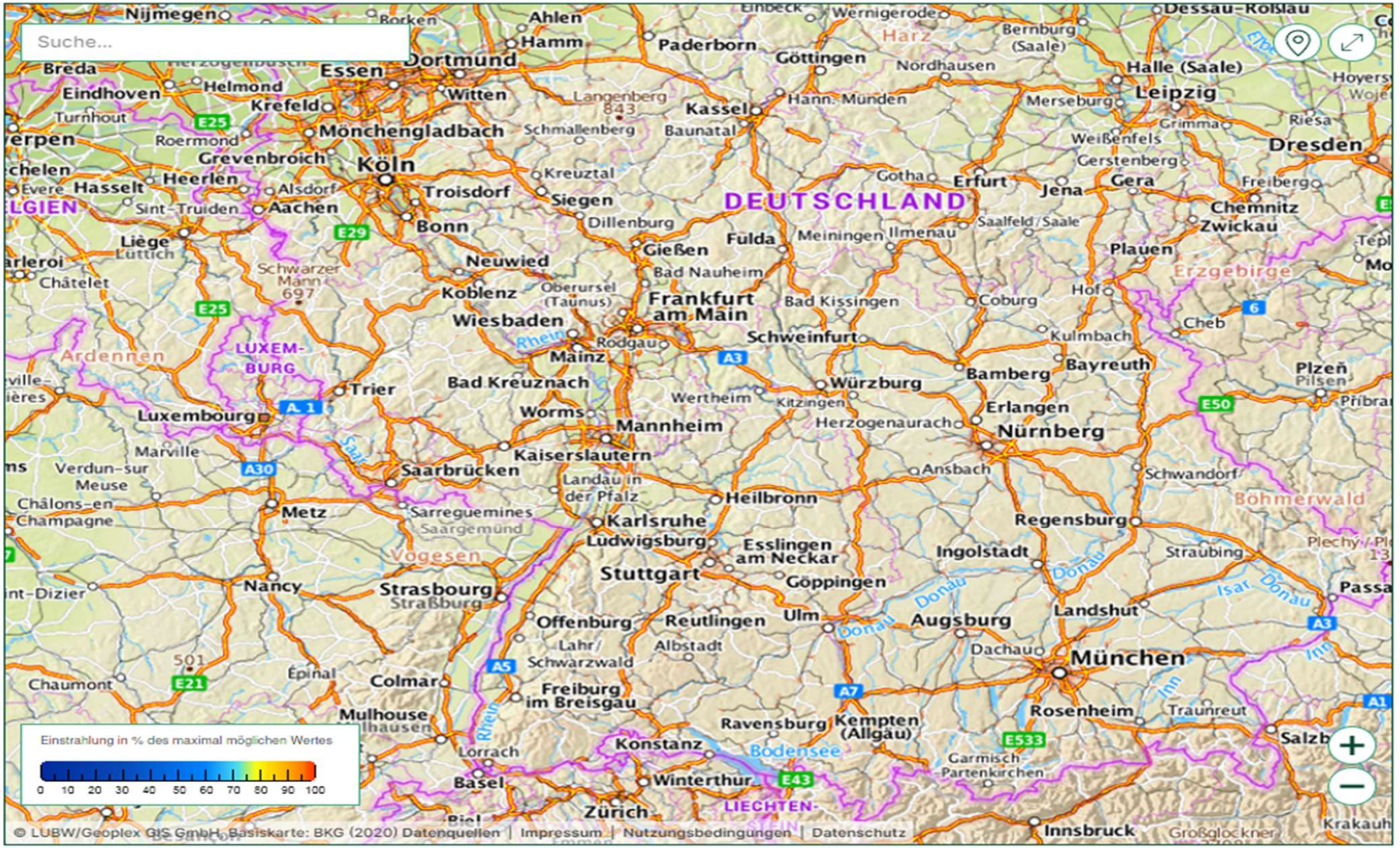
Quelle: LU BW + UM BW: Energieatlas Baden-Württemberg 2020, Internetportal Sonne, Stand 2/2024

PV-Dachflächen

Solarpotenzial in Baden-Württemberg, Stand 2/2024 **(5)**

Solarpotenzial auf Dachflächen

▸ WIDERSPRUCHSRECHT



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

PV-Dachflächen

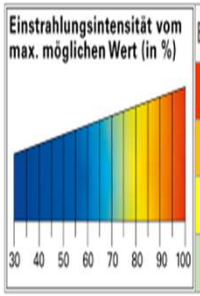
Solarpotenzial in Baden-Württemberg, Stand 2/2024 **(6)**

Solarpotenzial auf Dachflächen

Eine Bedienungsanleitung für den Wirtschaftlichkeitsrechner finden Sie **hier**.

Die Karte zeigt, welche Dachflächen in Baden-Württemberg für Photovoltaik geeignet sind. Standortanalyse und Potenzialberechnung wurden auf der Grundlage von Laserscandaten durchgeführt.

Im Vergleich zum früheren Solardachkataster, in dem Eignungsstufen verwendet wurden, um die Eignung von Dächern für den PV-Ausbau zu verdeutlichen, hat man sich im neuen Solarkataster für eine intuitivere Darstellungsweise entschieden. Hier werden nun die Eignungen der Dächer durch die Einstrahlungsintensitäten dargestellt. Die Einstrahlung ist neben dem vor Ort möglichen Eigenverbrauch das wichtigste, eignungslimitierende Kriterium.



Einstrahlung (kWh/m²/Jahr)	Prozent vom lokal maximal möglichen Wert (%)
mehr als 1.154,31	90,75 - 100
1.036,71 - 1.154,31	81,5 - 90,75
919,12 - 1.036,71	72,3 - 81,5
unter 919,12	unter 72,3

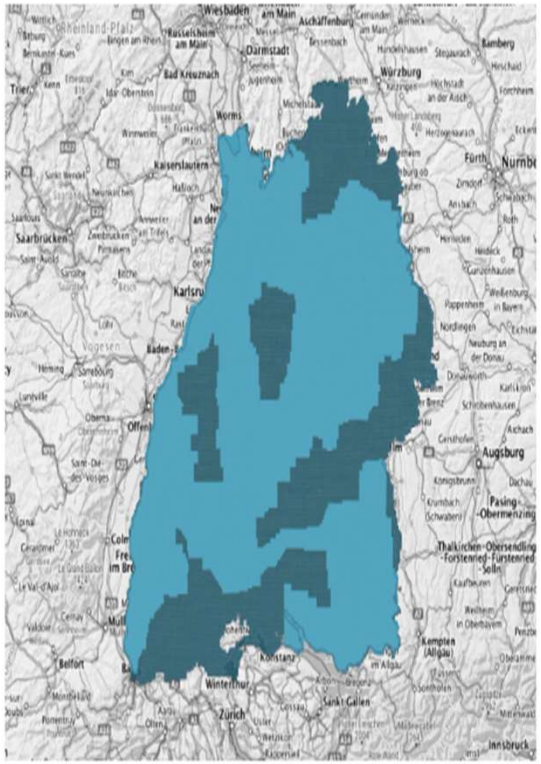
Die Potenzialanalyse berücksichtigt die Neigung, Ausrichtung, Verschattung und solare Einstrahlung. Zur Berechnung dieser Faktoren wurde ein digitales Oberflächenmodell erstellt. Zur Lokalisierung der Gebäude wurden die Gebäudeumrisse/-umringe aus der Automatisierten Liegenschaftskarte des Jahres 2012 verwendet. Die Gebäudeumrisse geben die Gebäudeaußenmauern des Hauses an. Dachüberstände sind darin nicht berücksichtigt.

Die dreidimensionale Analyse bietet zahlreiche Vorteile zur Ermittlung des Solarpotenzials. Sie ermöglicht beispielsweise eine genaue Berechnung der solaren Einstrahlung und Abschattung durch umliegende Gebäude und Vegetation. Dabei wird durch Berücksichtigung zahlreicher Sonnenstände über den Tages- und Jahreslauf die direkte solare Einstrahlung errechnet. Starke Minderung der direkten Einstrahlung führt zur Ausweisung von verschatteten Dachflächenbereichen, die für die Nutzung von Solarenergie ungeeignet sind.
Mit der Darstellung der Einstrahlungsintensität ist sofort sichtbar, welche Teildachflächen eines Daches besonders gut für die Belegung mit PV-Modulen geeignet sind. Im Wirtschaftlichkeitsrechner können diese Flächen dann mit entsprechenden Modulen belegt werden. Die Mindestgröße einer Dachfläche ergibt sich dabei aus der Größe der Module. Es muss mindestens ein Modul auf einer Teildachfläche platziert werden können. Auch Aufständerungen von Modulen werden hier berücksichtigt.

Quelle: LU BW + UM BW: Energieatlas Baden-Württemberg 2020, Internetportal, Sonne, Stand 2/2024 sowie rechts Erste Abschätzung, Stand April 2021

Hinweis zur Genauigkeit der Laserscandaten

Für die Berechnung des Solarkatasters Baden-Württemberg liegen landesweit Laserscannerdaten aus Befliegungen in den Jahren 2000 - 2005 mit einer erwarteten Punktdichte von unter 1 Pkt./m² vor. Darüber hinaus liegen aktuell bereits für etwa 70 % der Landesfläche Daten aus Flügen in den Jahren 2016 ff. mit einer erwarteten Punktdichte von mindestens 8 Pkt./m² vor. Die restlichen 30 % der Landesfläche werden voraussichtlich bis Ende 2023 vollständig neu beflogen und stehen in den kommenden Jahren sukzessive für die Solarpotenzialberechnung zur Verfügung. Bis zum Frühjahr 2024 ist davon auszugehen, dass für die gesamte Landesfläche Laserscannerdaten mit einer erwarteten Punktdichte von mindestens 8 Pkt./m² vorliegen. Die folgende Abbildung zeigt die Datenlage, die den aktuellen Karten zugrunde liegt:



Legende: =Befliegung 2016 - 2021, =Befliegung 2000 - 2005

Die tatsächliche Qualität der Daten, denen die neuen Befliegungsdaten zugrunde liegen, können jeweils in der Objektinformation abgelesen werden.

Ergebnisse der Berechnungen

Der Anteil der Stromerzeugung durch erneuerbare Energien lag in Baden-Württemberg im Jahr 2020 bei 41 % der Bruttostromerzeugung aller Energieträger. Dieser sprunghafte Anstieg im Vergleich zu 2019 (31,1 %) hängt vor allem mit dem vergleichsweise großen Rückgang der Bruttostromerzeugung in Baden-Württemberg zusammen. Der Anteil von Photovoltaik bei der Bruttostromerzeugung lag bei 14,3 %.

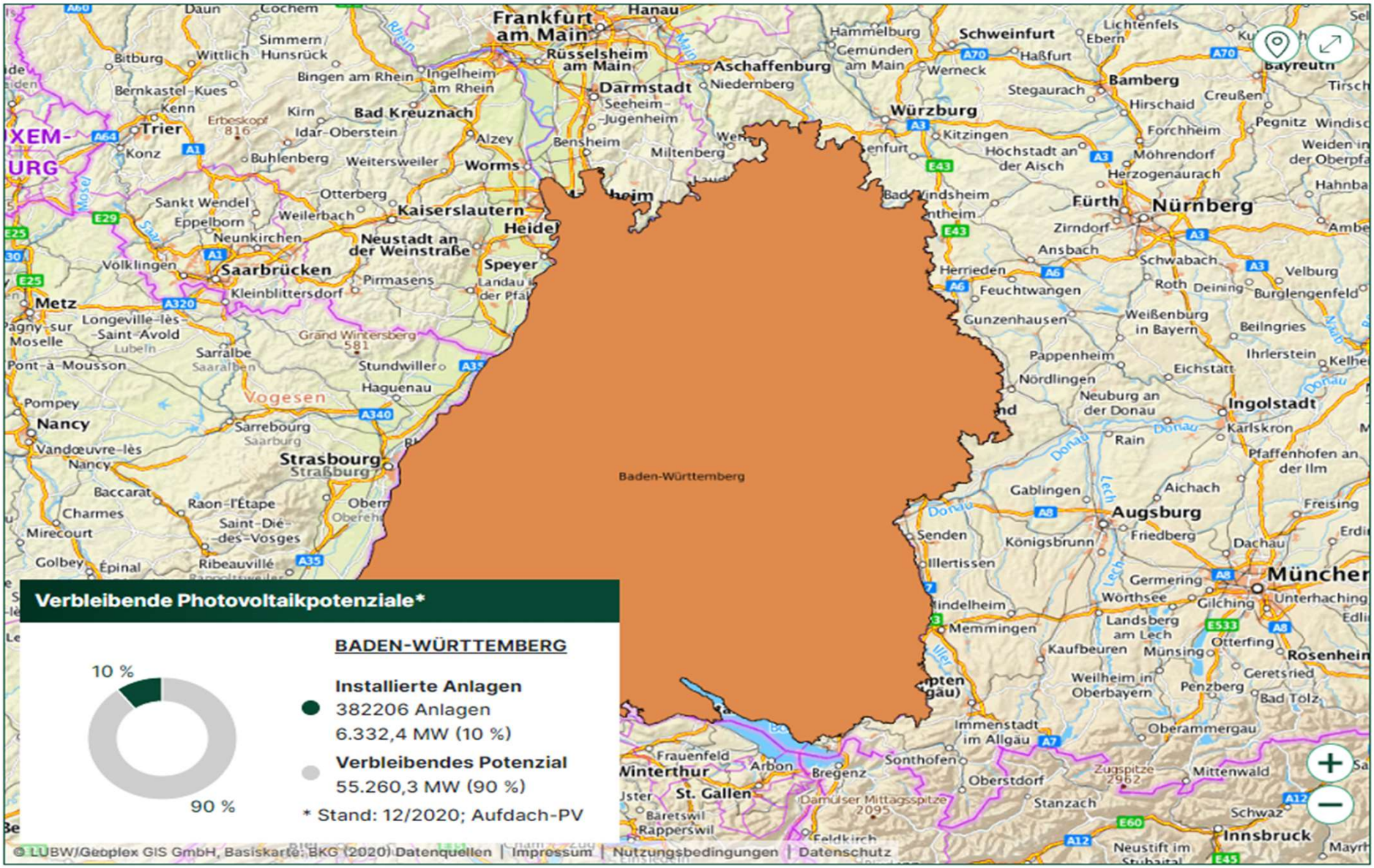
Die Analyse der Dachflächen für Baden-Württemberg, die für eine Nutzung der Photovoltaik potenziell geeignet sind, ergab eine mögliche Leistung von rund 61.500 MW. Ende des Jahres 2020 wurden etwa 10 % dieses technisch möglichen Potenzials auf geeigneten Dachflächen ausgeschöpft.
Mit Stand Dezember 2020 ergibt sich folgende Übersicht über den Bestand und das Potenzial für Photovoltaikanlagen auf Dachflächen in Baden-Württemberg:

Dachflächenpotenzial Energieatlas (mögliche Leistung)	~61.500 MW
Installierte Leistung	6.332 MW (10 %)
Verbleibendes Potenzial	55.260 MW (90 %)

Das Dachflächenpotenzial nach der Anzahl der für die Nutzung der Gebäude geeigneten Potenziale ergibt für Wohngebäude einen Anteil von 60 % am Dachflächenpotenzial, öffentliche Gebäude 2 % und Gebäude mit industrieller und gewerblicher Nutzung 10 %. Hierbei geht es aber tatsächlich nur um die Anzahl der Gebäude. Vergleicht man hingegen die Potenzialflächen, so machen industrielle und gewerbliche Nutzung und öffentliche Gebäude einen deutlich größeren Anteil aus, da die Dachflächen pro Gebäude deutlich größer sind.

PV-Dachflächen

Potenziale auf Gebietsebene in Baden-Württemberg, Stand 2/2024 **(7)**



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

PV-Dachflächen

Potenziale auf Gebietsebene in Baden-Württemberg, Stand 2/2024 **(8)**

PV-Potenziale auf Gebietsebene

Die Karte zeigt jeweils auf Gebietsebene aggregiert, wieviel des technisch möglichen Potenzials bzw. maximal möglichen Potenzials bereits ausgeschöpft ist und was jeweils noch an Solarpotenzial verbleibt. Je nach Zoomstufe ändern sich die Gebietsaggregationen und damit auch die jeweiligen Werte. Je dunkler der Gelbton im jeweiligen Gebiet der jeweiligen Aggregationsstufe ist, desto mehr Anlagen sind dort im Vergleich zu den anderen Gebieten in dieser Aggregationsstufe installiert. Da sich dieser Vergleich immer auf die jeweilige Aggregationsstufe bezieht, kann man beim Zoomen durch verschiedene Gelbstufen hindurchzoomen.

Es handelt sich hierbei um ein theoretisches Potenzial, das auf den Berechnungen und den Berechnungen zugrunde gelegten Annahmen beruht. Die Daten der installierten Leistungen wurden auf Grundlage der vorhandenen und im Energieatlas dargestellten EEG-Daten von 2018 und den für die Folgejahre aus dem Marktstammdatenregister (MaStR) entnommenen Zahlen erstellt (Stand Dezember 2020). Bei dieser Darstellung handelt es sich um eine Näherung bzw. eine Abschätzung, die vor allem verdeutlichen soll, wieviel ungenutztes Potenzial noch vorhanden ist.
Sie sollte nicht als Ranking absoluter Zahlen zum Vergleich der Erfolge einzelner Gebietsaggregationen genutzt werden, da hierfür zu viele Unsicherheiten in den Zahlen enthalten sind. Dennoch können diese Zahlen einen guten ersten Überblick bieten.

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

PV-Dachflächen

Hintergrundinformationen und Potenzialanalyse für Baden-Württemberg, Stand 2/2024 **(9)**

Hintergrundinformationen

Einführung

In Baden-Württemberg wurden im Jahr 2018 rund 240 MW Photovoltaikleistung neu installiert. Der höchste Zubau seit 2012. Die Stromerzeugung mittels Photovoltaik hat im Jahr 2022 bereits einen Anteil...

▸ **mehr**

Photovoltaikanlagen Bestand

Die Daten zu den bestehenden Photovoltaikanlagen mit Stand 2018 wurden von der Internetplattform netztransparenz.de heruntergeladen. Die vier Übertragungsnetzbetreiber Deutschlands betreiben diese...

▸ **mehr**

Solare Einstrahlung

Die Leistung von Photovoltaikanlagen ist abhängig von der auftreffenden Einstrahlungsleistung. An der Außenhülle der Erdatmosphäre beträgt die Leistung senkrecht einfallender Sonnenstrahlen im...

▸ **mehr**

Potenzialanalyse

Daten- und Berechnungsgrundlagen, Modell

Im Einzelnen wurden für die Berechnung und Bereitstellung des Solarkatasters Baden-Württemberg die folgenden Geodaten genutzt: Digitales Oberflächenmodell (DOM) aus Laserscannerdaten und...

▸ **mehr**

Dach- und Gebäudestrukturen

Bei der Erfassung der Dachstruktur ist die Messpunktdichte der Laserscandaten entscheidend. Hochauflösende Laserscandaten haben mindestens acht Messpunkte pro m². In dieser Auflösung werden...

▸ **mehr**

Wirtschaftlichkeitsrechner

Baden-Württemberg hat ein großes Potenzial für Solarenergie. Es gibt viele ungenutzte Dachflächen, auf denen der Aufbau einer Solaranlage sinnvoll und wirtschaftlich ist. Gerade im Wandel der Zeit,...

▸ **mehr**

Unschärfen und mögliche Fehlerquellen

Die Solarpotenzialberechnung basiert auf einer dreidimensionalen Punktwolke (digitales Oberflächenmodell) und amtlichen Gebäudegrundrissen. Wenn der Grundriss des Gebäudes im Solarkataster sichtbar...

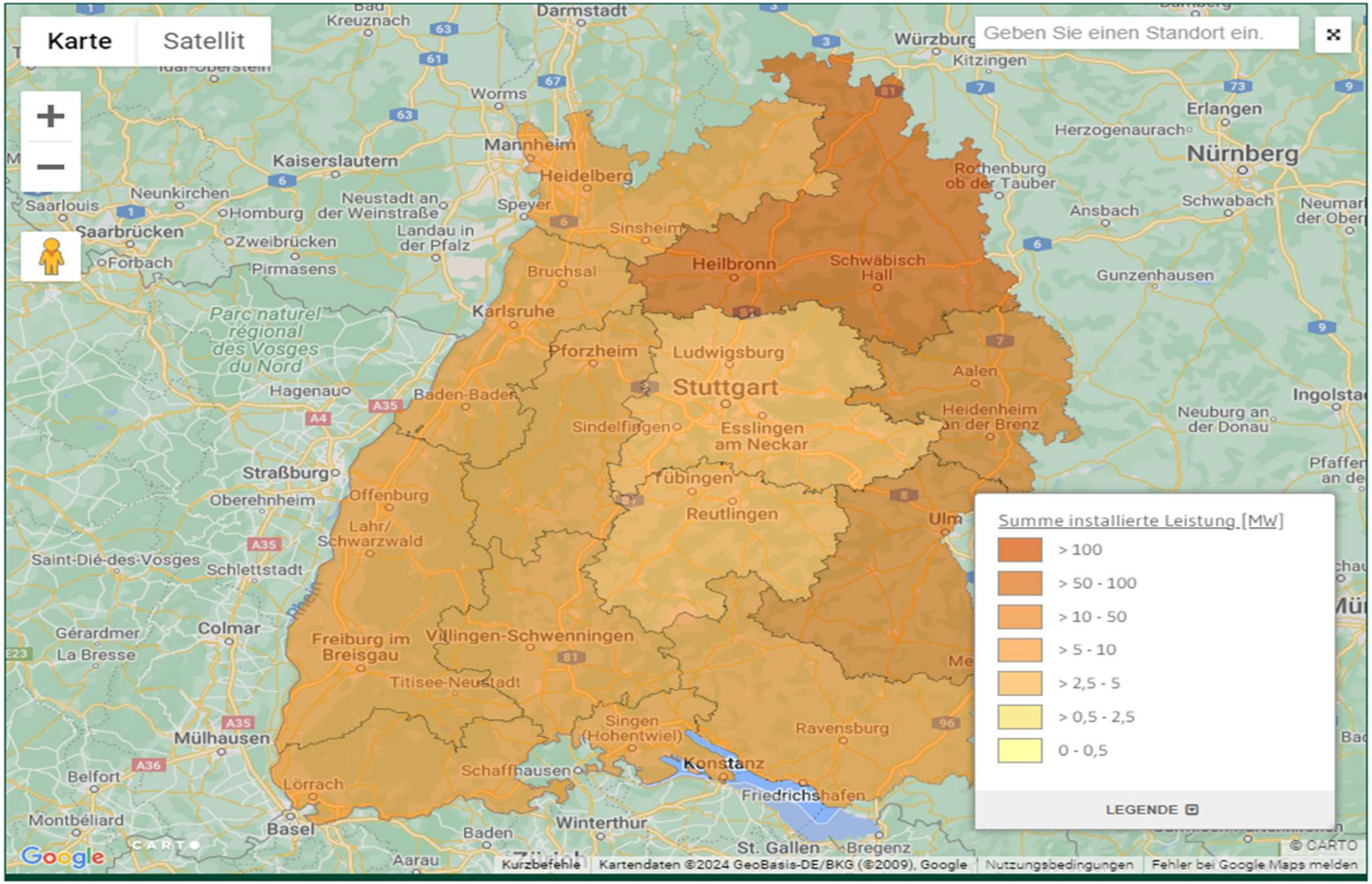
▸ **mehr**

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

PV-Freiflächen

Installierte Leistung im Bestand in Baden-Württemberg, Stand 2/2024 **(1)**

Installierte Leistung PV-Freiflächenanlagen Bestand



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

PV-Freiflächen

Installierte Leistung im Bestand in Baden-Württemberg, Stand 2/2024 **(2)**

Installierte Leistung PV-Freiflächenanlagen Bestand

Die Karte zeigt die installierte Leistung von bestehenden Photovoltaik-Freiflächenanlagen als Summe einer Gemeinde, eines Kreises oder einer Region in Baden-Württemberg. Es handelt sich um Daten der Übertragungsnetzbetreiber, die auf der Seite **www.netztransparenz.de** öffentlich einsehbar sind, Daten zur Bevölkerung des statistischen Landesamtes sowie eigenen Berechnungen. Die Freiflächenanlagen wurden mit Hilfe der Vergütungskategorien des EEG identifiziert (Installation ab 2004).

Bei Anwahl einer eingefärbten Fläche wird links die Objektinformation zu dieser Fläche angezeigt. Sie enthält Informationen zur insgesamt installierten Leistung, zu der Anzahl an Photovoltaik-Freiflächenanlagen, zur Strommenge, die berechnet wurde, zu der Anzahl an mit PV-Strom versorgten Haushalten und Einwohnern sowie der Anzahl der Einwohner in dieser Gebietseinheit. Angaben zur Stromerzeugung werden nur dargestellt, wenn mehr als drei Anlagen in einer Gebietseinheit vorhanden sind.

Über das **Erweiterte Daten- und Kartenangebot** kann die dargestellte Karte mit anderen Karten kombiniert oder heruntergeladen werden. Außerdem können die Daten in Tabellenform heruntergeladen oder ausgewertet werden. Je nach Auswertung können die Daten wieder in die Kartendarstellung übernommen werden.

In 2018 gab es in Baden-Württemberg (in den bestehenden Daten) insgesamt 626 Photovoltaikanlagen auf Freiflächen mit einer installierten Leistung von 470 MW. Diese Anlagen erzeugten im Jahr 2018 ungefähr 492 GWh Strom, wofür 87 Millionen € an EEG-Vergütung ausgezahlt wurden.
Mit der erzeugten Strommenge können etwa 161.000 von 5,29 Millionen Haushalten bzw. 339.000 von 11 Millionen Einwohnern mit Strom versorgt werden[1]. Dies entspricht einem Anteil von 3 % der Einwohner bzw. einer mittleren Stromerzeugung von ca. 44 kWh pro Einwohner.

Die größte Anzahl an PV-Freiflächenanlagen wurde in den Jahren 2009 bis 2011 installiert. Die nachfolgende Tabelle zeigt bis zum Jahr 2018 für verschiedene Zeiträume die Anzahl an neu installierten Anlagen (abzüglich der stillgelegten Anlagen), deren installierte Leistung sowie die mit den Anlagen im Jahr 2018 erzeugte Strommenge.

Zeitraum	Anzahl Anlagen	Installierte Leistung in kW	Stromeinspeisung im Jahr 2018 in kWh/a
2004 - 2008	166	24.277	26.257.360
2009 - 2011	223	226.954	261.796.929
2012 - 2016	165	166.727	175.898.361
2017 - 2018	72	51.856	27.848.193
Gesamtsumme	**626**	**469.815**	**491.800.843**

Tabelle: Anzahl neu installierter Anlagen über verschiedenen Zeiträume

Die meisten Anlagen haben eine installierte Leistung unter bzw. maximal 10 kWp. Den größten Anteil an der Stromerzeugung wie auch an der gesamt installierten Leistung haben jedoch die Anlagen mit einer Leistung größer als 750 kWp. Eine Übersicht zeigt nachfolgende Tabelle:

Installierte Leistung der einzelnen Anlagen in kWp	Anzahl Anlagen	Installierte Leistung in kW	Stromeinspeisung im Jahr 2018 in kWh/a
bis 10	183	1.081,76	1.062.936
> 10 - 250	174	9.903,45	9.748.300
> 250 - 750	105	55.337,32	51.539.847
> 750	164	403.492,02	429.449.761
Gesamtsumme	**626**	**469.815**	**491.800.843**

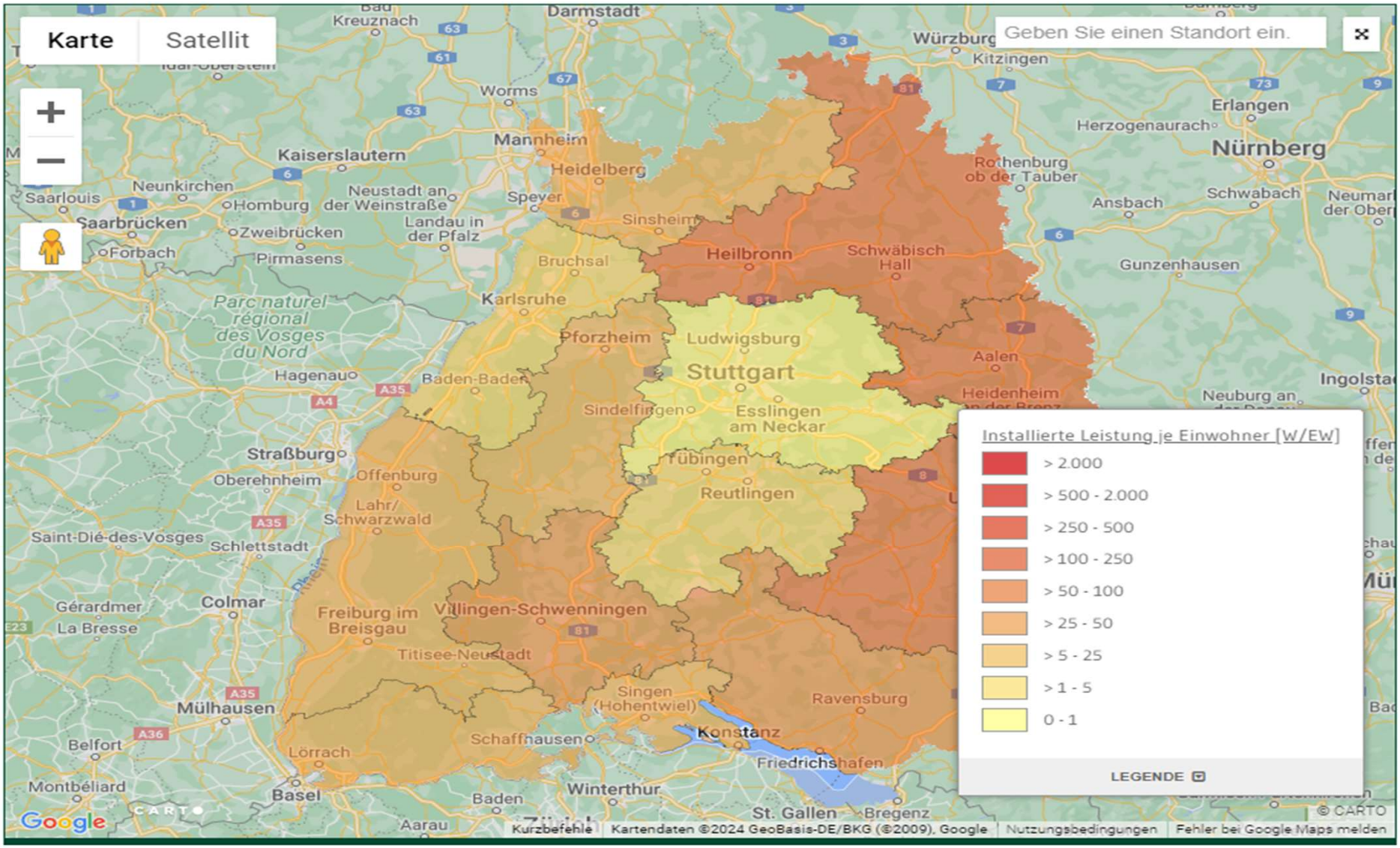
Tabelle: Übersicht über die installierte Leistung von Anlagen

[1] Stromverbrauch des Sektors der privaten Haushalte. Ohne Stromverbrauch der GHD, Industrie, etc. Jährlicher Stromverbrauch je Haushalt 3.050 kW jährlicher Stromverbrauch je Einwohner 1.450 kWh. Bezogen auf den gesamten Stromverbrauch im Land verbraucht ein Einwohner in Baden-Württemberg im Durchschnitt 5.012 kWh pro Jahr, bezogen auf den Stromverbrauch der Haushalte 1.450 kWh pro Jahr.

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

PV-Freiflächen

Installierte Leistung je Einwohner im Bestand in Baden-Württemberg, Stand 2/2024 **(3)**



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

PV-Freiflächen

Installierte Leistung je Einwohner im Bestand in Baden-Württemberg, Stand 2/2024 **(4)**

Installierte Leistung je Einwohner PV-Freiflächenanlagen Bestand

Die Karte zeigt die installierte Leistung je Einwohner von bestehenden Photovoltaik-Freiflächenanlagen als Summe einer Gemeinde, eines Kreises oder einer Region in Baden-Württemberg. Es handelt sich um Daten der Übertragungsnetzbetreiber, die auf der Seite **www.netztransparenz.de** öffentlich einsehbar sind sowie eigenen Berechnungen.

Bei Anwahl einer eingefärbten Fläche wird links die Objektinformation zu dieser Fläche angezeigt. Sie enthält Informationen zur installierten Leistung je Einwohner, zu der Anzahl an Photovoltaik-Freiflächenanlagen, zur insgesamt installierten Leistung, zur Anzahl der Einwohner dieser Gebietseinheit[1], zur Strommenge, die berechnet wurde, sowie der Stromerzeugung je Einwohner. Angaben zur Stromerzeugung werden nur dargestellt, wenn mehr als drei Anlagen in einer Gebietseinheit vorhanden sind.

Über das **Erweiterte Daten- und Kartenangebot** kann die dargestellte Karte mit anderen Karten kombiniert oder heruntergeladen werden. Außerdem können die Daten in Tabellenform heruntergeladen oder ausgewertet werden. Je nach Auswertung können die Daten wieder in die Kartendarstellung übernommen werden.

Mit Stand 2018 gab es in Baden-Württemberg (in den bestehenden Daten) insgesamt 626 Photovoltaikanlagen auf Freiflächen mit einer installierten Leistung von 470 MW. Diese Anlagen erzeugten im Jahr 2018 ungefähr 492 GWh Strom, wofür 87 Millionen € an EEG-Vergütung ausgezahlt wurden.

Mit der erzeugten Strommenge können etwa 161.000 von 5,29 Millionen Haushalten bzw. 339.000 von 11 Millionen Einwohnern mit Strom versorgt werden[2]. Dies entspricht einem Anteil von 3 % der Einwohner bzw. einer mittleren Stromerzeugung von ca. 44 kWh pro Einwohner.

---

[1] Daten des StaLA

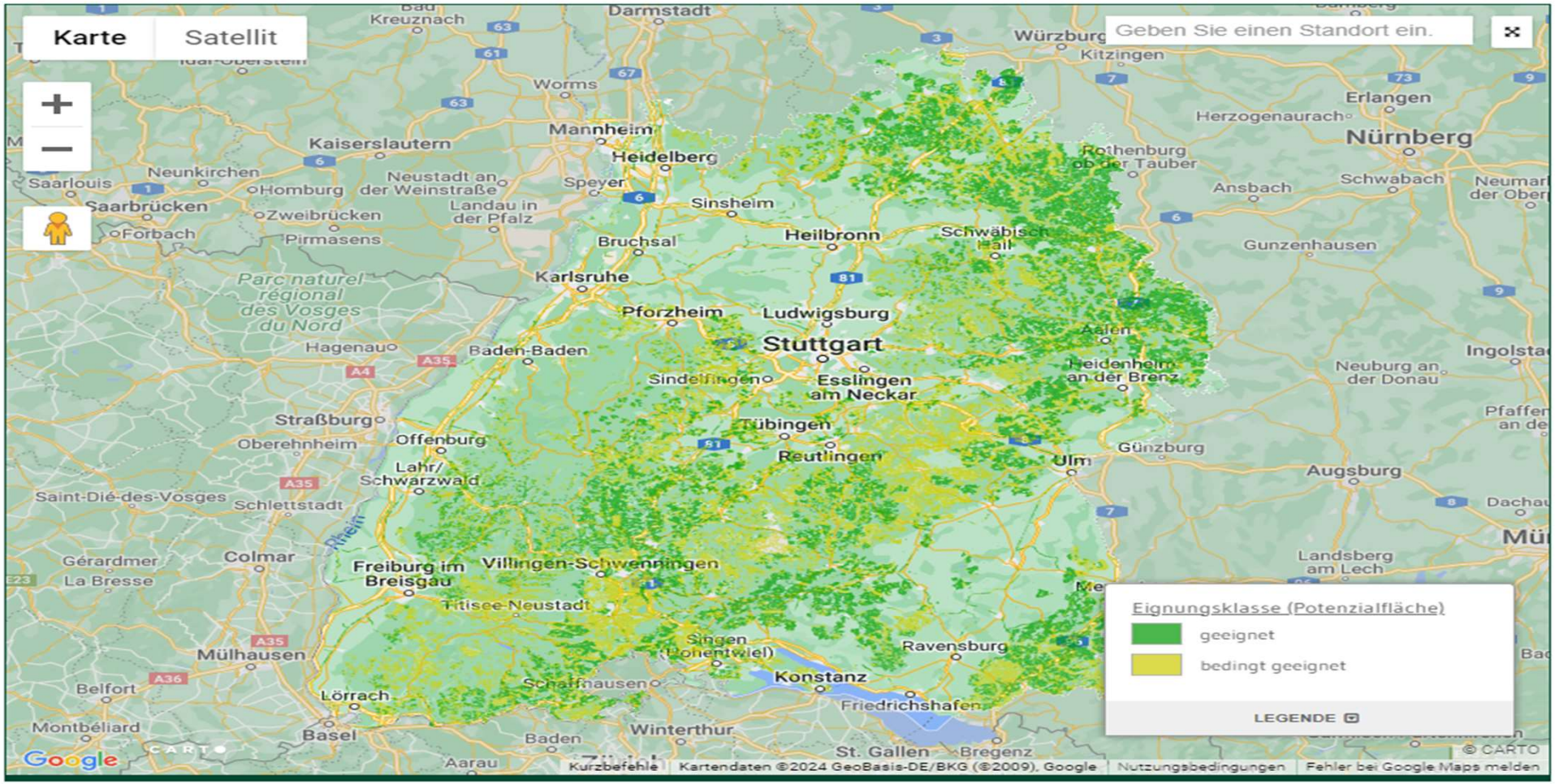
[2] Stromverbrauch des Sektors der privaten Haushalte. Ohne Stromverbrauch der GHD, Industrie, etc. Jährlicher Stromverbrauch je Haushalt 3.050 kWh, jährlicher Stromverbrauch je Einwohner 1.450 kWh. Bezogen auf den gesamten Stromverbrauch im Land verbraucht ein Einwohner in Baden-Württemberg im Durchschnitt 5.012 kWh pro Jahr, bezogen auf den Stromverbrauch der Haushalte 1.450 kWh pro Jahr.

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

PV-Freiflächen

Ermitteltes Potenzial in Baden-Württemberg, Stand 2/2024 **(5)**

Ermitteltes PV-Freiflächenpotenzial

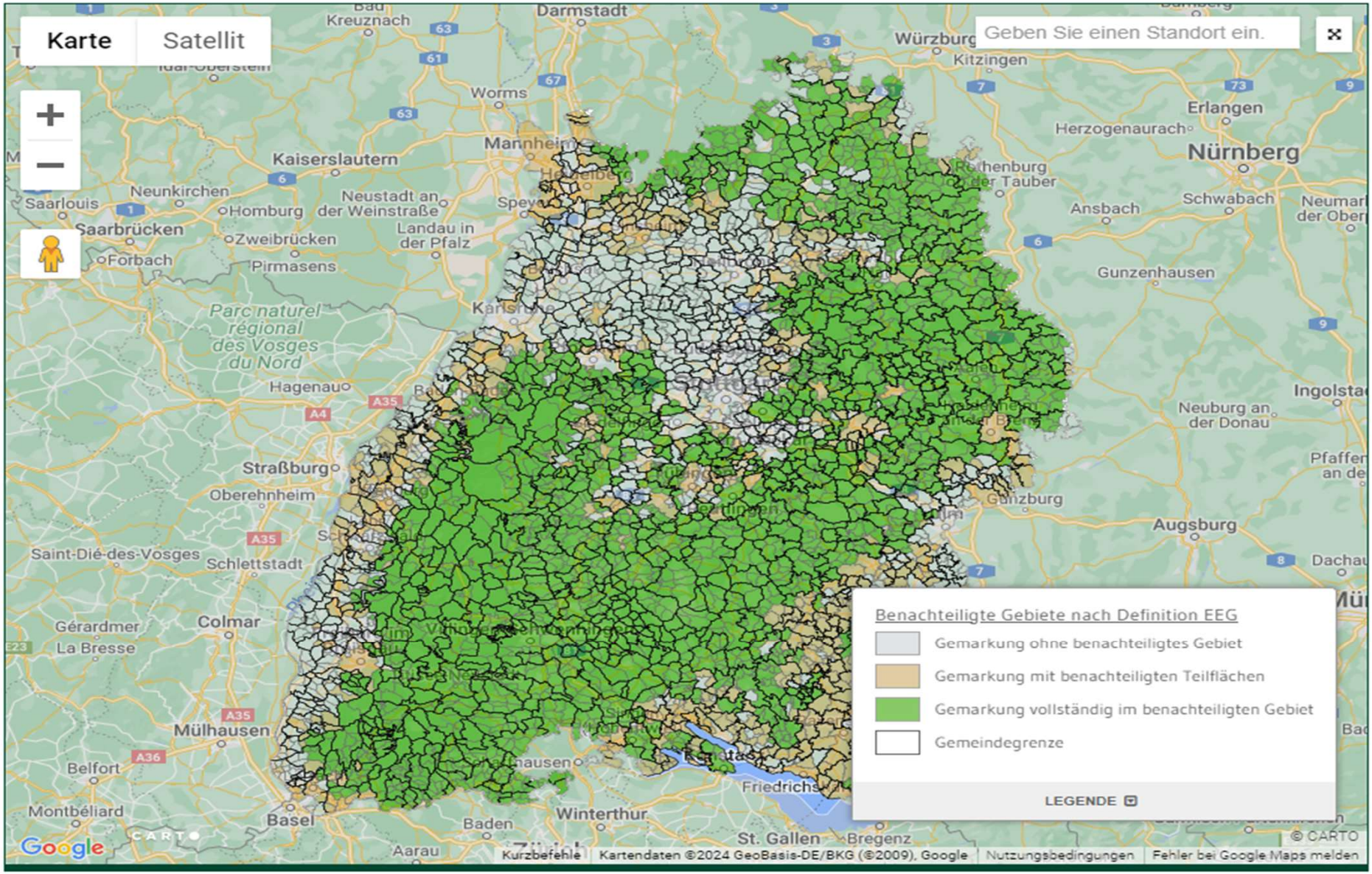


Die Karte zeigt die Freiflächen in Baden-Württemberg, die theoretisch für Photovoltaiknutzung nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz EEG und der Freiflächenöffnungsverordnung – FFÖ-VO geeignet sind. Der Datensatz wurde im Rahmen des Energieatlas Baden-Württemberg erstellt.
Die Daten der Potenzialflächen enthalten Informationen zur Flächenart, Flächengröße und durchschnittlicher Hangneigung. Die Vorgehensweise zur Ermittlung der Potenzialflächen wird im Abschnitt **Potenzialanalyse** erläutert.

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

PV-Freiflächen

Benachteiligte Gebiete in Baden-Württemberg, Stand 2/2024 **(6)**



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

PV-Freiflächen

Benachteiligte Gebiete in Baden-Württemberg, Stand 2/2024 **(7)**

Benachteiligte Gebiete

Die Karte zeigt eine Übersicht der benachteiligten Gebiete, nach Maßgabe der FFÖ-VO bzw. des EEG, auf Ebene der Gemarkungen.

Mit der am 7. März 2017 von der Landesregierung verabschiedeten Verordnung zur Öffnung der Ausschreibung für Photovoltaik-Freiflächenanlagen für Gebote auf Acker- und Grünlandflächen in benachteiligten Gebieten (Freiflächenöffnungsverordnung – FFÖ-VO) können in Baden-Württemberg bei den bundesweiten Solarausschreibungen auch Gebote auf Acker- und Grünlandflächen in benachteiligten landwirtschaftlichen Gebieten im Umfang von bis zu 100 MW pro Kalenderjahr bezuschlagt werden. Für die Begriffsdefinition der benachteiligten landwirtschaftlichen Gebiete wird nach § 3 Nr. 7 EEG 2017 auf die Richtlinie 86/465/EWG des Rates vom 14. Juli 1986 in der Fassung der Entscheidung 97/172/EG (ABl. L 72 vom 13.03.1997, S. 1) Bezug genommen. Die Gebietskulisse ist damit statisch vorgegeben, so dass nachträgliche Änderungen außer Betracht bleiben. Das zugehörige Dokument steht unter **http://data.europa.eu/eli/dir/1986/465/1997-03-13** zur Verfügung.

Bei der Landesanstalt für Landwirtschaft, Ernährung und Ländlichen Raum Schwäbisch Gmünd (LEL) liegt eine neuere Gebietskulisse vor. Für die Förderung der Freiflächen-PV hat die **hier** dargestellte Gebietskulisse der benachteiligten Gebiete weiterhin ihre Gültigkeit.

Die Daten zu den benachteiligten Gebieten werden sowohl in Kartenform als auch als **Shapefile-Download** zur Verfügung gestellt. Wir **weisen ausdrücklich darauf hin**, dass es sich dabei um **kein amtliches Dokument** handelt. Zwar wurde bei der Erstellung höchste Sorgfalt aufgewendet, doch kann für die Richtigkeit keinerlei Haftung übernommen werden.

Sind Gemarkungen vollständig als benachteiligtes Gebiet erfasst, liegen alle Flurstücke der Gemarkung im benachteiligten Gebiet. In den Fällen, in denen nur Teilflächen als benachteiligtes Gebiet eingestuft sind, befinden sich nur Teile (Flurstücke) der Gemarkung im benachteiligten Gebiet. Eine verbindliche und schriftliche Auskunft, welche Flurstücke zur maßgeblichen benachteiligten Gebietskulisse von 1986/1997 gehören, können ausschließlich die jeweils zuständigen unteren Landwirtschaftsbehörden bei den Landratsämtern erteilen.

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

PV-Freiflächen

Hintergrundinformationen und Potenzialanalyse für Baden-Württemberg, Stand 2/2024 **(8)**

Hintergrundinformationen

Einführung

In Baden-Württemberg wurden im Jahr 2018 rund 240 MW Photovoltaikleistung neu installiert. Der höchste Zubau seit 2012. Die Stromerzeugung mittels Photovoltaik hat im Jahr 2022 einen Anteil von...

▸ **mehr**

Photovoltaikanlagen Bestand

Die Daten zu den bestehenden Photovoltaikanlagen wurden von der Internetplattform netztransparenz.de heruntergeladen. Die vier Übertragungsnetzbetreiber Deutschlands betreiben diese Homepage...

▸ **mehr**

Benachteiligte Gebiete

Mit der am 7. März 2017 von der Landesregierung verabschiedeten Verordnung zur Öffnung der Ausschreibung für Photovoltaik-Freiflächenanlagen für Gebote auf Acker- und Grünlandflächen in...

▸ **mehr**

Solare Einstrahlung

Globalstrahlung: Die Leistung von Photovoltaikanlagen ist abhängig von der auftreffenden Einstrahlungsleistung. An der Außenhülle der Erdatmosphäre beträgt die Leistung senkrecht einfallender...

▸ **mehr**

Potenzialanalyse

Überblick

Zur Umsetzung der Energiewende und zum Erreichen der Klimaschutzziele des Landes muss neben der schwerpunktmäßigen Erschließung des solaren Dachflächenpotenzials auch der Ausbau der...

▸ **mehr**

Datengrundlagen

Bei der Berechnung des PV-Potenzials auf Freiflächen wurden Daten aus den folgenden Quellen verwendet: Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem (ATKIS). Im ATKIS werden auf Basis...

▸ **mehr**

Berechnungsmethodik

Um das vorhandene PV-Potenzial auf Freiflächen ermitteln zu können, musste zuerst definiert werden, welche Flächen als potenziell für die Errichtung von PV-Freiflächenanlagen geeignet eingestuft...

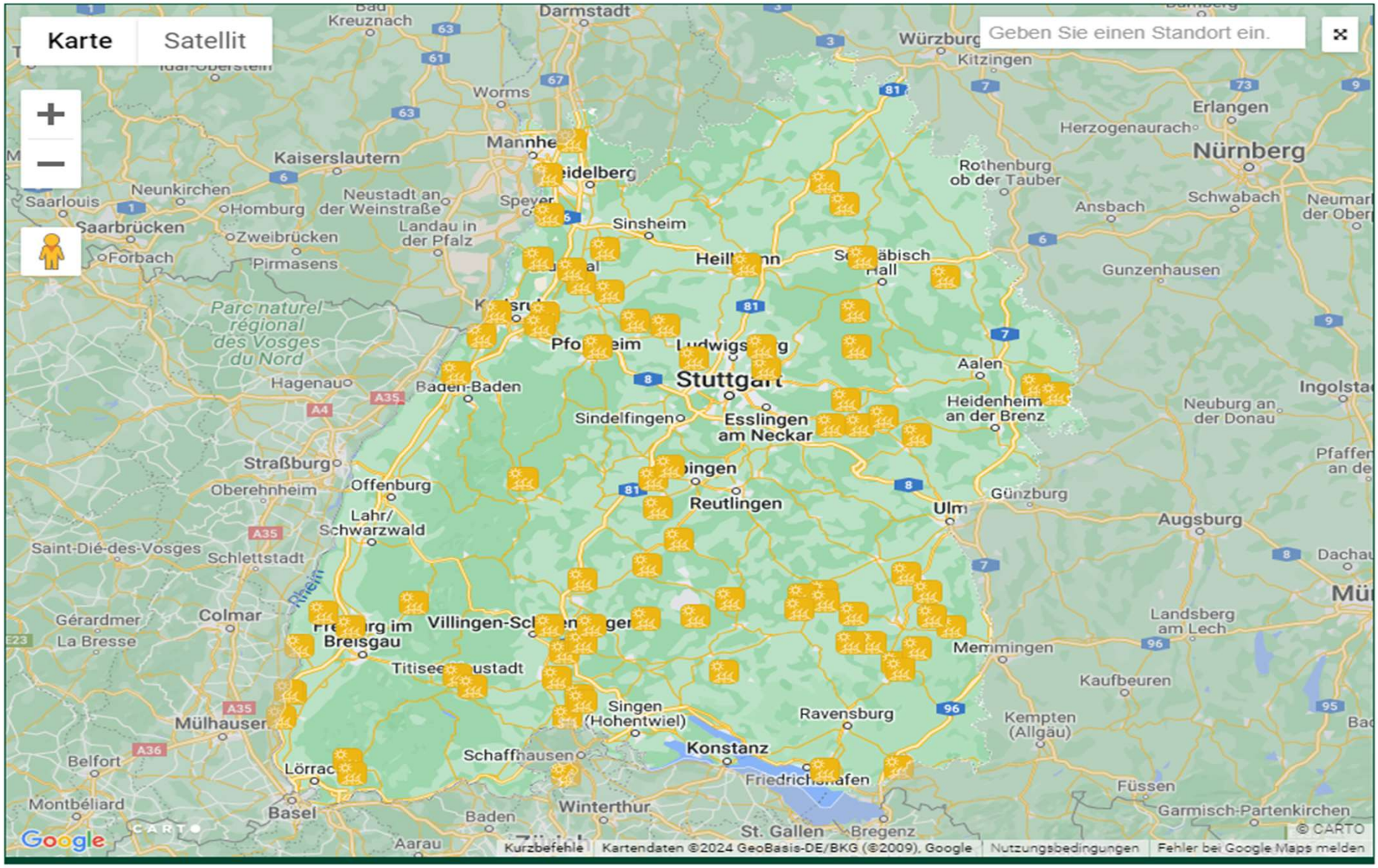
▸ **mehr**

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

PV-Sonderflächen

Ermitteltes Potenzial auf Deponien in Baden-Württemberg, Stand 2/2024 **(1)**

Ermitteltes PV-Potenzial auf Deponien



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

PV-Sonderflächen

Ermitteltes Potenzial auf Deponien in Baden-Württemberg, Stand 2/2024 **(2)**

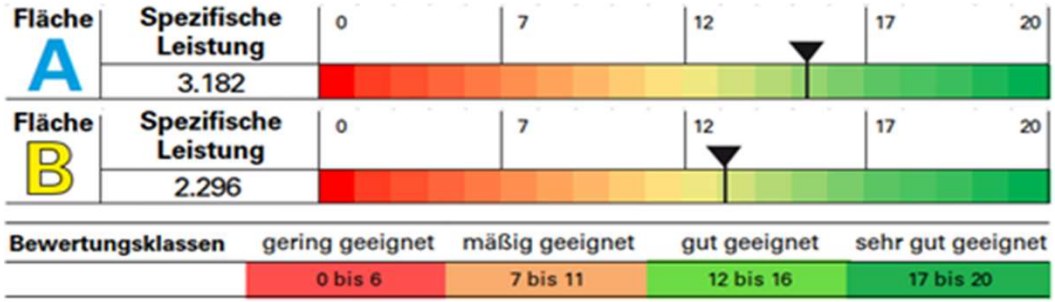
Ermitteltes PV-Potenzial auf Deponien

Die Karte zeigt ehemalige, nicht anderweitig genutzte Deponieflächen in Baden-Württemberg, die mögliche Standorte für Photovoltaikanlagen darstellen können.

Klicken Sie auf ein Objekt in der Karte und Sie erhalten links die Objektinformation und im Steckbrief detaillierte Informationen in Form einer PDF-Datei. Neben dem Deponienamen und einer LUBW-ID sind die Brutto-Flächengröße der einzelnen Teilflächen, die mittlere Flächenneigung sowie das Azimut aufgeführt.
Außerdem ein Luftbild des Standortes mit Markierung der für PV-Anlagen bewerteten Teilflächen,
wobei unterschieden wird in:

- Teilflächen mit uneingeschränkter Nutzbarkeit (blau dargestellt)
- Teilflächen mit eingeschränkter Nutzbarkeit (gelb dargestellt)
- Nicht zur Verfügung stehenden Teilflächen

Das Ergebnis der Gesamtpunktewertung summarisch über alle Bewertungskriterien ist in einer Skala abgebildet, um die Eignung des Standortes oder der Teilflächen anschaulich darzustellen.



Die leistungsbezogenen Daten der Gesamtanlage mit allen Teilflächen können Sie in Tabellen ablesen:

- bebaubare Fläche (netto) in [m²]
- erzielbarer Jahresertrag in [MWh]
- installierbare Leistung in [kWp]
- erzielbarer, gewichteter spezifischer Ertrag in [kWh/kWp/a]

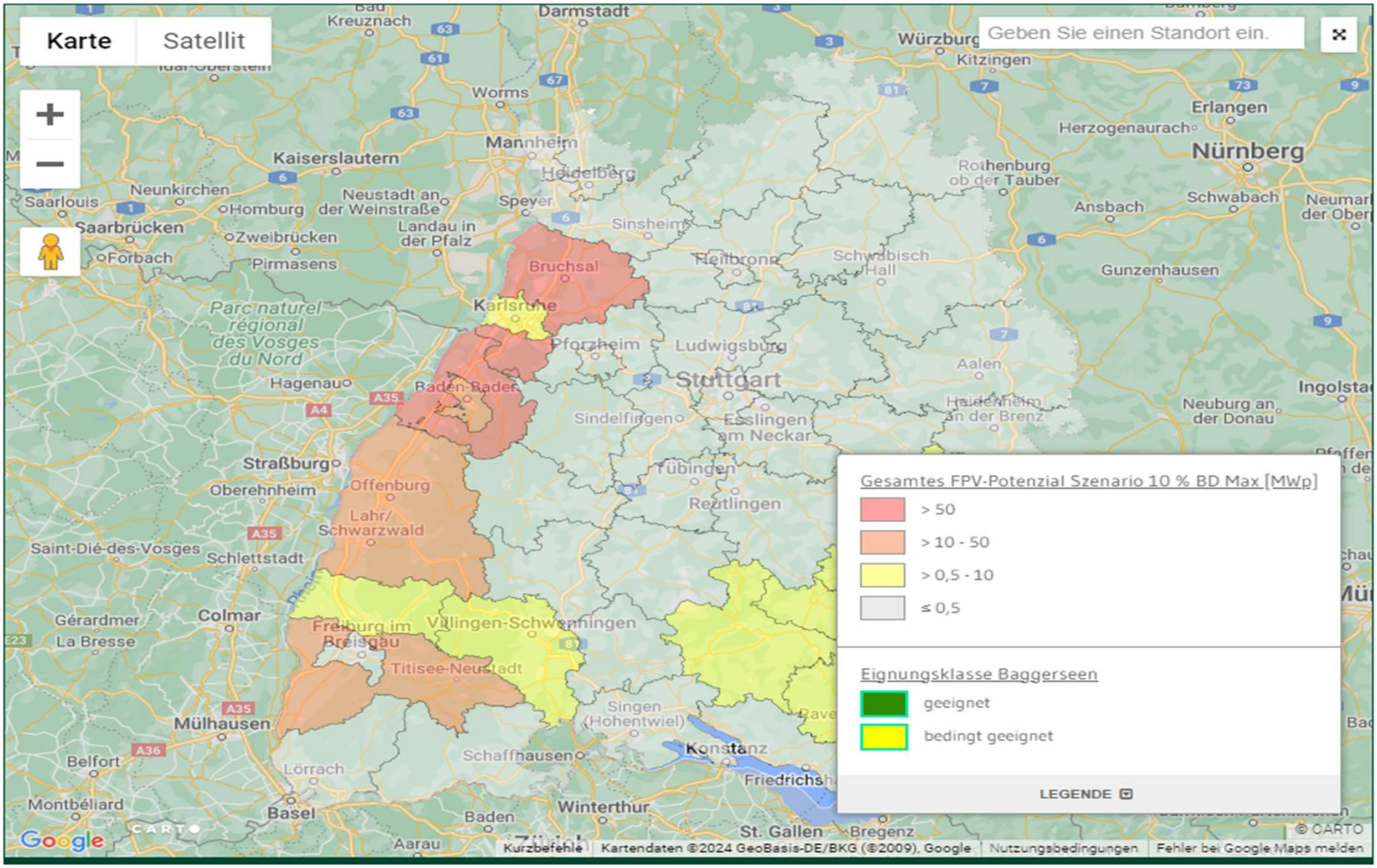
Zusätzlich werden wichtige, ergänzende Informationen als Bemerkungen aufgelistet.

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

PV-Sonderflächen

Ermitteltes Potenzial auf Baggerseen in Baden-Württemberg, Stand 2/2024 **(3)**

Ermitteltes PV-Potenzial auf Baggerseen (Schwimmende PV)



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

PV-Sonderflächen

Ermitteltes Potenzial auf Baggerseen in Baden-Württemberg, Stand 2/2024 **(4)**

Ermitteltes Potenzial auf Baggerseen (Schwimmende PV)

Diese Karte zeigt Baggerseen in Baden-Württemberg, die sich in aktiver Auskiesung ohne begonnene oder vollzogene Renaturierung befinden und als mögliche Standorte für potenzielle Photovoltaikanlagen geeignet sind.

Zu sehen ist das wirtschaftlich-praktisch erschließbare Gesamtpotenzial Szenario 10 % BD Max auf Kreisebene. Dabei handelt es sich um das Gesamtpotenzial für Schwimmende PV-Anlagen (sog. Floating-PV- oder FPV-Anlagen) als Summe der geeigneten und bedingt geeigneten Baggerseen.

Durch Klicken auf einen Landkreis öffnet sich die Objektinformation. Hier finden Sie berechnete FPV-Potenziale für insgesamt drei Szenarien.

- Szenario 100 % BD Min: Installation von FPV auf der gesamten Potenzialfläche des Baggersees mit einer Belegungsdichte (BD) von 0,6 MWp/ha
- Szenario 10 % BD Max: Flächenbelegung von 10 % der Seefläche mit einer Belegungsdichte (BD) von 1,2 MWp/ha
- Szenario 45 % BD Max: Flächenbelegung von 45 % der Seefläche mit einer Belegungsdichte (BD) von 1,2 MWp/ha

Je nach betrachtetem Szenario beträgt das wirtschaftlich-praktisch erschließbare FPV-Potenzial für diese Seen 280 MWp bis 1.130 MWp für die Summe aus geeigneten und bedingt geeigneten Gewässerteilflächen. Diese Werte stellen wegen verwendeter Näherungen und zunehmender Gewässerflächen aufgrund der fortschreitenden Auskiesung die unteren Potenzialschranken dar.

Durch Zoomen der Karte sind die einzelnen Potenzialflächen auf bestimmten Baggerseen zu erkennen. Dabei werden die künstlichen Baggerseen in aktiver Auskiesung in geeignet, bedingt geeignet und ungeeignet anhand eines Kriterienkatalogs kategorisiert, der in der Potenzialanalyse erklärt wird. Die ungeeigneten Baggerseen finden Sie im **Erweiterten Daten- und Kartenangebot** des Energieatlas.

Beim Klicken auf einen Baggersee werden in den Objektinformationen verschiedene Parameter sowie weitere Informationen zu den geeigneten und bedingt geeigneten Baggerseen angezeigt.

Wirtschaftlich-praktisch erschließbare Potenzialflächen befinden sich zumeist am Oberrhein. Dies entspricht der hohen Seendichte in dieser Region. Gleichzeitig werden im Oberrheingraben wohl auch künftig Sande, Kiese und Schotter gehäuft abgebaut, so dass in dieser Region in Zukunft noch weitere geeignete FPV-Standorte entstehen können.

Ob und in welchem Umfang die in der Studie betrachteten Baggerseen eine FPV-Nutzung erlauben, bleibt einer Einzelfallprüfung vorbehalten. Die in der Karte dargestellten Potenziale eignen sich daher nicht als Planungsgrundlage.

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

PV-Sonderflächen

Hintergrundinformationen und Potenzialanalyse in Baden-Württemberg, Stand 2/2024 **(5)**

Hintergrundinformationen

Um die vom Land gesetzten Ziele zum Ausbau der erneuerbaren Energien zu erreichen, ist neben dem Ausbau der Photovoltaik auf Dächern und Freiflächen auch ein Ausbau auf weiteren Flächen sinnvoll und notwendig. Mögliche Sonderflächen sind hier beispielsweise Deponien, Baggerseen (schwimmende PV), landwirtschaftliche Flächen (Agri-PV) und Parkplätze. Die Doppelnutzung kann zu Nutzungskonflikten aber auch...

▸ **mehr**

PV-Potenziale auf Sonderflächen

Um die Realisierung der Energiewende voranzubringen wird aktuell intensiv nach Standorten für den Ausbau von erneuerbaren Energien gesucht. Dabei stellen ehemalige, nicht anderweitig genutzte Deponieflächen und Baggerseen in aktiver Auskiesung mögliche Standorte für Photovoltaik-Anlagen dar. Bereits abrufbar sind die Ergebnisse zum Thema PV auf Deponien und die PV-Potenziale auf Baggerseen.

▸ **mehr**

Vom Deponie- zum Solarstandort

Ziel der von der LUBW Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg in Auftrag gegebenen Studie ist die detaillierte Erhebung und Bewertung von Deponieflächen, die als potenzielle Standorte für die Errichtung von PV-Anlagen in Frage kommen. Die Ergebnisse sind zum einen hier im Energieatlas Baden-Württemberg dargestellt, zum anderen sind sie in der Broschüre "Vom Deponie- zum Solarstandort" veröffentlicht....

▸ **mehr**

PV-Potenzial auf Deponien

Um die Realisierung der Energiewende voranzubringen wird aktuell intensiv nach Standorten für den Ausbau von erneuerbaren Energien gesucht. Dabei stellen ehemalige, nicht anderweitig genutzte Deponieflächen mögliche Standorte für Photovoltaik-Anlagen dar, da diese Altstandorte oft gut erschlossen sind und zum Teil bereits erste bauliche Voraussetzungen für die Photovoltaik-Nutzung bieten. Ziel einer von...

▸ **mehr**

PV-Potenzial auf Baggerseen

Schwimmende PV-Anlagen (sog. Floating-PV- oder FPV-Anlagen) entschärfen im Vergleich zu PV-Freiflächenanlagen Landnutzungskonkurrenzen, profitieren von einem ertragssteigernden Kühleffekt des Gewässers, minimieren durch die Bedeckung der Wasserfläche die Wasserverdunstung und sind daher als Teil der integrierten PV ein wichtiger Baustein der Energiewende.

▸ **mehr**

PV-Potenzial auf Baggerseen (Schwimmende PV)

Für Schwimmende PV-Anlagen (sog. Floating-PV- oder FPV-Anlagen) wird in dieser GIS-gestützten Potenzialanalyse rechnerisch das wirtschaftlich-praktisch erschließbare Potenzial über einen Katalog an abgestuften Restriktionskriterien szenarienbasiert und gewässerteilflächenscharf ermittelt. Für jeden gegebenen See werden für Floating-PV potenziell nutzbare Flächen identifiziert und andere gegebenenfalls...

▸ **mehr**

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

Beitrag Erneuerbare - Photovoltaik

zur Energieversorgung

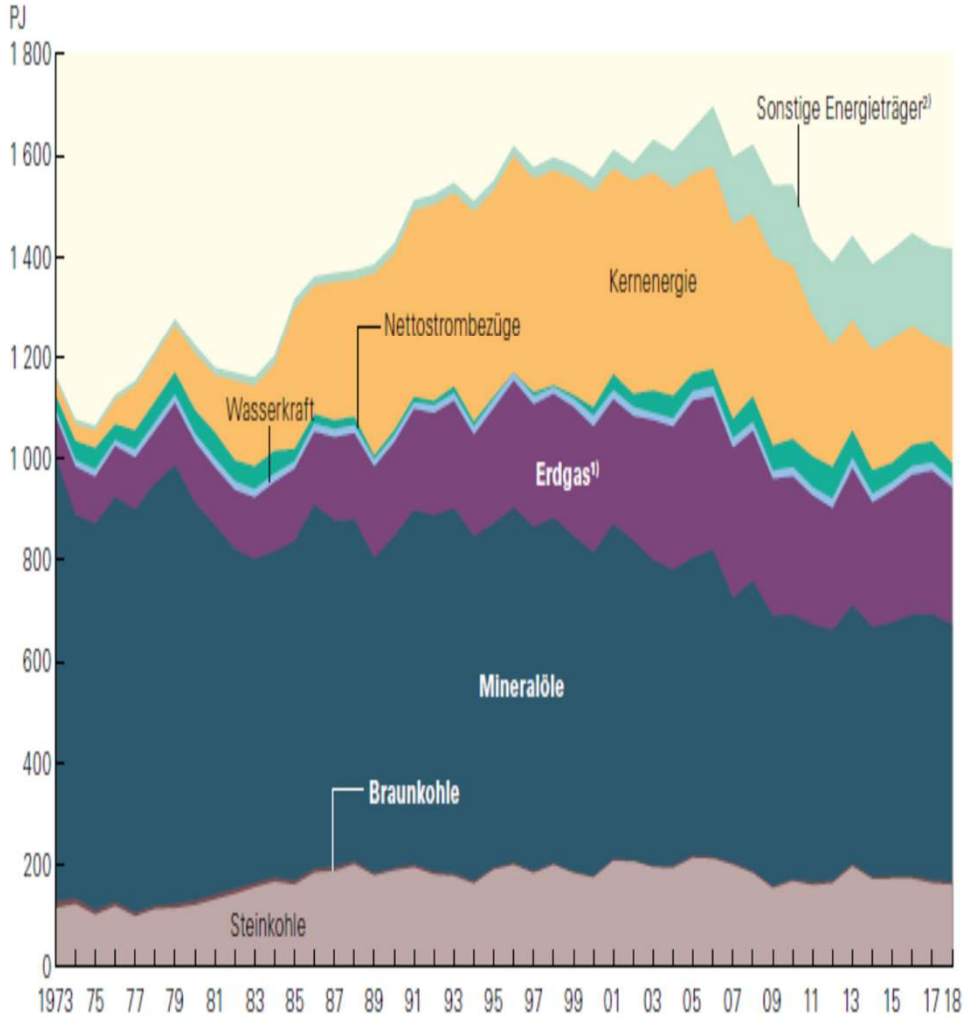
Entwicklung Primärenergieverbrauch (PEV) nach Energieträgern in Baden-Württemberg 1973/1990-2018/20 (1)

Jahr 2020: Gesamt 1.259 PJ = 349,7 TWh (Mrd. kWh); Veränderung 1990/2020: - 11,9%

∅ 113,4 GJ/Kopf = 31,5 MWh/Kopf

9. Primärenergieverbrauch in Baden-Württemberg seit 1973 nach Energieträgern*)

Energieträger	1973	1980	1985	1990	1991	1995	2000	2005	2010	2015	2018
	TJ										
Steinkohle	115 442	120 788	161 345	188 734	194 749	190 934	174 893	213 530	167 927	173 225	160 832
Braunkohle	12 786	9 475	7 780	5 340	5 923	4 027	3 344	3 722	4 243	4 567	5 665
Mineralöle	879 174	784 979	670 779	655 003	699 708	680 115	639 309	589 816	523 033	500 910	507 827
Erdgas[1)]	80 310	121 358	143 034	185 624	199 555	228 087	248 556	310 067	273 082	262 383	270 995
Wasserkraft	11 703	16 014	13 922	14 113	13 428	17 041	21 141	17 677	18 477	15 481	15 005
Nettostrombezüge	29 823	46 609	24 711	10 303	10 678	6 192	17 388	35 247	55 563	39 267	32 947
Kernenergie	29 845	113 068	279 846	351 024	370 623	410 464	427 686	396 574	345 483	245 638	225 789
Sonstige Energieträger[2)]	9 090	15 600	17 713	19 535	20 113	19 001	28 236	90 480	160 266	176 718	199 812
Insgesamt	**1 168 173**	**1 227 891**	**1 319 130**	**1 429 676**	**1 514 777**	**1 555 861**	**1 560 553**	**1 657 113**	**1 548 074**	**1 418 189**	**1 418 872**
	Anteil in %										
Steinkohle	*9,9*	*9,8*	*12,2*	*13,2*	*12,9*	*12,3*	*11,2*	*12,9*	*10,8*	*12,2*	*11,3*
Braunkohle	*1,1*	*0,8*	*0,6*	*0,4*	*0,4*	*0,3*	*0,2*	*0,2*	*0,3*	*0,3*	*0,4*
Mineralöle	*75,3*	*63,9*	*50,9*	*45,8*	*46,2*	*43,7*	*41,0*	*35,6*	*33,8*	*35,3*	*35,8*
Erdgas[1)]	*6,9*	*9,9*	*10,8*	*13,0*	*13,2*	*14,7*	*15,9*	*18,7*	*17,6*	*18,5*	*19,1*
Wasserkraft	*1,0*	*1,3*	*1,1*	*1,0*	*0,9*	*1,1*	*1,4*	*1,1*	*1,2*	*1,1*	*1,1*
Nettostrombezüge	*2,6*	*3,8*	*1,9*	*0,7*	*0,7*	*0,4*	*1,1*	*2,1*	*3,6*	*2,8*	*2,3*
Kernenergie	*2,6*	*9,2*	*21,2*	*24,6*	*24,5*	*26,4*	*27,4*	*23,9*	*22,3*	*17,3*	*15,9*
Sonstige Energieträger[2)]	*0,8*	*1,3*	*1,3*	*1,4*	*1,3*	*1,2*	*1,8*	*5,5*	*10,4*	*12,5*	*14,1*
Insgesamt	***100***	***100***	***100***	***100***	***100***	***100***	***100***	***100***	***100***	***100***	***100***



* Daten 2020 vorläufig, Stand 10/2021 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. 2018 = 23,9 PJ, Anteil 1,7%)

Quellen: UM BW & Stat. LA BW – Energiebericht 2020, Tab. 9,11, 10/2020; Stat. LA. BW 6/2021; UM BW – EE in BW 2020, 10/2021

Entwicklung Endenergieverbrauch (EEV) nach Energieträgern mit Beitrag Strom in Baden-Württemberg 1990-2018/20 (2)

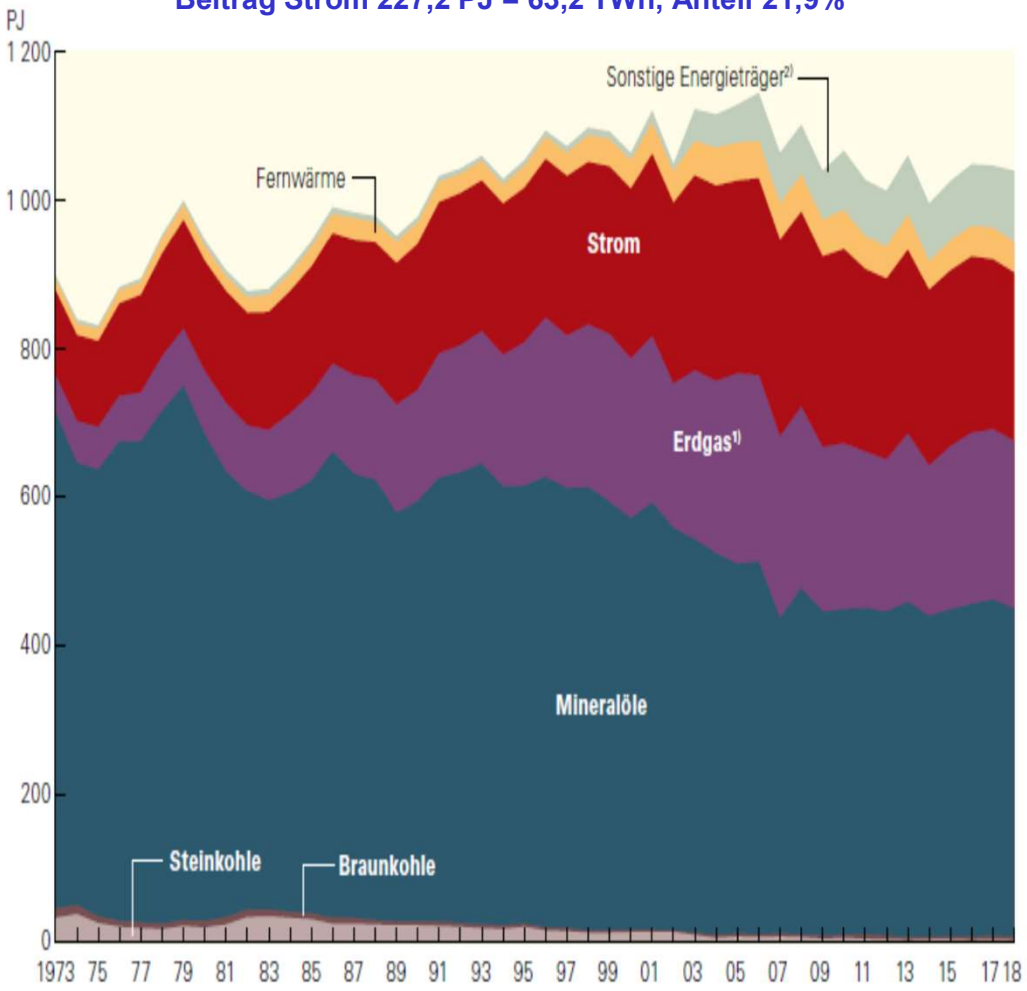
Jahr 2020: Gesamt 997,2 PJ = 277,0 TWh; Veränderung 90/20 = + 2,1%

∅ 89,4 GJ/Kopf = 25,0 MWh/Kopf

14. Endenergieverbrauch in Baden-Württemberg seit 1973 nach Energieträgern*)

Energieträger	1973	1980	1985	1990	1991	1995	2000	2005	2010	2015	2018
	TJ										
Steinkohle	32 573	20 179	30 687	22 554	22 278	20 820	13 810	8 174	6 210	4 434	3 420
Braunkohle	12 786	9 475	7 780	5 340	5 923	4 027	3 344	3 722	4 203	4 358	5 451
Mineralöle	667 331	654 270	582 177	564 423	597 134	588 506	552 215	495 842	437 167	438 564	440 331
Erdgas[1)]	48 536	85 113	117 123	151 126	167 214	192 604	215 867	256 827	223 843	220 483	226 066
Strom	115 060	149 341	171 159	196 866	203 520	208 471	228 962	259 906	261 853	237 206	227 223
Fernwärme	15 211	19 511	25 730	28 311	26 587	28 629	38 360	51 003	51 812	39 828	40 626
Sonstige Energieträger[2)]	4 631	8 207	8 338	8 294	8 133	7 622	10 398	51 474	79 834	79 662	95 531
Insgesamt	**896 128**	**946 096**	**942 994**	**976 914**	**1 030 789**	**1 050 679**	**1 062 956**	**1 126 948**	**1 064 922**	**1 024 535**	**1 038 648**
	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*	*44,0*	*41,1*	*42,8*	*42,4*
Erdgas[1)]	*5,4*	*9,0*	*12,4*	*15,5*	*16,2*	*18,3*	*20,3*	*22,8*	*21,0*	*21,5*	*21,8*
Strom	*12,8*	*15,8*	*18,2*	*20,2*	*19,7*	*19,8*	*21,5*	*23,1*	*24,6*	*23,2*	*21,9*
Fernwärme	*1,7*	*2,1*	*2,7*	*2,9*	*2,6*	*2,7*	*3,6*	*4,5*	*4,9*	*3,9*	*3,9*
Sonstige Energieträger[2)]	*0,5*	*0,9*	*0,9*	*0,8*	*0,8*	*0,7*	*1,0*	*4,6*	*7,5*	*7,8*	*9,2*
Insgesamt	***100***	***100***	***100***	***100***	***100***	***100***	***100***	***100***	***100***	***100***	***100***

Jahr 2018:
Beitrag Strom 227,2 PJ = 63,2 TWh, Anteil 21,9%



* Daten 2020 vorläufig; Stand 10/2021 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) 1973 bis 1986 einschließlich Stadtgas

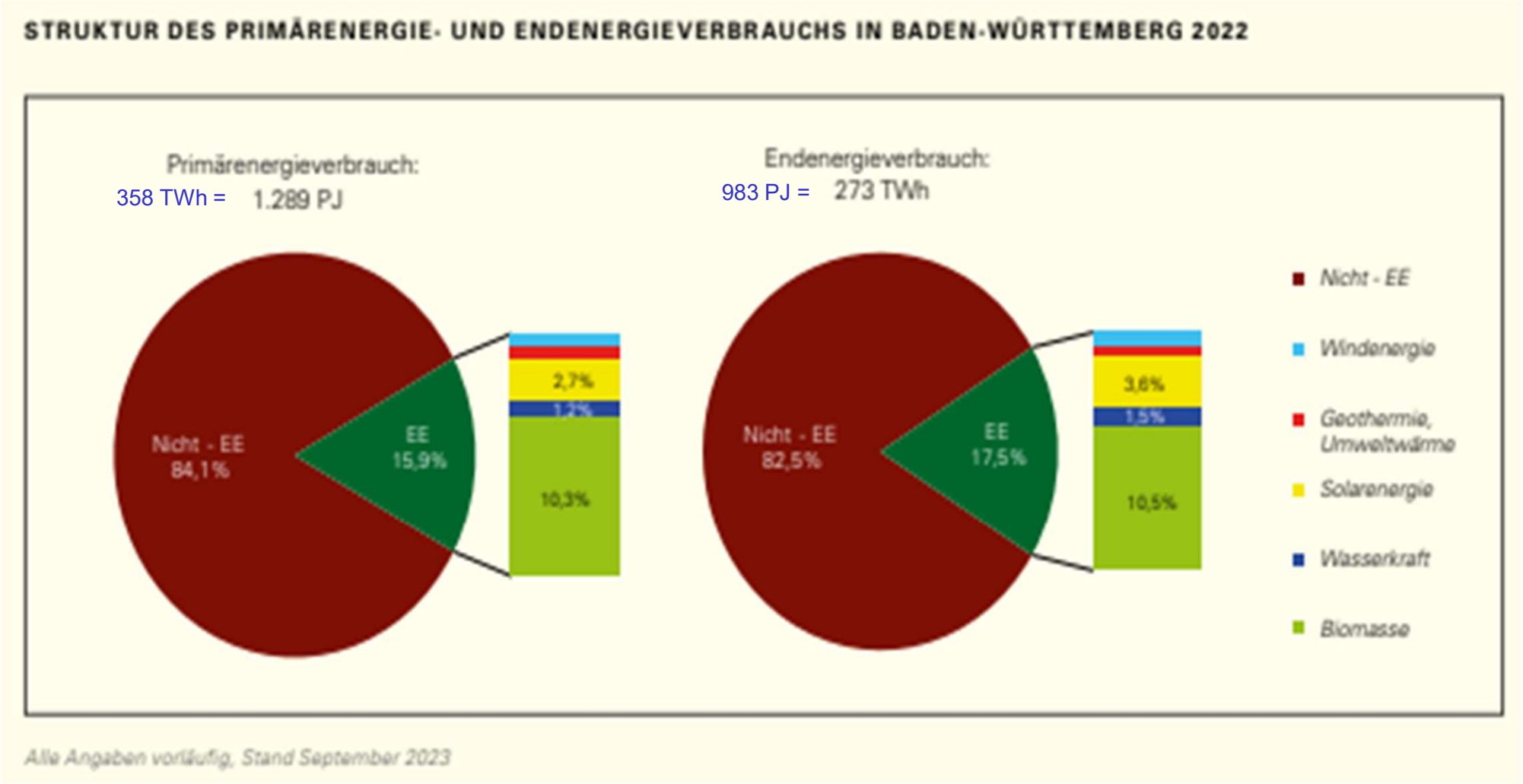
2) Klärgas, Deponiegas, Solarthermie, Biomasse, Wärmepumpen und Andere, z.B. Müll

Quellen: Stat. LA BW 2020 aus UM BW & Stat. LA BW – Energiebericht 2020, Tab. 14, 10/2020; UM BW – EE in BW 2020, 10/2021

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%)



* Daten 2022 vorläufig, Stand 9/2023

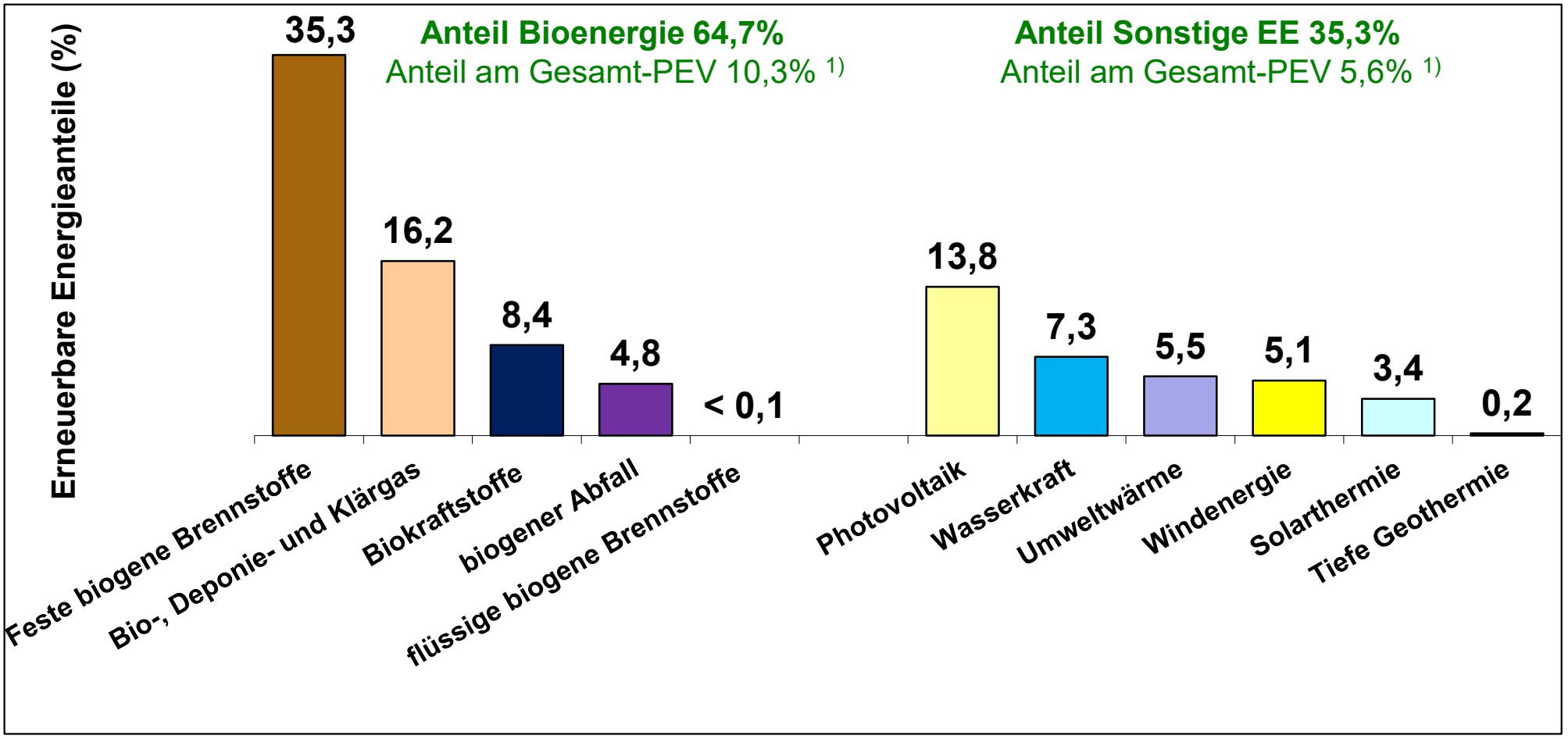
1) Tiefe Geothermie sowie oberflächennahe Geothermie und Umweltwärme durch Wärmepumpen

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)]



Grafik Bouse 2023

Vorwiegend Bioenergie mit Anteil 64,7%

* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

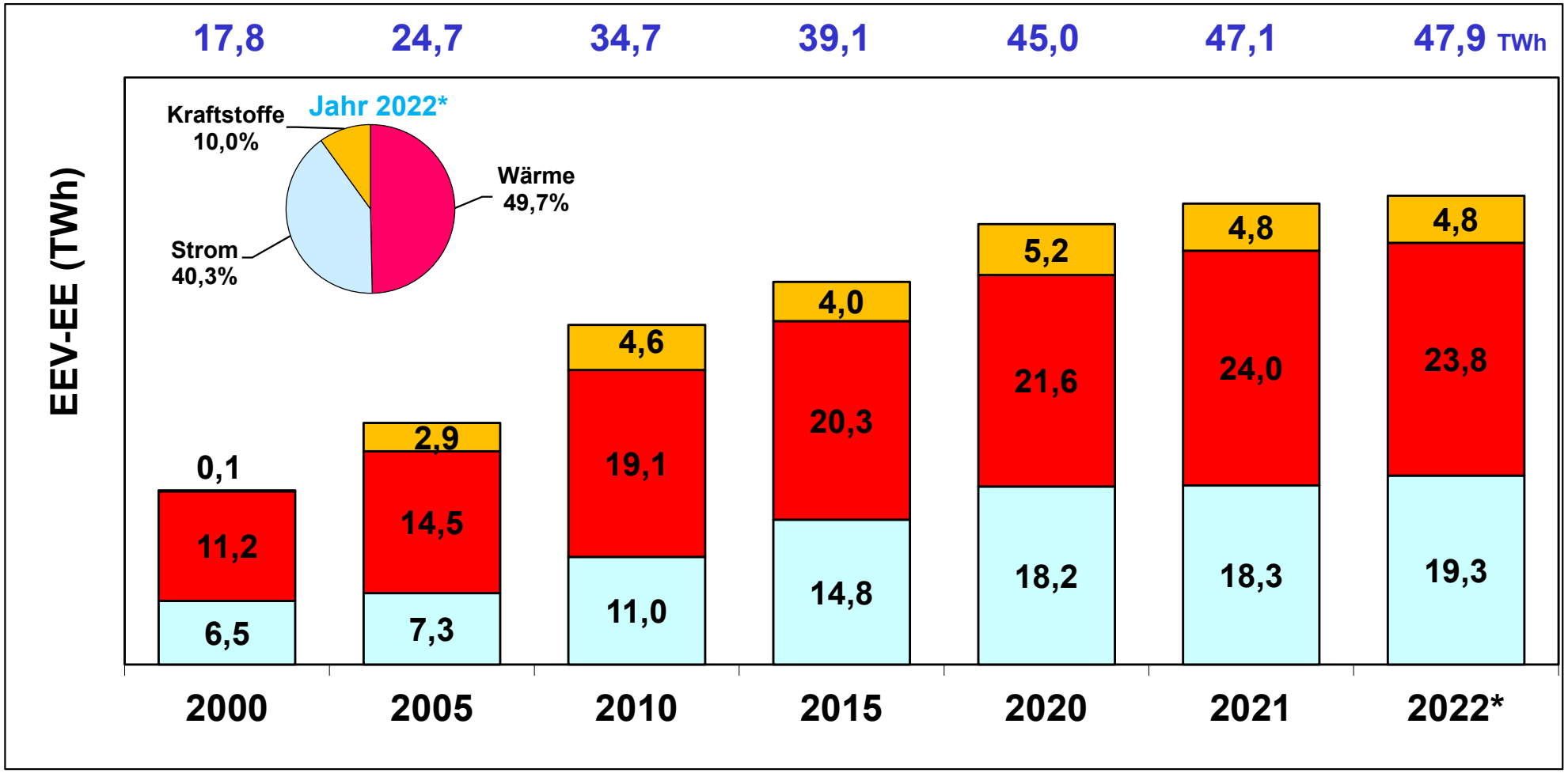
1) Bezogen auf den geschätzten Primärenergieverbrauch (PEV) von **1.289 PJ = 358,1 TWh (Mrd. kWh)**

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)]



* 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 983 PJ = 273,0 TWh im Jahr 2022 (EE-Anteil 17,5%)

2) Bezogen auf die Stromerzeugung von 183 PJ = 54,6 TWh im Jahr 2022 (EE-Anteil 35,4%)

2) Bezogen auf den Endenergieverbrauch Wärme von 475 PJ = 132,0 TWh ohne Strom im Jahr 2022 (EE-Anteil 18,0%)

3) Bezogen auf den Endenergieverbrauch Kraftstoffe Verkehr 296 PJ = 82,3TWh ohne Strom im Jahr 2022 (EE-Anteil 5,8%)

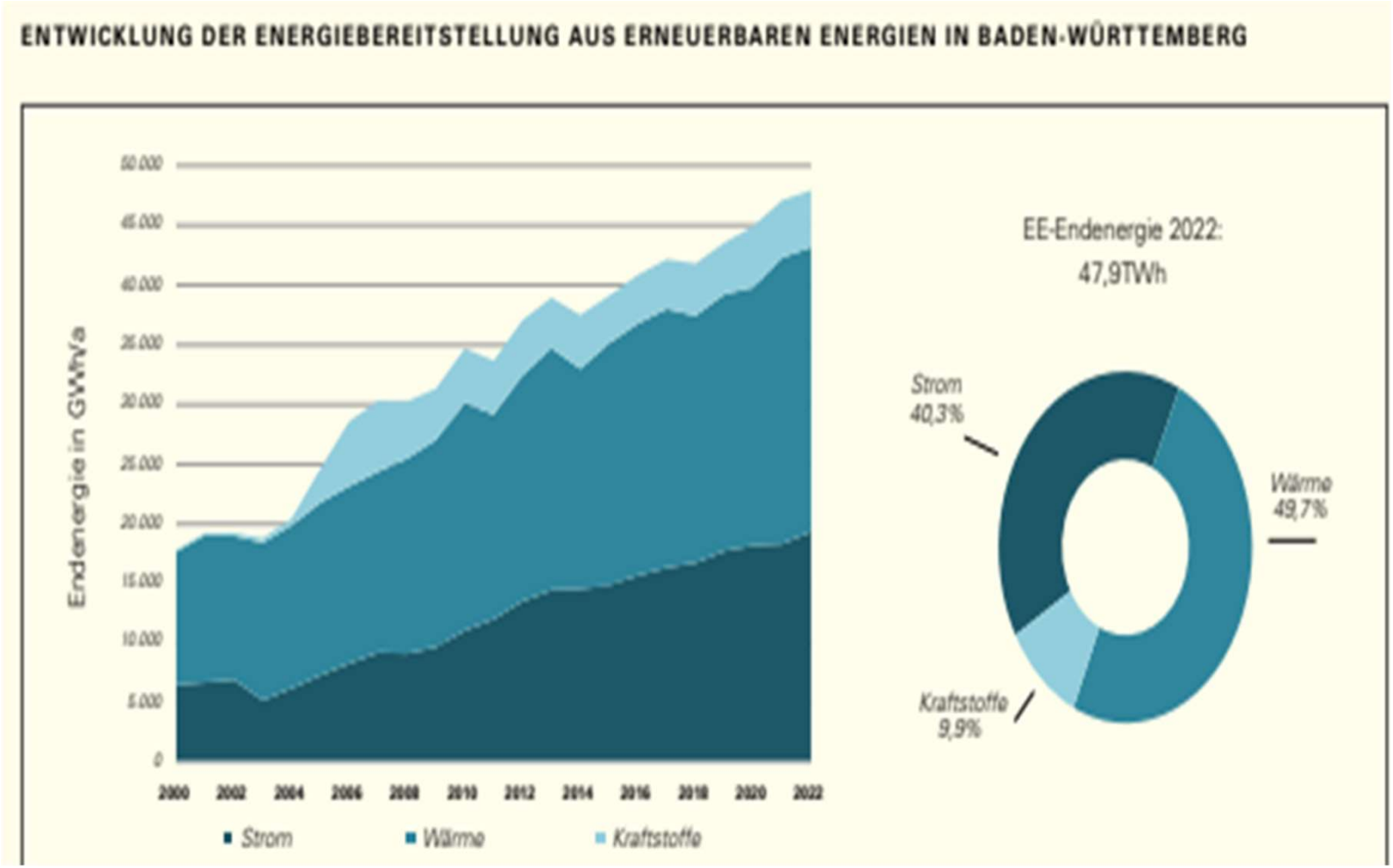
Quelle: UM BW-ZSW „Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2022“, 10/2023

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

	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

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

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



* 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 983 PJ = 273,0 TWh im Jahr 2022 (EE-Anteil 17,5%)

2) Bezogen auf die Stromerzeugung von 183 PJ = 54,6 TWh im Jahr 2022 (EE-Anteil 35,4%)

2) Bezogen auf den Endenergieverbrauch Wärme von 475 PJ = 132,0 TWh ohne Strom im Jahr 2022 (EE-Anteil 18,0%)

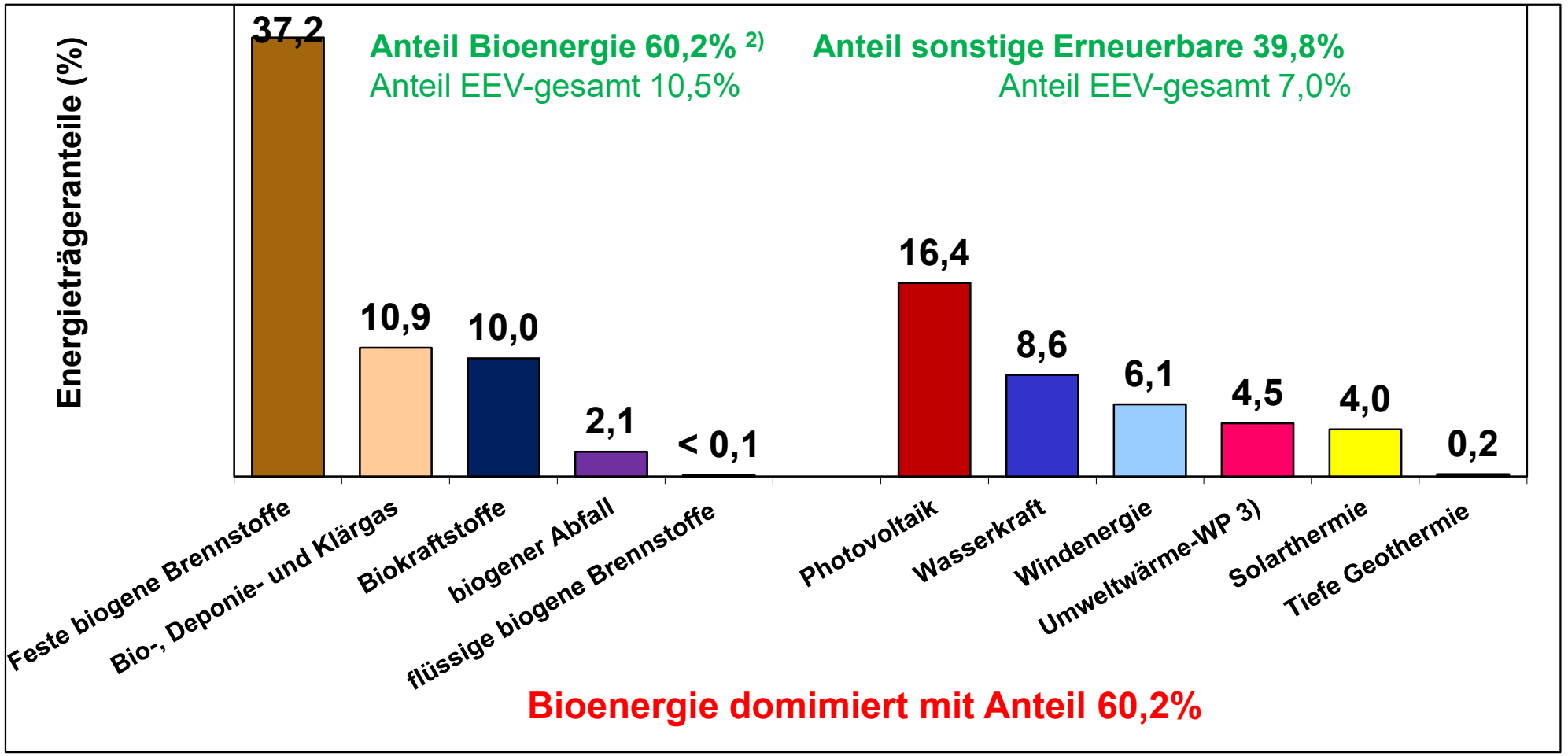
3) Bezogen auf den Endenergieverbrauch Kraftstoffe Verkehr 296 PJ = 82,3 TWh ohne Strom im Jahr 2022 (EE-Anteil 5,8%)

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

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

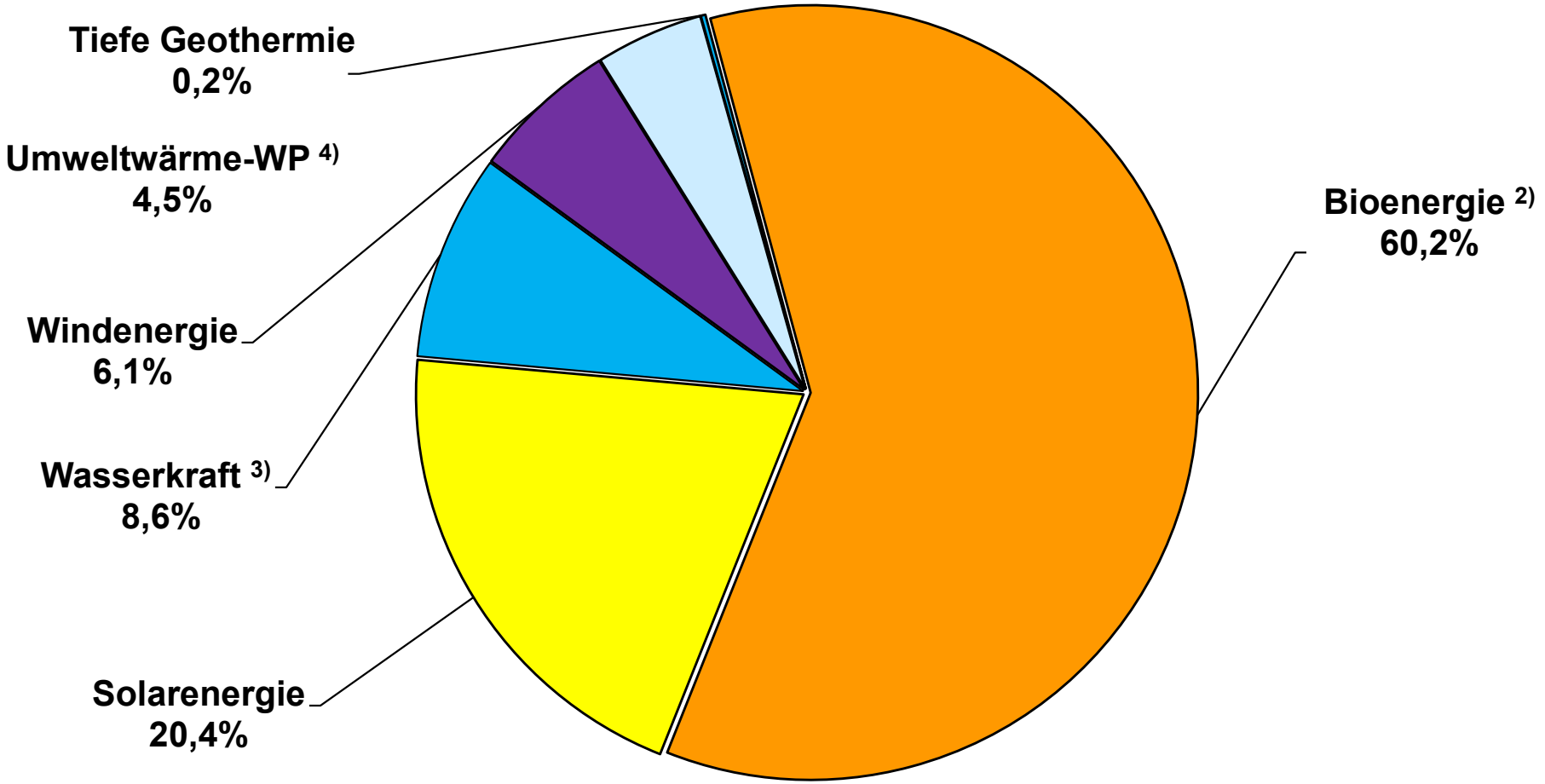
3) Nutzung von Umweltwärme (Luft, Grundwasser, **oberflächennahe Geothermie)** durch Wärmepumpen (4,0%)

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

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)]



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

3) Einschließlich Pumpspeicherwasser mit natürlichen Zufluss;

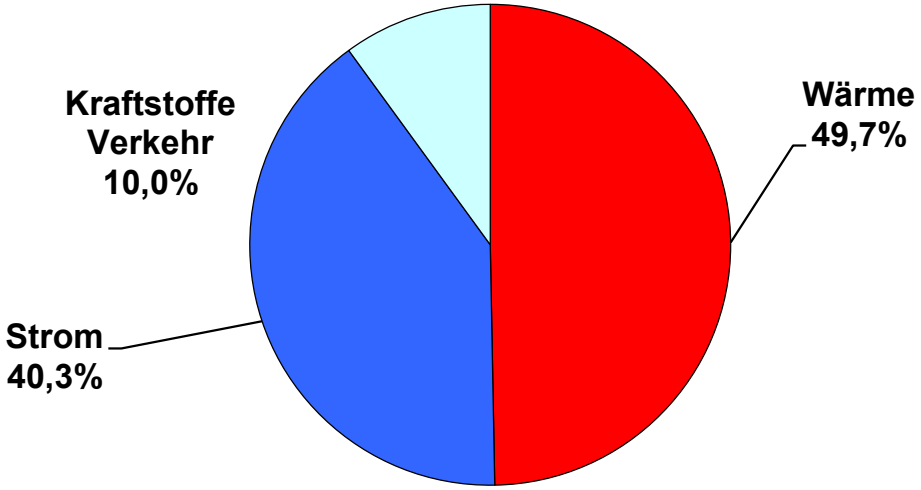
4) Nutzung von Umweltwärme (Luft, Grundwasser, oberflächennahe Geothermie) durch Wärmepumpen

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

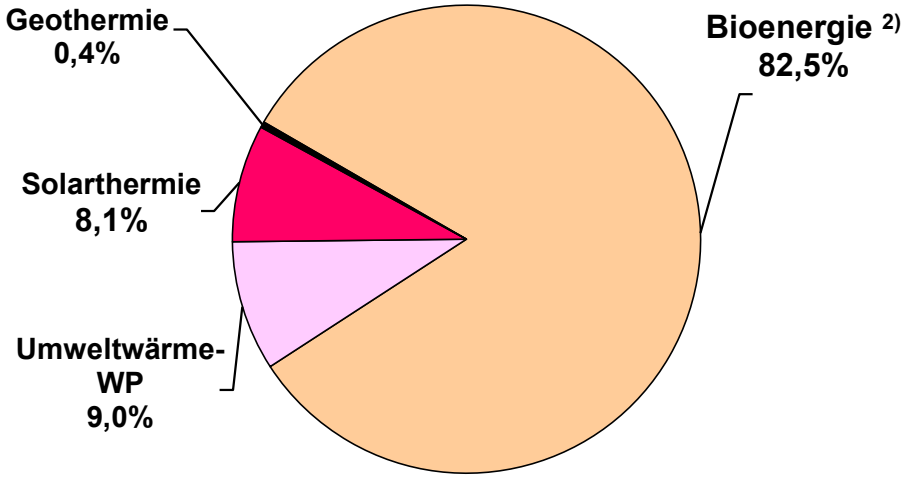
Struktur Endenergieverbrauch (EEV) aus erneuerbaren Energien (EE) nach Nutzungsarten in Baden-Württemberg 2022 nach UM BW-ZSW (5)

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

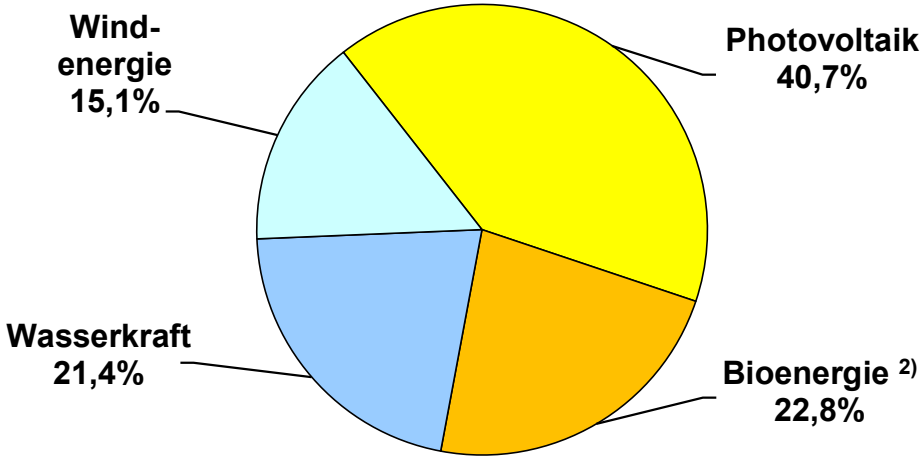
Gesamte EE 47,9 TWh



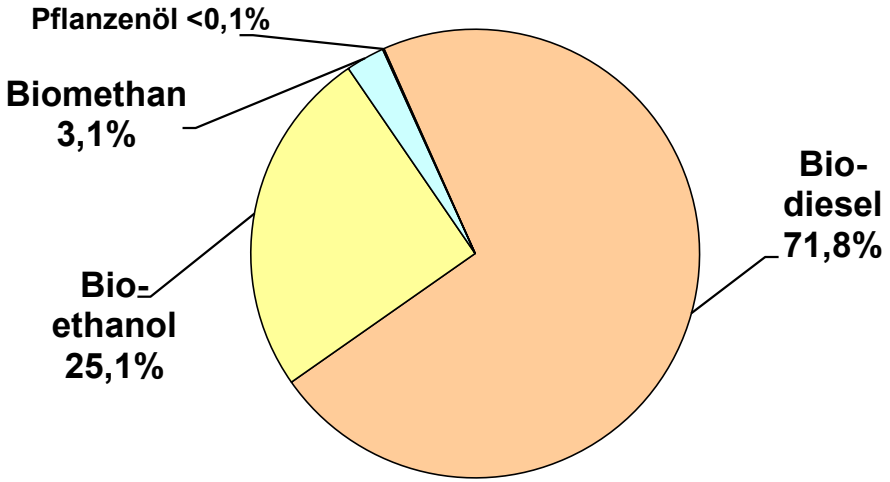
Wärme/Kälte aus EE 23,8 TWh, Anteil 49,7%



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

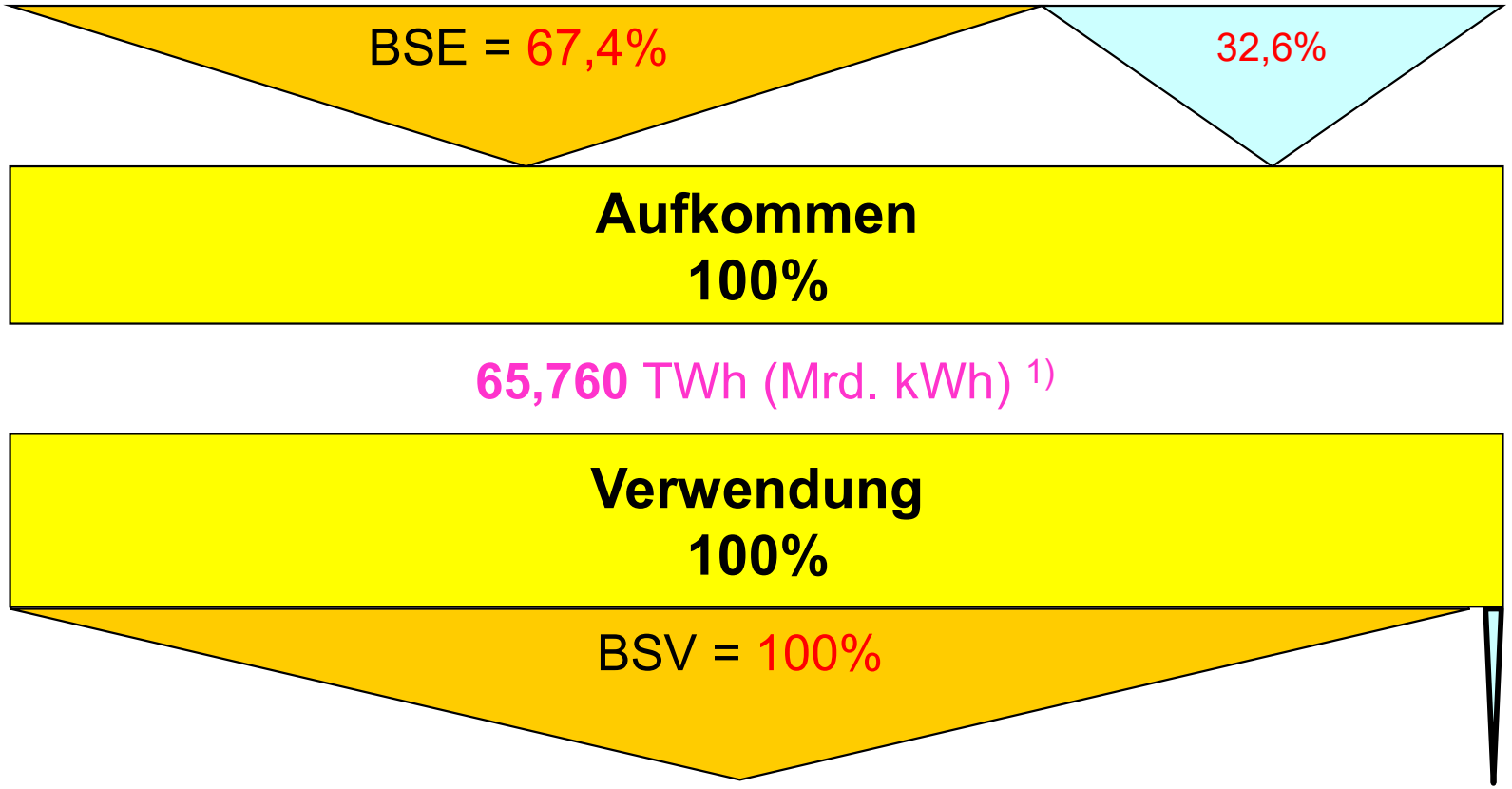
Strombilanz Baden-Württemberg 2020 (1)

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

Bruttostromverbrauch (BSV)

65,760 TWh [2)]

Stromlieferungen

0,0 TWh [3)]

* Daten 2020 vorläufig, Stand 10/2022

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

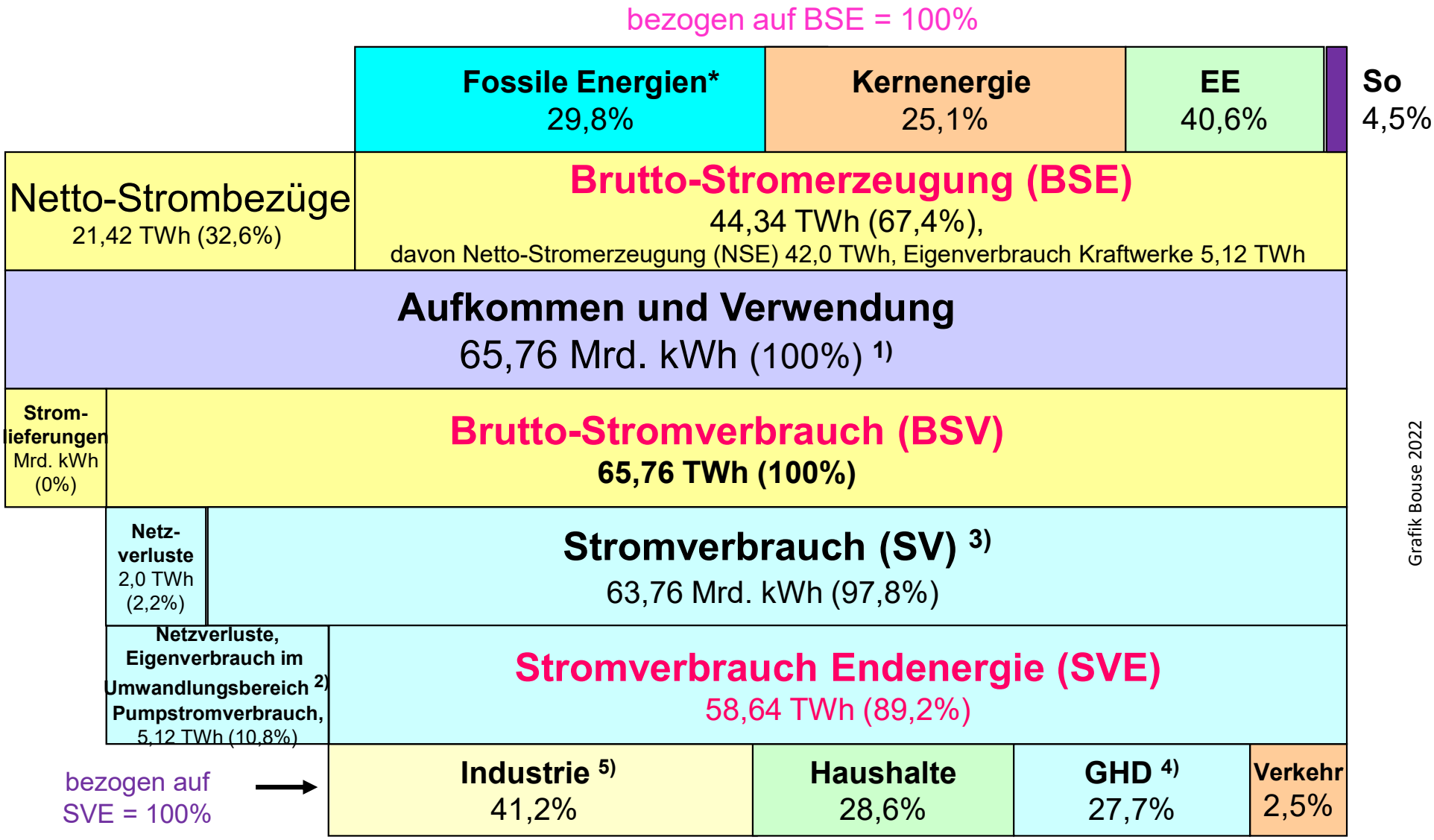
1) Aufkommen und Verwendung = BSV = 65,760 TWh, weil bei Strombezügen und Stromlieferungen nur der **Nettoimpor**t von 21,423 TWh vorliegt

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)

Quelle: Stat. LA BW 10/2022; Stat. LA BW & UM BW – Energiebericht 2022, Tab. I 11/33, 10/2022

Stromfluss in Baden-Württemberg 2020 (2)



* 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

Quellen: Stat. LA BW bis 10/2022; Stat. LA BW&UM BW – Energiebericht 2022, Tab. 31/33, 37, 10/2022

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%

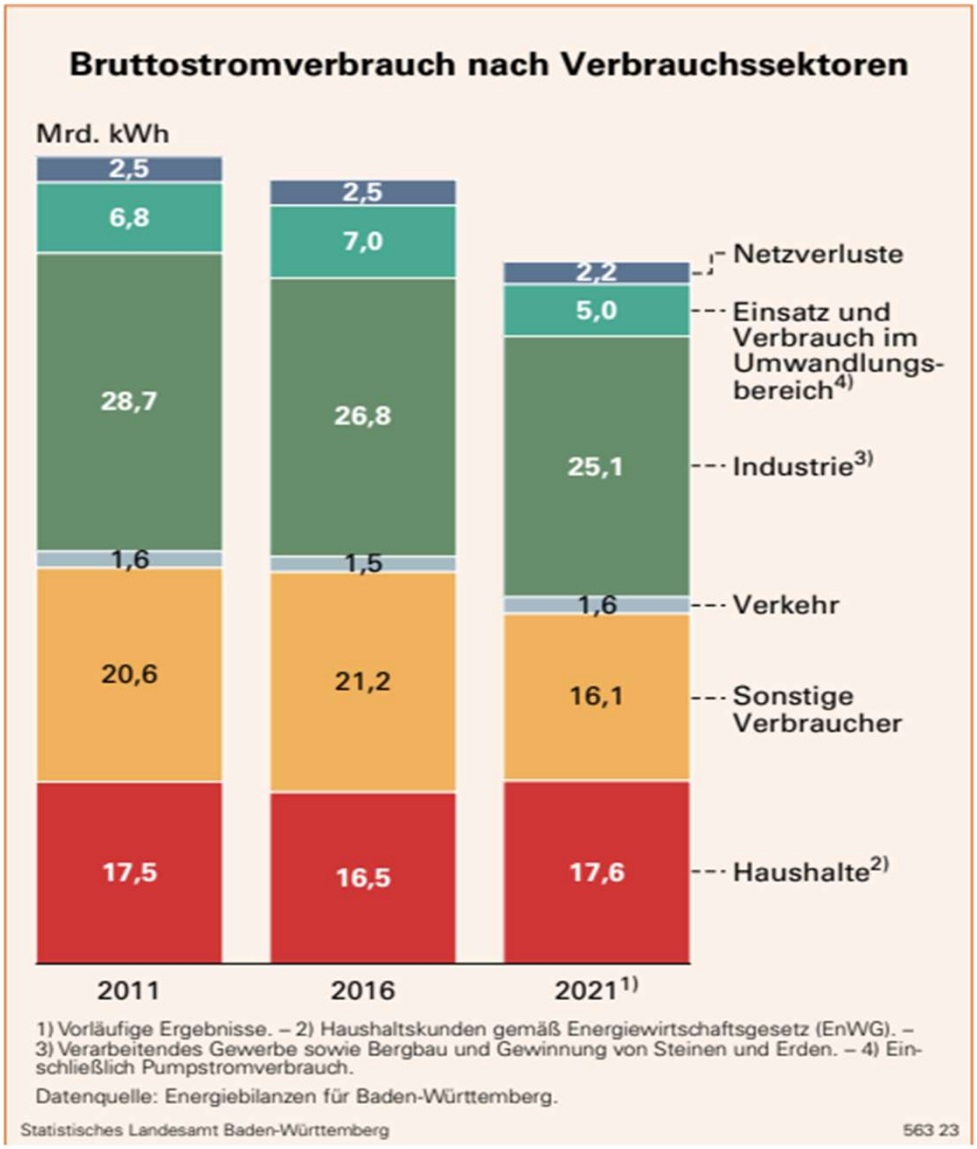
6.091 kWh/Kopf

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.

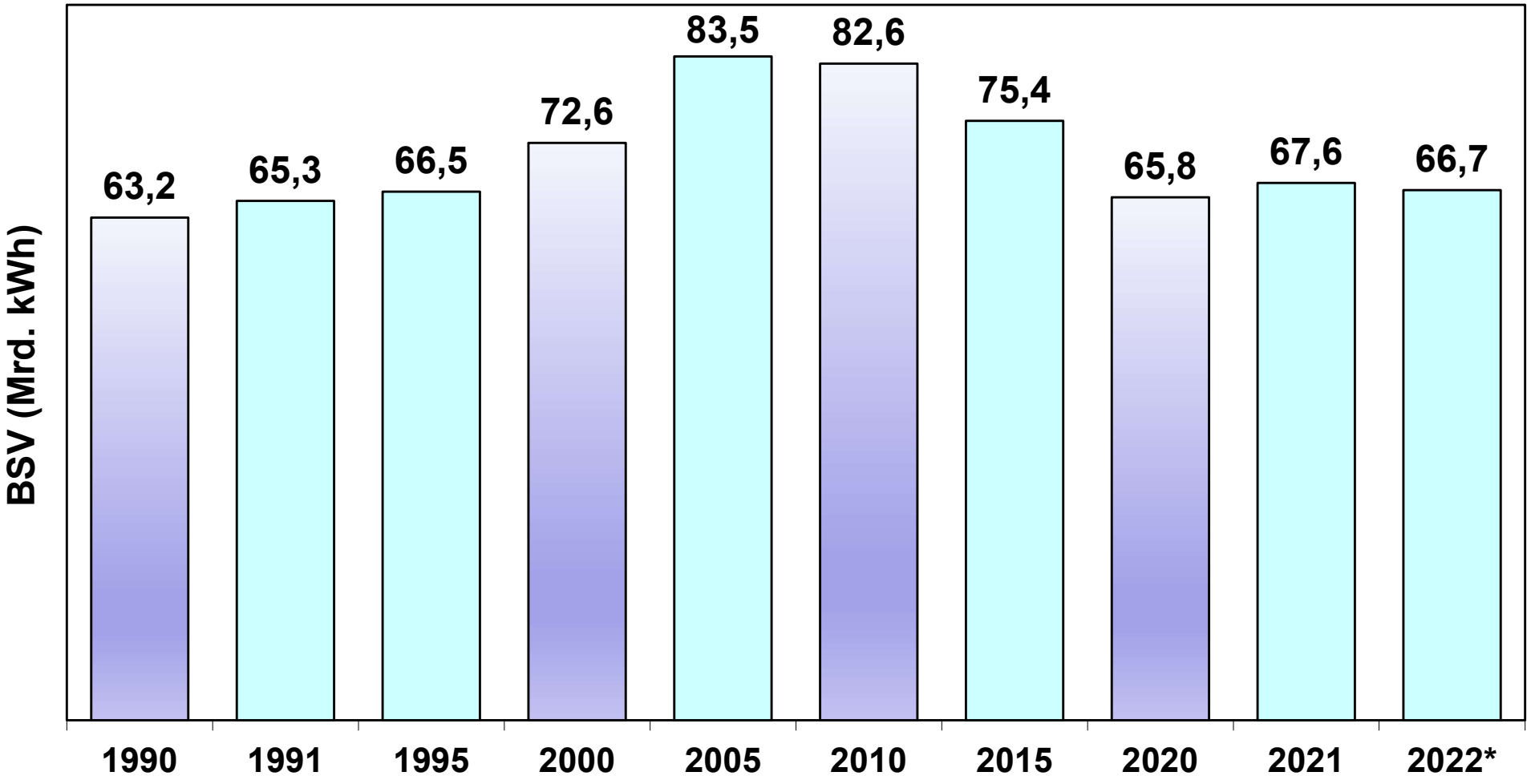
Bevölkerung (Jahresmittel) 2021: 11,1 Mio.

Quelle: Stat. LA BW - Im Blickpunkt: Energie in Baden-Württemberg 2023, Faltblatt 12/2023; Stat. LA BW & UM BW – Energiebericht 2022, 10/2022; Stat. LA BW 10/2022

Entwicklung Brutto-Stromverbrauch (BSV) [1)] in Baden-Württemberg 1990-2022 (2)

Jahr 2022: 66,7 TWh (Mrd. kWh), Veränderung 1990/2022 + 4,0%

5.934 kWh/Kopf



* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023 1 TWh = 1 Mrd. kWh = 1.000 Mio. kWh Bevölkerung (Jahresmittel) 2022: 11,2 Mio.

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

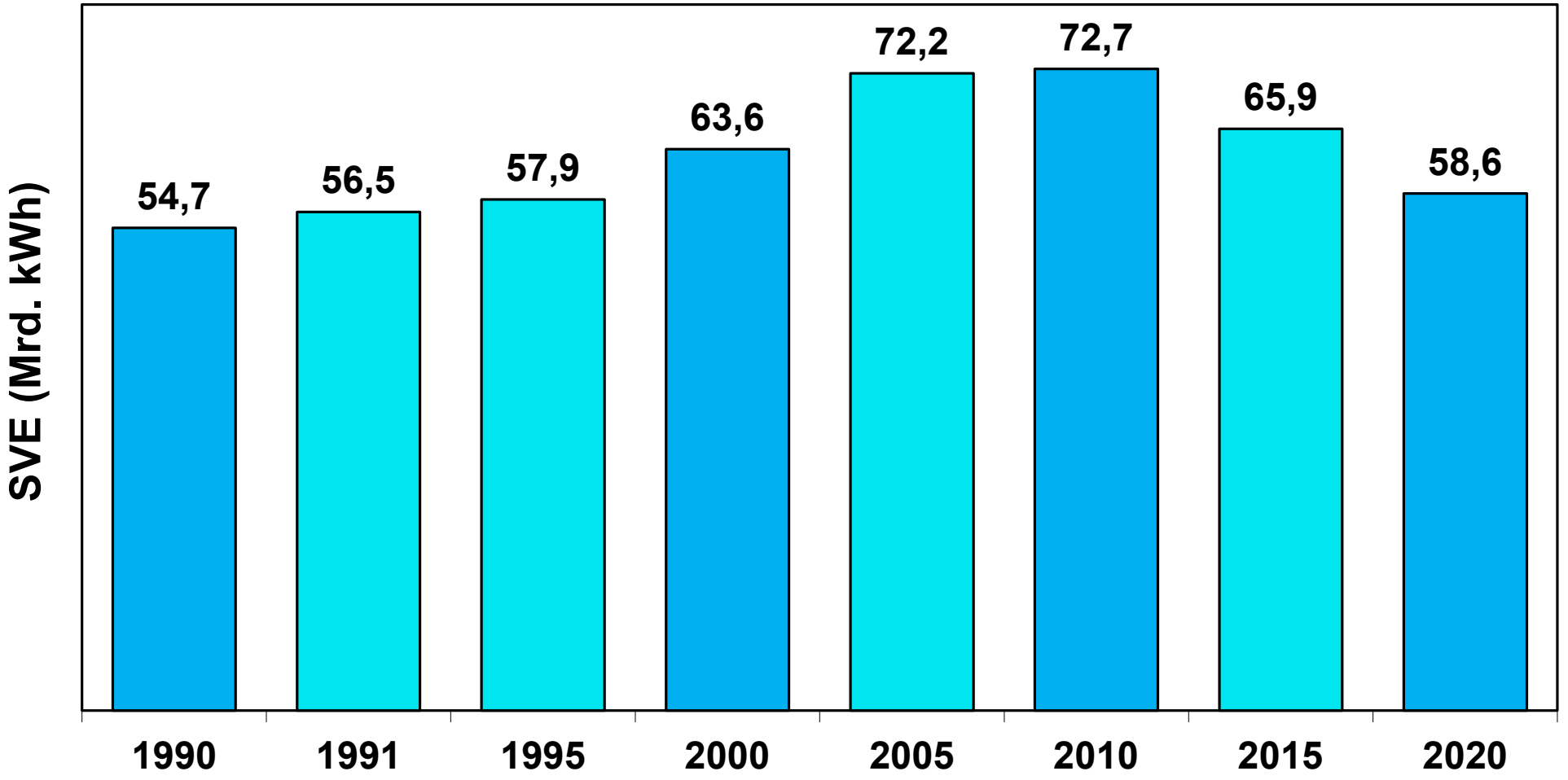
Quellen: Stat. LA BW & UM BW – Energiebericht 2022, 10/2022; Stat. LA BW 4/2023;

Entwicklung Stromverbrauch Endenergie (SVE) in Baden-Württemberg 1990-2020

Jahr 2020: Gesamt 58,6 TWh (Mrd. kWh), Veränderung 1990/2020 + 7,1%

Ø 5.279 kWh/Kopf

Anteil Strom am EEV 20,7% von 283,9 TWh



* Daten 2020 vorläufig, Stand 10/2022

Energieeinheit: 1 TWh = 1 Mrd. kWh

Bevölkerung (Jahresmittel) 2020 = 11,1 Mio.

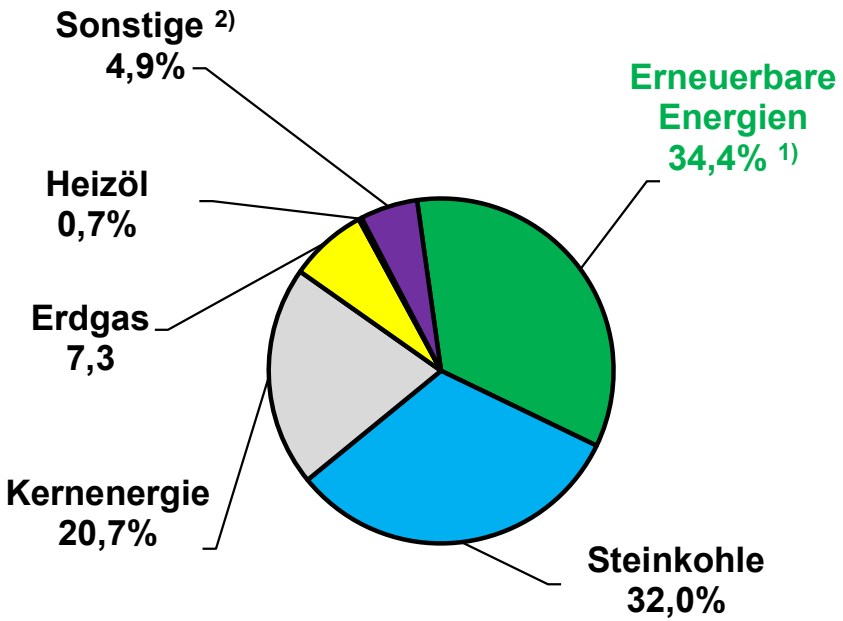
Quellen: UM BW & Stat. LA BW – Energiebericht 2022, Tab. 14, 10/2022; Stat. LA BW aus www.statistik-bw.de 3/2023

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 %

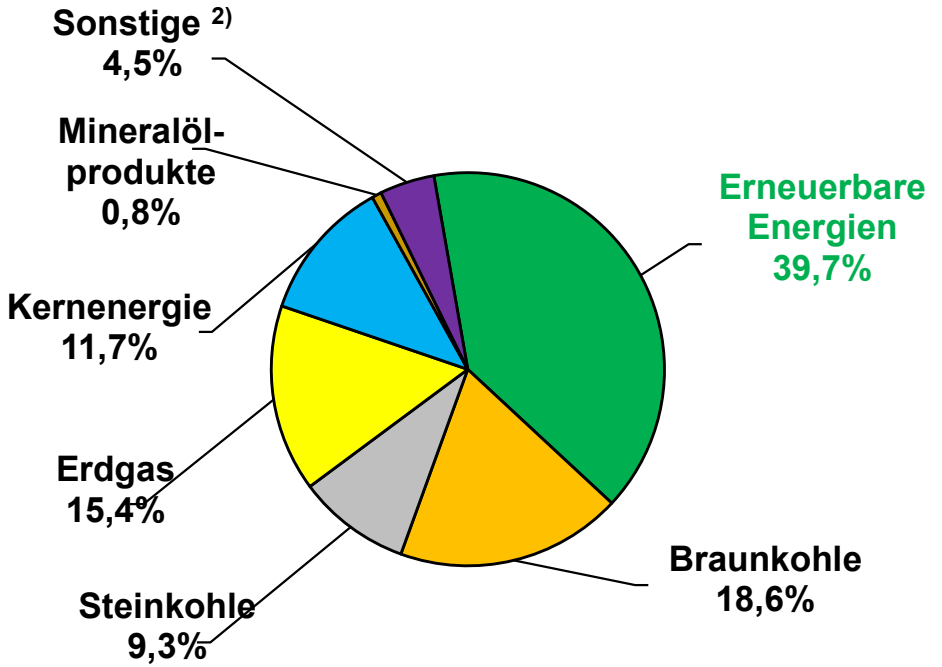
4.813 kWh/Kopf



Deutschland (D) nach AGEB

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

Ø 7.077 kWh/Kopf



Grafik Bouse 2023

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.

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

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

* 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) 550,7 TWh; EE-Anteil am BSV 41,0 Prozent

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

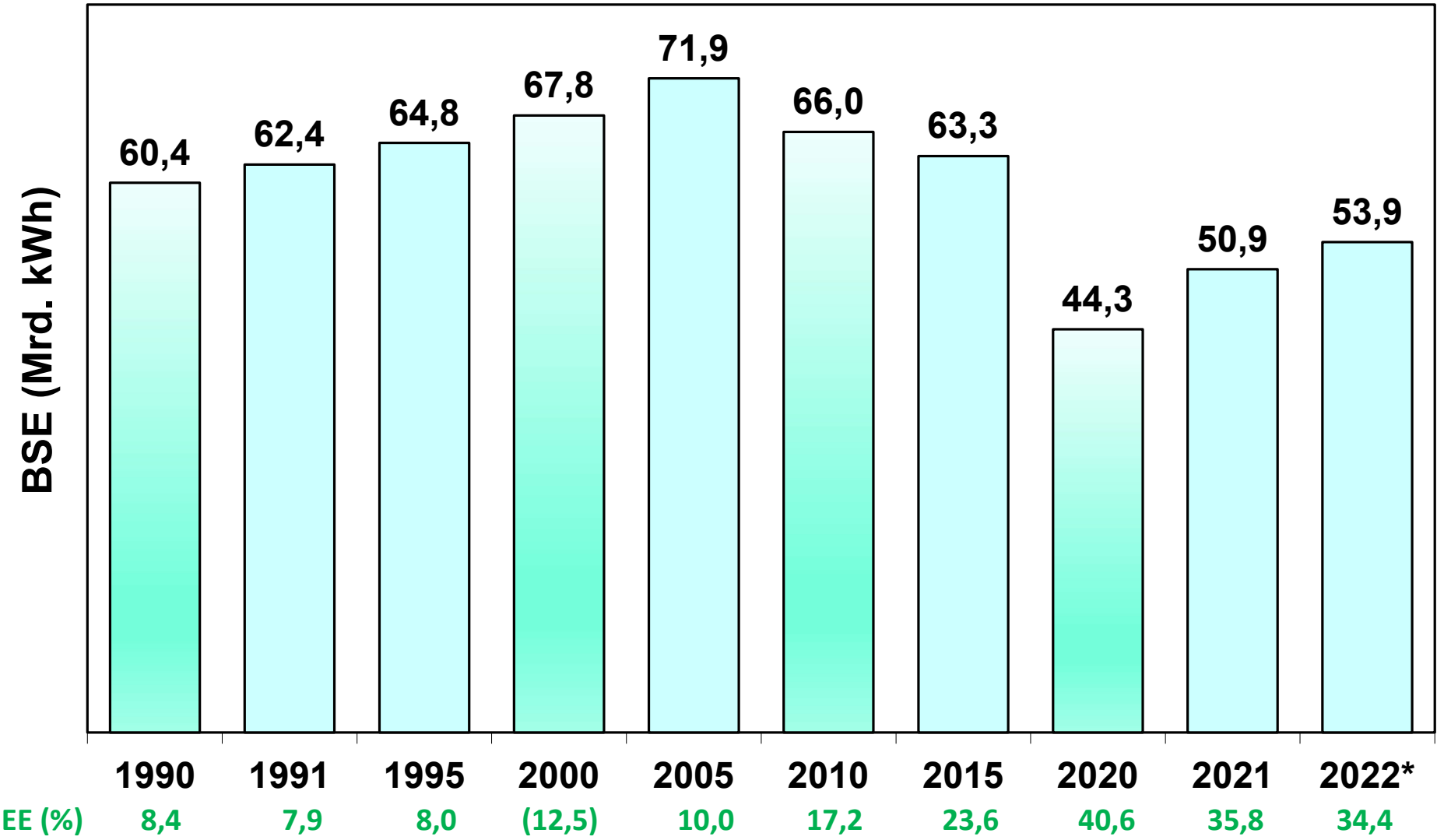
Beitrag Photovoltaik-Solarstrom

zur Stromversorgung, Teil 1 – Erzeugung/Verbrauch

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.

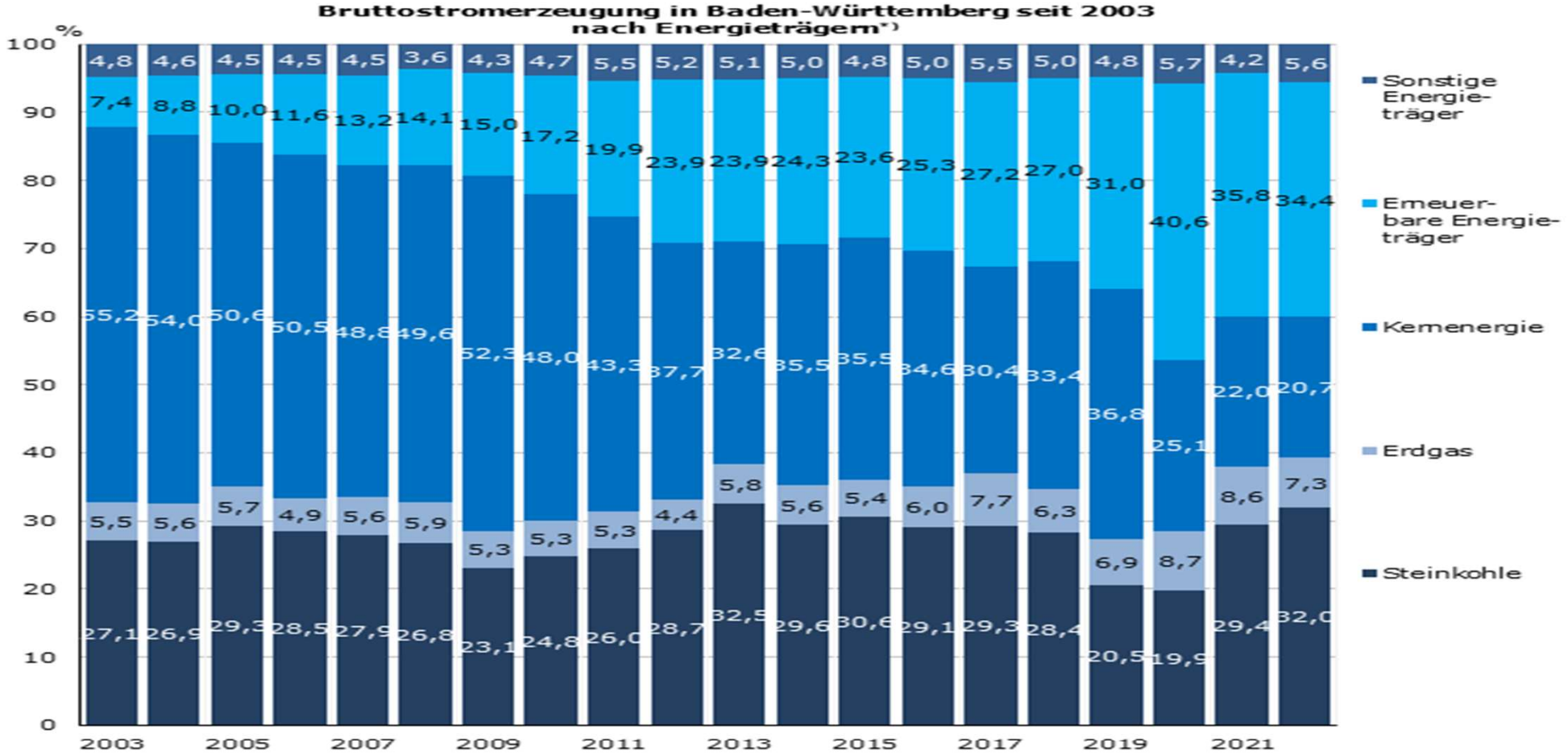
1) BSE mit/ohne Pumpspeicher 53.904 / 52.311 GWh (Pumpspeicherstrom 1.593 GWh)

Quellen: UM BW & Stat. LA BW – Energiebericht 2020, Tab. 29, 10/2020; Stat. LA BW aus www.statistik-bw.de 12/2023; UM & ZSW – EE in BW 2021, 10/2022

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 Pumpspeicherwasserkraftwerken), 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, Pumspeicherwasser ohne natürlichen Zufluss, Wasserstoff und sonstige Energieträger.

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

© Statistisches Landesamt Baden-Württemberg 2023

Entwicklung Bruttostromerzeugung (BSE) nach Energieträgern in Baden-Württemberg 1973/1990-2018/20 nach Stat. LA BW (3)

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

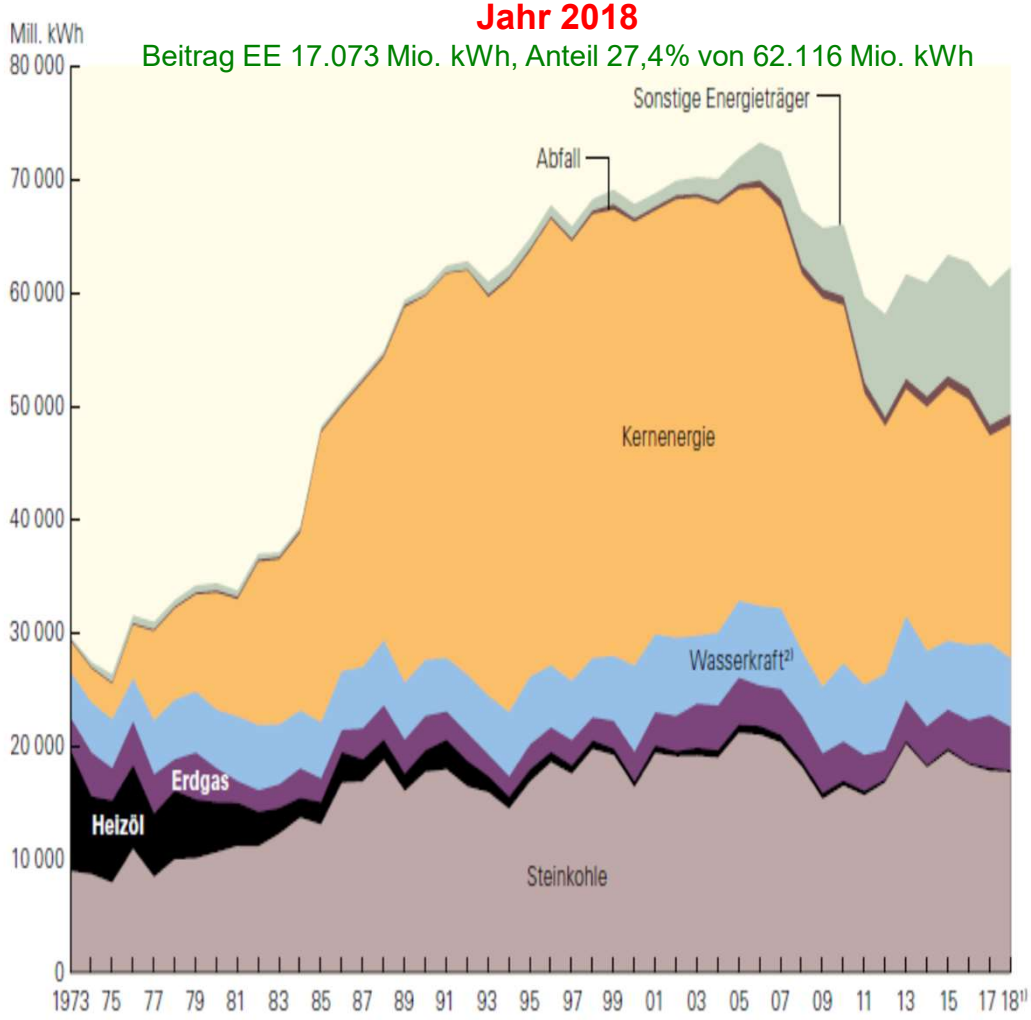
Ø 3.994 kWh/Kopf

29. Bruttostromerzeugung*) in Baden-Württemberg seit 1973 nach Energieträgern

Energieträger	1973	1980	1985	1990	1991	1995	2000	2005	2010	2015	2018[1]
	Mill. kWh										
Steinkohle	8 870	10 521	12 961	17 604	17 830	16 743	16 236	21 042	16 397	19 407	17 588
Heizöl	10 683	4 419	1 998	1 928	2 620	1 089	521	749	440	272	177
Erdgas	2 850	2 984	2 079	3 031	2 492	2 194	2 605	4 129	3 468	3 436	3 833
Wasserkraft[2]	4 005	5 152	4 936	4 943	4 726	5 976	7 624	6 781	6 887	6 050	6 037
Kernenergie	2 736	10 333	25 652	32 177	33 974	37 626	39 205	36 353	31 669	22 517	20 697
Abfall	145	232	212	116	114	244	338	485	788	927	925
Sonstige Energieträger	222	640	348	584	610	901	1 279	2 354	6 352	10 719	12 992
Insgesamt	**29 511**	**34 281**	**48 186**	**60 383**	**62 366**	**64 773**	**67 808**	**71 893**	**66 001**	**63 328**	**62 250**
											62.116
	Anteil in %										
Steinkohle	*30,1*	*30,7*	*26,9*	*29,2*	*28,6*	*25,8*	*23,9*	*29,3*	*24,8*	*30,6*	*28,3*
Heizöl	*36,2*	*12,9*	*4,1*	*3,2*	*4,2*	*1,7*	*0,8*	*1,0*	*0,7*	*0,4*	*0,3*
Erdgas	*9,7*	*8,7*	*4,3*	*5,0*	*4,0*	*3,4*	*3,8*	*5,7*	*5,3*	*5,4*	*6,2*
Wasserkraft[2]	*13,6*	*15,0*	*10,2*	*8,2*	*7,6*	*9,2*	*11,2*	*9,4*	*10,4*	*9,6*	*9,7*
Kernenergie	*9,3*	*30,1*	*53,2*	*53,3*	*54,5*	*58,1*	*57,8*	*50,6*	*48,0*	*35,6*	*33,2*
Abfall	*0,5*	*0,7*	*0,4*	*0,2*	*0,2*	*0,4*	*0,5*	*0,7*	*1,2*	*1,5*	*1,5*
Sonstige Energieträger	*0,8*	*1,9*	*0,7*	*1,0*	*1,0*	*1,4*	*1,9*	*3,3*	*9,6*	*16,9*	*20,9*
Insgesamt	***100***	***100***	***100***	***100***	***100***	***100***	***100***	***100***	***100***	***100***	***100***

Jahr 2018

Beitrag EE 17.073 Mio. kWh, Anteil 27,4% von 62.116 Mio. kWh



* Daten 2020 vorläufig, Stand 12/2021
Ab 1999 einschließlich Netzeinspeisung.

Energieeinheit: 1 TWh = 1 Mrd. kWh

Bevölkerung (Jahresmittel) 2020 = 11,1 Mio.

1) Anteil Erneuerbare Energien einschließlich reg. Wasserkraft 27,4%

2) Einschließlich Pumpspeicherwasserkraftwerke mit und ohne natürlichen Zufluss.

Quellen: UM BW & Stat. LA BW – Energiebericht 2020, Tab. 29, 10/2020; Stat . LA BW 12/2020; Stat. LA BW - Im Blickpunkt: Energie in Baden-Württemberg 2021, Faltblatt 12/2021

Bruttostromerzeugung (BSE) nach Energieträgern mit Beitrag Erneuerbare in Baden-Württemberg 2020 nach Stat. LA BW (4)

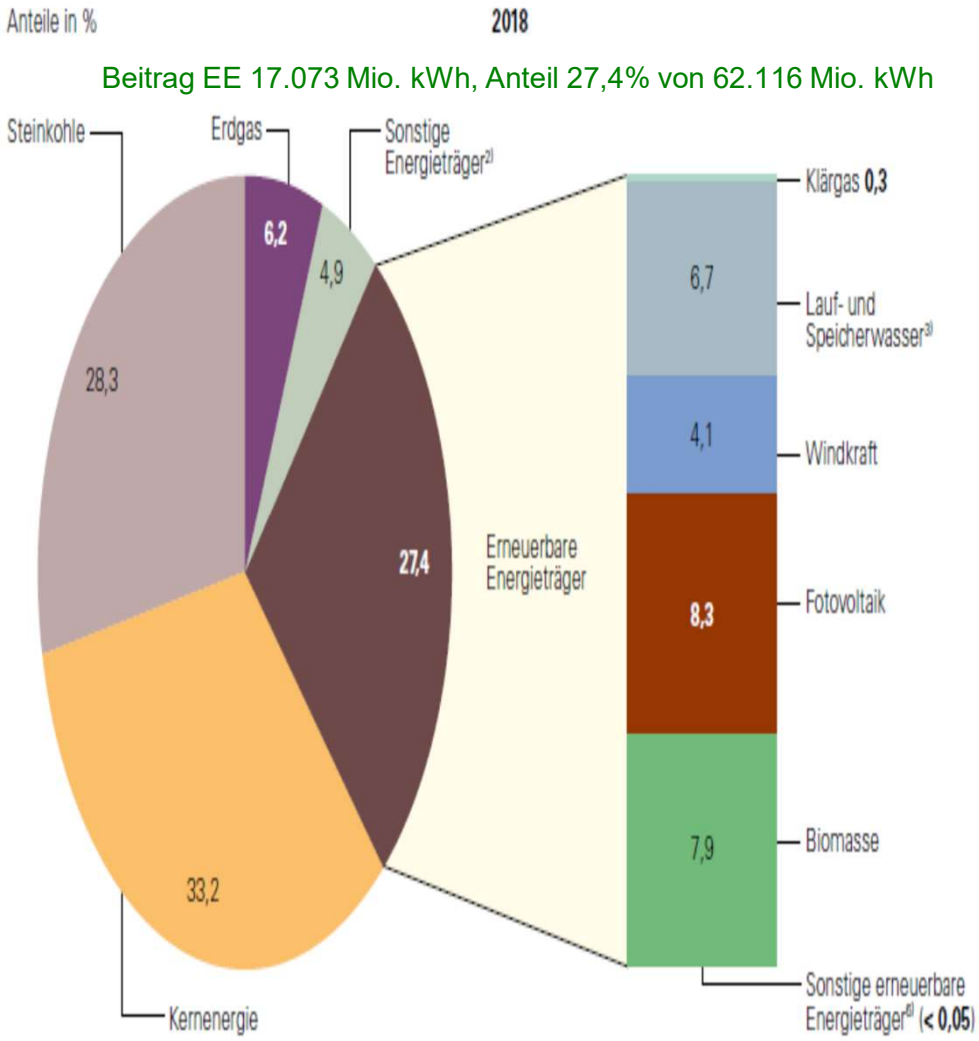
Jahr 2020: Gesamt 44.337 GWh (Mio. kWh) = 44,3 TWh (Mrd. kWh), Veränderung 1990/2020 - 26,6 %

Ø 3.994 kWh/Kopf

32. Bruttostromerzeugung in Baden-Württemberg 2017 und 2018 nach Energieträgern

Energieträger	2017		2018[1]		Veränderung 2018 gegen 2017
	MWh	%	MWh	%	
Kernenergie	18 394 627	30,4	20 697 339	33,2	+ 12,5
Steinkohle	17 694 987	29,3	17 587 887	28,3	- 0,6
Erdgas	4 631 759	7,7	3 833 220	6,2	- 17,2
Sonstige Energieträger[2]	3 320 418	5,5	3 072 303	4,9	- 7,5
Erneuerbare Energieträger zusammen	16 401 987	27,1	17 059 155	27,4	+ 4,0
davon					
Klärgas	194 540	0,3	193 821	0,3	- 0,4
Wasserkraft	4 395 649	7,3	4 168 079	6,7	- 5,2
davon					
Laufwasser	4 135 089	6,8	3 844 112	6,2	- 7,0
Speicherwasser[3]	260 560	0,4	323 967	0,5	+ 24,3
Windkraft	1 981 582	3,3	2 581 019	4,1	+ 30,3
Fotovoltaik	4 983 510	8,2	5 172 863	8,3	+ 3,8
Biomasse	4 833 821	8,0	4 928 653	7,9	+ 2,0
davon					
Biogas[4]	2 437 997	4,0	2 622 594	4,2	+ 7,6
Feste und flüssige biogene Stoffe	1 987 394	3,3	1 844 217	3,0	- 7,2
Abfall biogen und Klärschlamm[5]	408 431	0,7	461 842	0,7	+ 13,1
Sonstige erneuerbare Energieträger[6]	12 886	0,0	14 721	0,0	+ 14,2
Insgesamt	**60 443 778**	**100**	**62 249 904**	**100**	**+ 3,0**

62.116



1) Daten 2020 vorläufig, Stand 12/2021 Energieeinheit: 1 TWh = 1 Mrd. kWh Bevölkerung (Jahresmittel) 2020 = 11,1 Mio.

2) Braunkohlen, Heizöl, Dieselkraftstoff, Petrolkoks, Flüssiggas, Raffineriegas, Pumpspeicherwasser ohne natürlichen Zufluss, Abfall nicht biogen, sonstige Energieträger.

3) Einschließlich natürlichem Zufluss aus Pumpspeicherwasserkraftwerken. 4) Einschließlich Bruttostromerzeugung aus Klärgas in Industriekraftwerken.

5) 50 % der Stromerzeugung aus Hausmüll und Siedlungsabfällen werden als erneuerbare Energie angesehen.

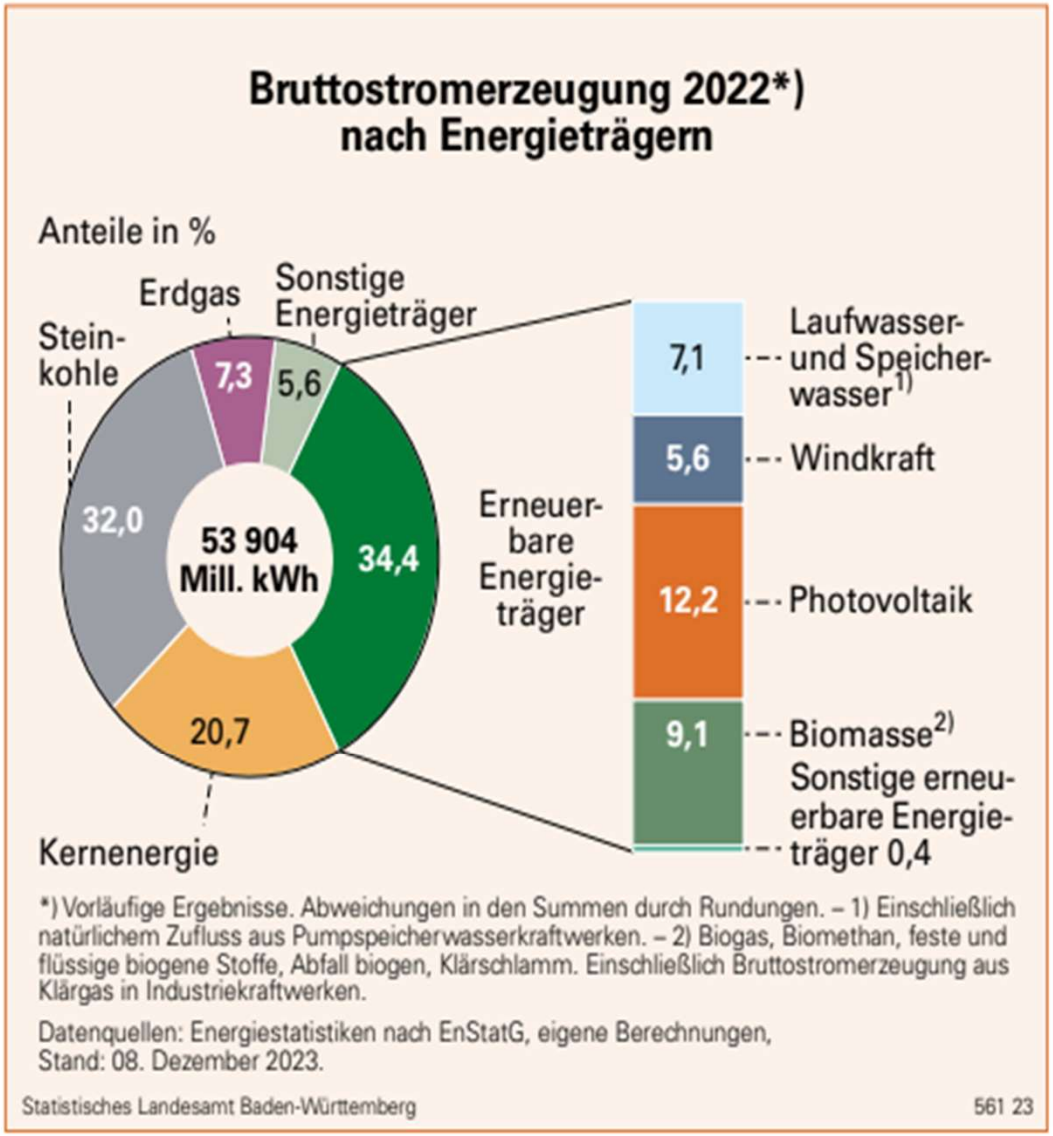
6) Einschließlich Deponiegas, Geothermie und Wärmepumpen. Für 2018 einschließlich Bruttostromerzeugung aus Klärgas in Kraftwerken der allgemeinen Versorgung.

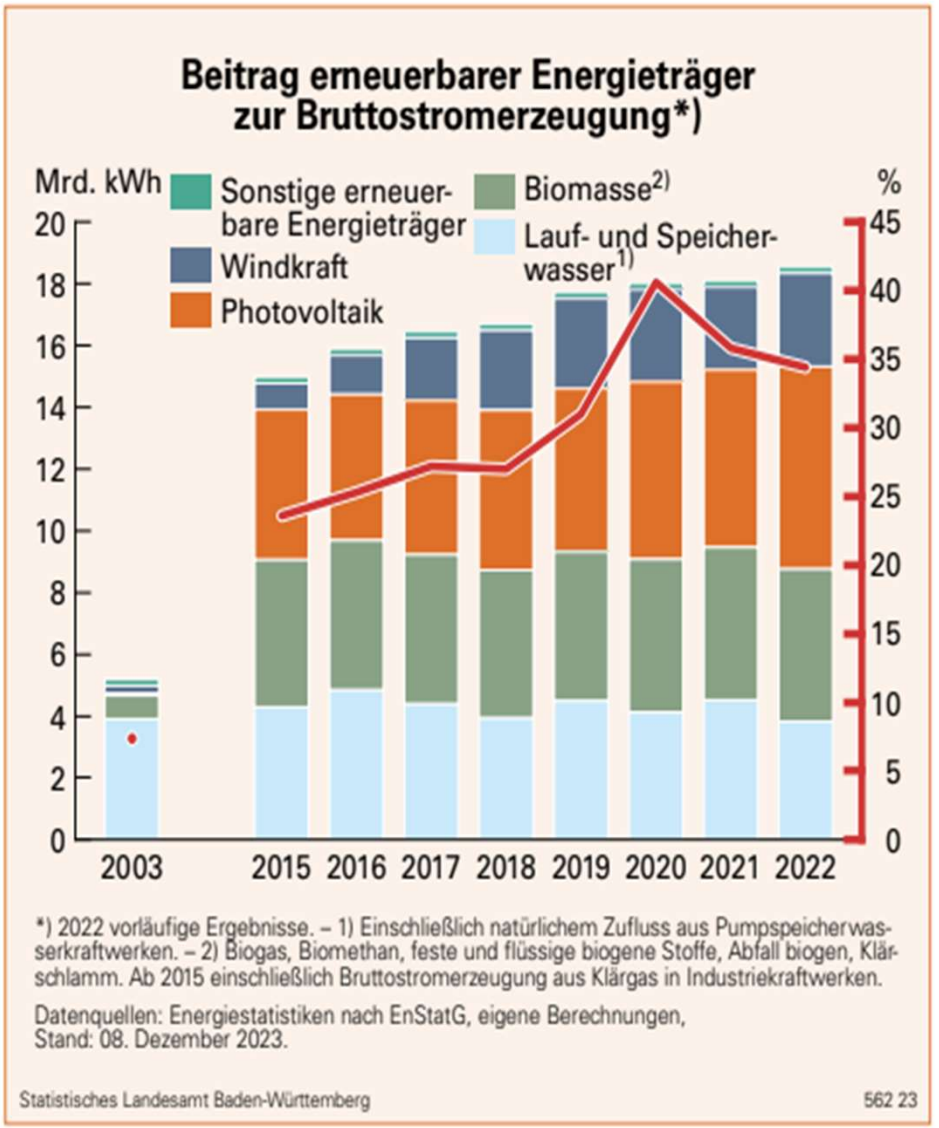
Quellen: Stat. LA BW - Energiestatistiken nach EnStatG, eigene Berechnungen, Stand: 26.03.2020 aus UM BW & Stat. LA BW – Energiebericht 2020, Tab. 32, 10/2020, Stat. LA BW 12/2021

Brutto-Stromerzeugung (BSE) nach Energieträgern mit Beitrag Erneuerbare in Baden-Württemberg 2022 nach St. LA BW (5)

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

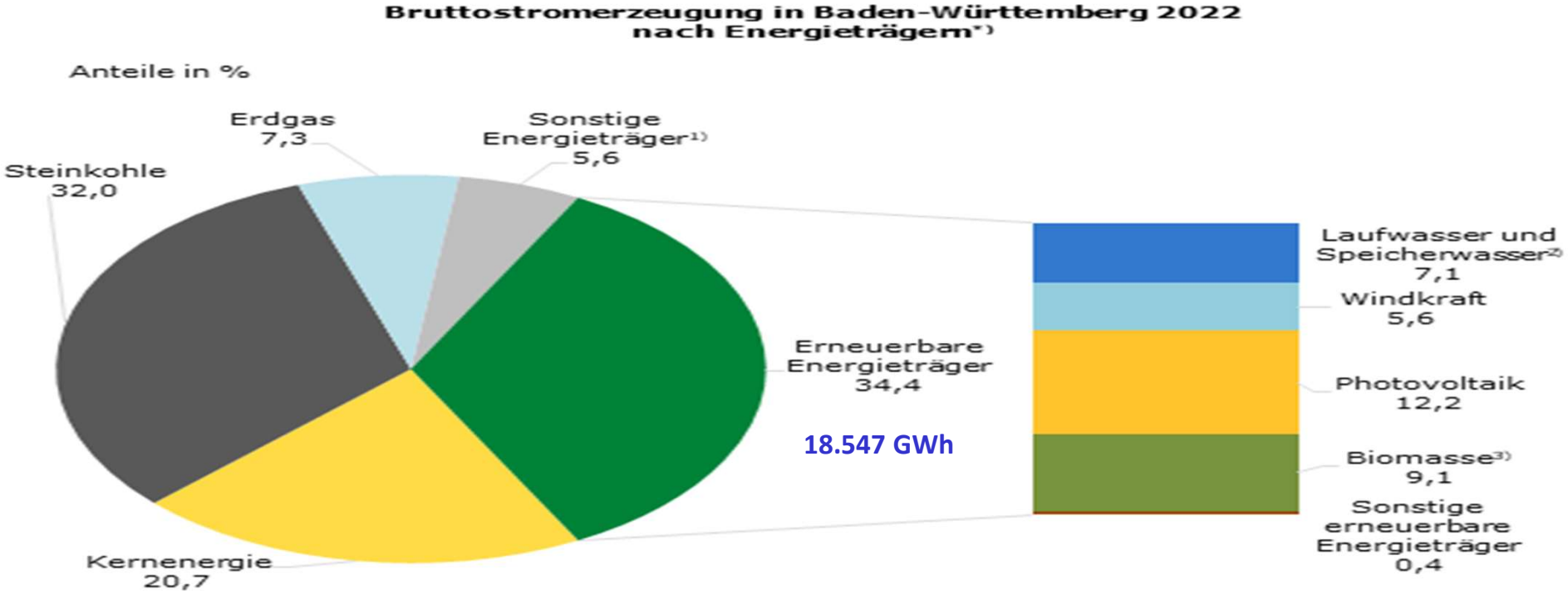
Bevölkerung (Jahresmittel) 2022: 11,2 Mio.

Quelle: Stat. LA BW - Im Blickpunkt: Energie in Baden-Württemberg 2023, Faltblatt 12/2023

Brutto-Stromerzeugung (BSE) nach Energieträgern mit Beitrag Erneuerbare in Baden-Württemberg 2022 nach Stat. LA BW (6)

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%

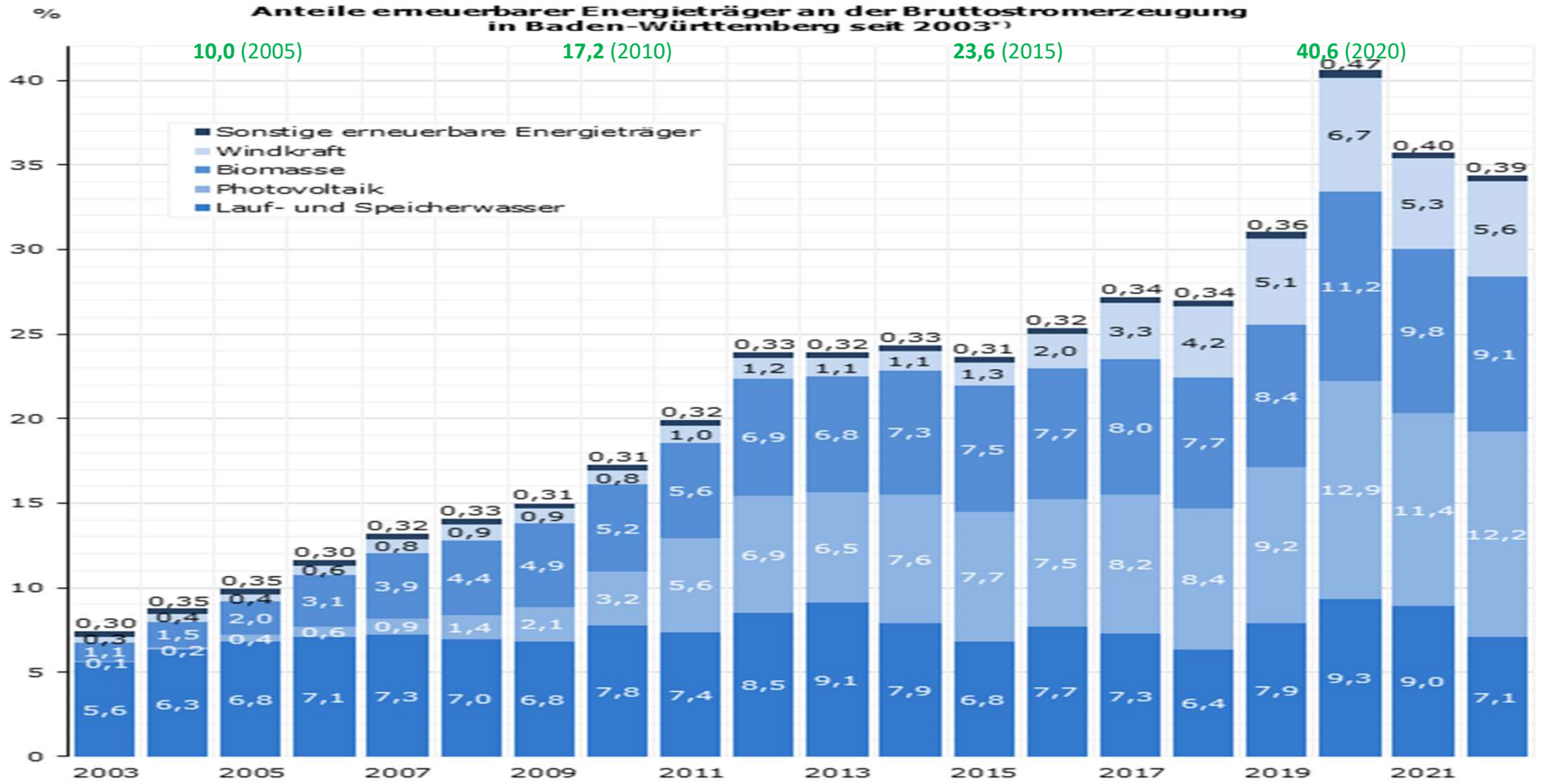
1) Sonstige, z.B. Pumpspeicherwasser ohne natürlichen Zufluss (1,593 Mrd. kWh); Heizöl mit 403 GWh 1)

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

Entwicklung Anteil erneuerbare Energieträger an der Bruttostromerzeugung (BSE) in Baden-Württemberg 2003-2022 (1)

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 emeuerbare Energie angesehen). Seit 2015 einschließlich Bruttostromerzeugung aus Klärgas in Industriekraftwerken.

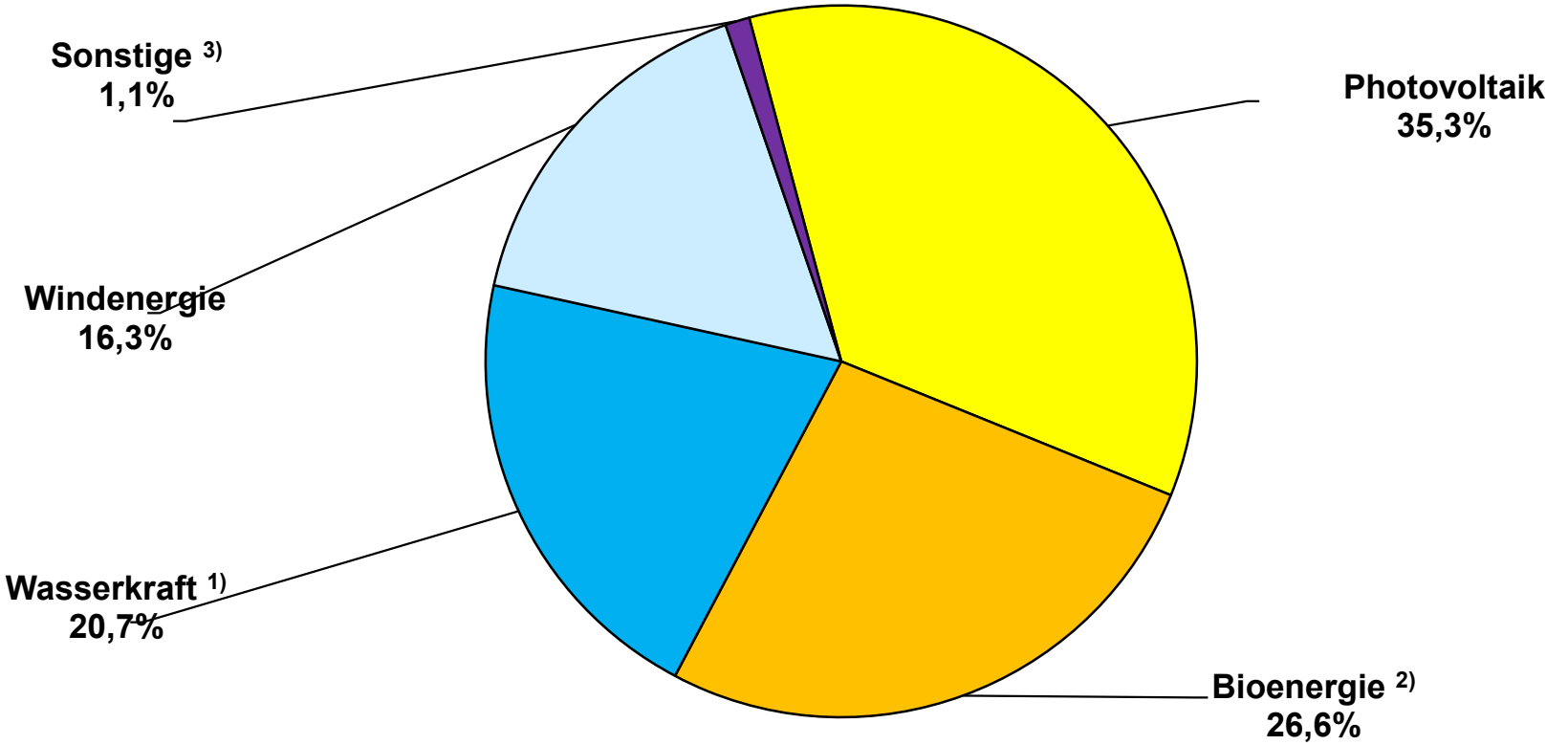
Datenquelle: Energiestatistiken nach EnStatG, eigene Berechnungen, Stand: 08.12.2023.

© Statistisches Landesamt Baden-Württemberg 2023

Stromerzeugung (BSE) aus erneuerbaren Energien (EE) in Baden-Württemberg 2022 (2)

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.

Quelle: Energiestatistiken nach EnStatG, eigene Berechnungen, Stand: 08.12.2023 aus Stat. LA BW, 12/2023

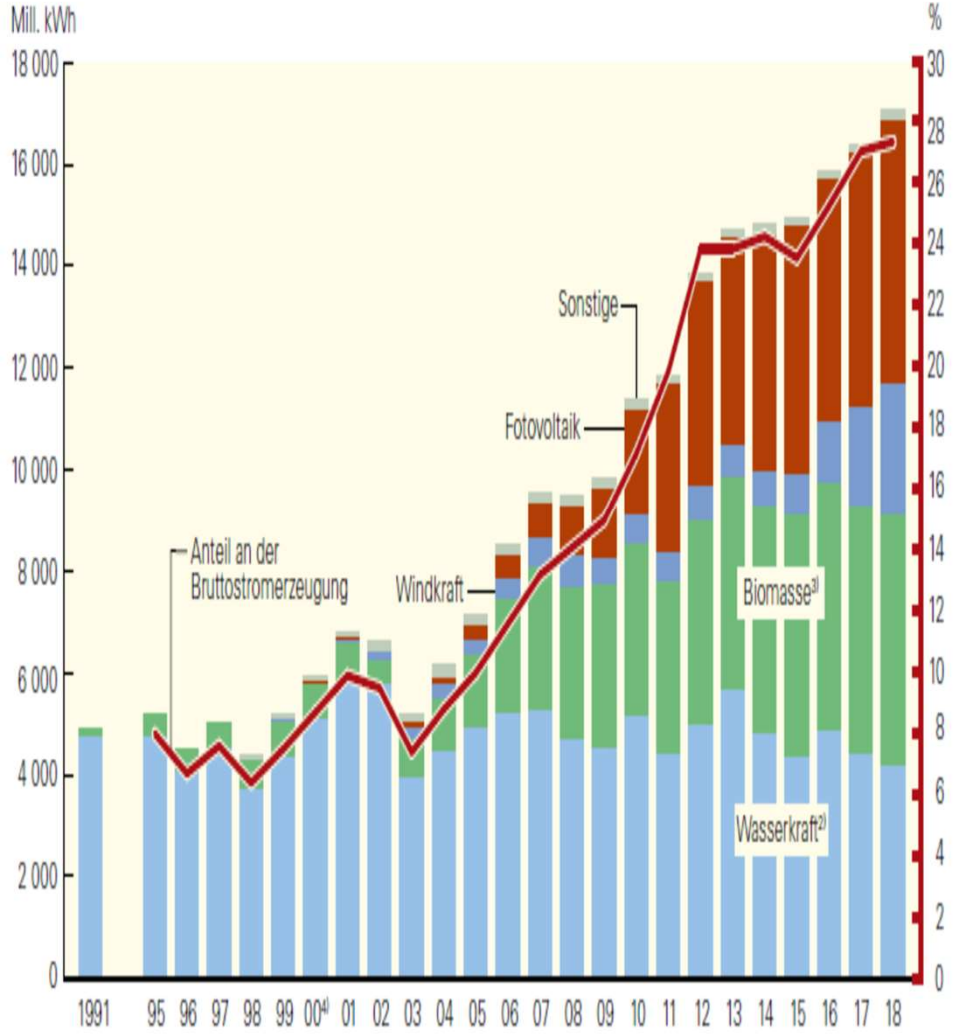
Entwicklung Anteil erneuerbarer Energieträger an der Bruttostromerzeugung in Baden-Württemberg 1991-2020 nach Stat. LA BW (3)

Jahr 2020: Beitrag Erneuerbare 18.211 Mio. kWh = 18,2 TWh, Anteil 27,4% von 44,3 TWh

Beitrag Fotovoltaik 5.173 GWh = 5,2 TWh, Anteil 8,3% von 62,1 TWh

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

Gegenstand der Nachweisung	Einheit	1991	2001	2005	2010	2015	2017	2018[1]
Bruttostromerzeugung	Mill. kWh	62 366	68 749	71 893	66 001	63 328	60 444	62 250
								62.116
Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern	Mill. kWh	4 897	6 774	7 160	11 364	14 953	16 402	17 059
								16.992
Anteil an der Bruttostromerzeugung	%	*7,9*	*9,9*	*10,0*	*17,2*	*23,6*	*27,1*	*27,4*
davon								
Wasserkraft[2]	Mill. kWh	4 726	5 750	4 910	5 133	4 300	4 396	4 168
Biomasse[3]	Mill. kWh	171	786	1 416	3 402	4 760	4 834	4 929
Windkraft	Mill. kWh	-	92	312	541	831	1 982	2 581
Fotovoltaik	Mill. kWh	-	19	272	2 085	4 863	4 984	5 173
Sonstige	Mill. kWh	-	127	250	203	198	207	209



1) Daten 2018 vorläufig, Stand 10/2020.

Bevölkerung (Jahresmittel) 2018: 11,05 Mio.

2) Bis 1992 einschließlich Pumpspeicherwasserkraftwerke, ab 1993 nur noch einschließlich natürlichen Zufluss aus Pumpspeicherwasserkraftwerken (reg. Wasserkraft)

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

4) Werte teilweise geschätzt.

Quelle: Stat. LA BW-Energiestatistiken nach EnStatG, eigene Berechnungen – 26.03.2020 aus UM BW & Stat. LA BW – Energiebericht 2020, Tab. I-11; 10/2020

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										
							BIOMASSE GESAMT	DAVON FESTE BIOGENE BRENNSTOFFE	DAVON FLÜSSIGE BIOGENE BRENNSTOFFE		DAVON BIOGAS[3]		DAVON BIOGENER ANTEIL DES ABFALLS[4]	DAVON KLÄRGAS	DAVON DEPONIEGAS	GEOTHERMIE	SUMME STROMERZEUGUNG
	[GWh]	[MW]	[GWh]	[MW]	[GWh]	[MWp]	[GWh]	[GWh]	[MW]	[GWh]	[GWh]	[MW]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]
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) Überarbeite 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

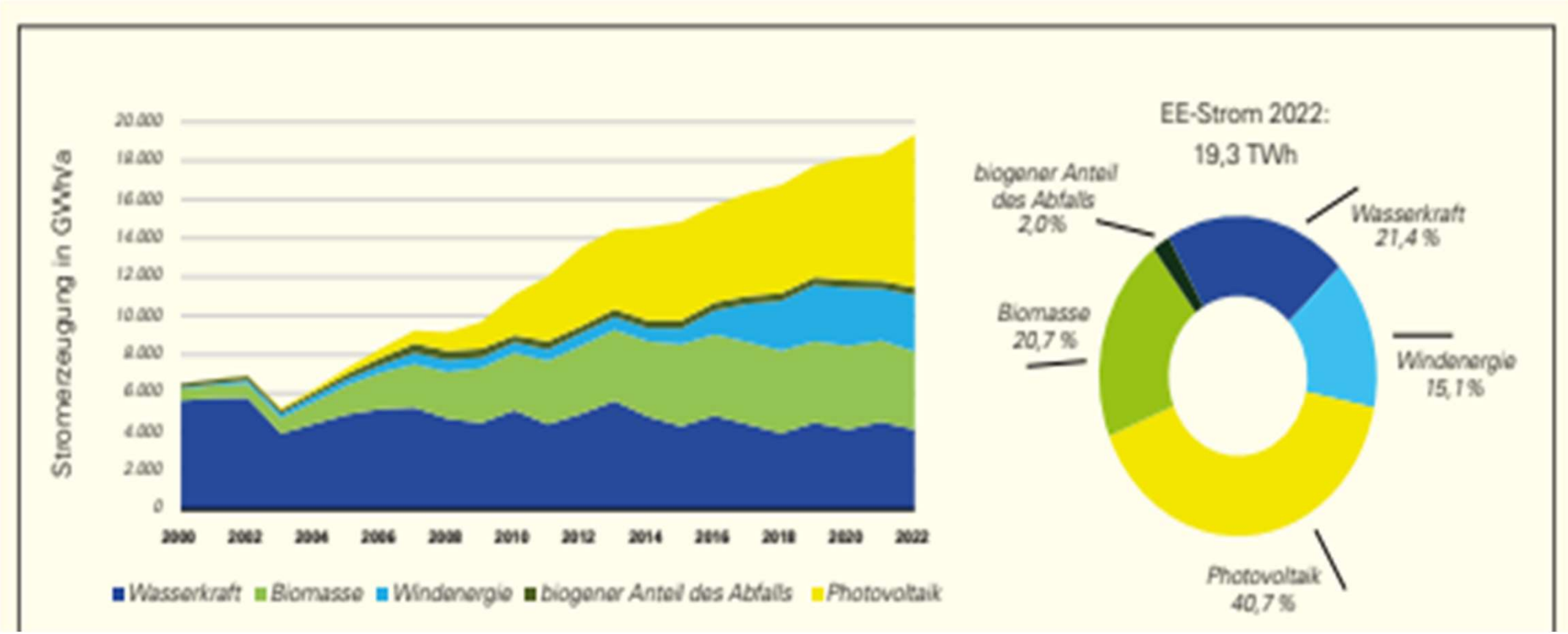
Quelle: UM BW; Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2022, Stand 10/2023

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

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

Strombereitstellung (Endenergie) = Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien (EE) in Baden-Württemberg 2021 nach UM BW-ZSW (3)

Gesamt EE 18,4 TWh von insgesamt 50,9 TWh bzw. 68,1 TWh

Anteile an der BSE 36,3% bzw. am BSV 27,1%

BEITRAG DER ERNEUERBAREN ENERGIEN ZUR ENERGIEBEREITSTELLUNG IN BADEN-WÜRTTEMBERG 2021

	ENDENERGIE	PRIMÄR-ENERGIE-AQUIVALENT[1] nach Wirkungsgrad-methode	ANTEIL AM ENERGIE-VERBRAUCH		ANTEIL AM PEV nach Wirkungsgrad-methode
	[GWh]	[PJ]	[%]	[%]	[%]
STROMERZEUGUNG			Anteil am Brutto-stromver-brauch[2]	Anteil an der Brutto-stromer-zeugung[3]	
Wasserkraft*[4]	4.673	16,8	6,9	9,2	1,3
Windenergie	2.624	9,4	3,9	5,2	0,7
Photovoltaik	6.567	23,6	9,6	12,9	1,8
feste biogene Brennstoffe	1.053	11,1	1,5	2,1	0,8
flüssige biogene Brennstoffe	13	0,2	0,02	0,03	0,01
Biogas	2.892	27,8	4,2	5,7	2,1
Klärgas	192	1,7	0,3	0,4	0,1
Deponiegas	31	0,4	0,05	0,06	0,03
Geothermie	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0
biogener Anteil des Abfalls[5]	399	5,7	0,6	0,8	0,4
Gesamt	**18.445**	**96,8** (26,9 TWh)	**27,1**	**36,3**	**7,4**

* Daten 2021 vorläufig, Stand 9/2022

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2021: 11,1 Mio.

1) Bezogen auf einen Primärenergieverbrauch von 1.279 PJ; bei Wärme und Kraftstoffen wird Endenergie gleich Primärenergie gesetzt; für die Umrechnungsfaktoren für Strom s. Anhang II

2) Bezogen auf einen Bruttostromverbrauch von 68,1 TWh;

3) Bezogen auf eine Bruttostromerzeugung von 50,9 TWh

4) Einschließlich der Stromerzeugung aus natürlichem Zufluss in Pumpspeicherkraftwerken

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

Quellen: UM BW & ZSW Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2021, 10/2022

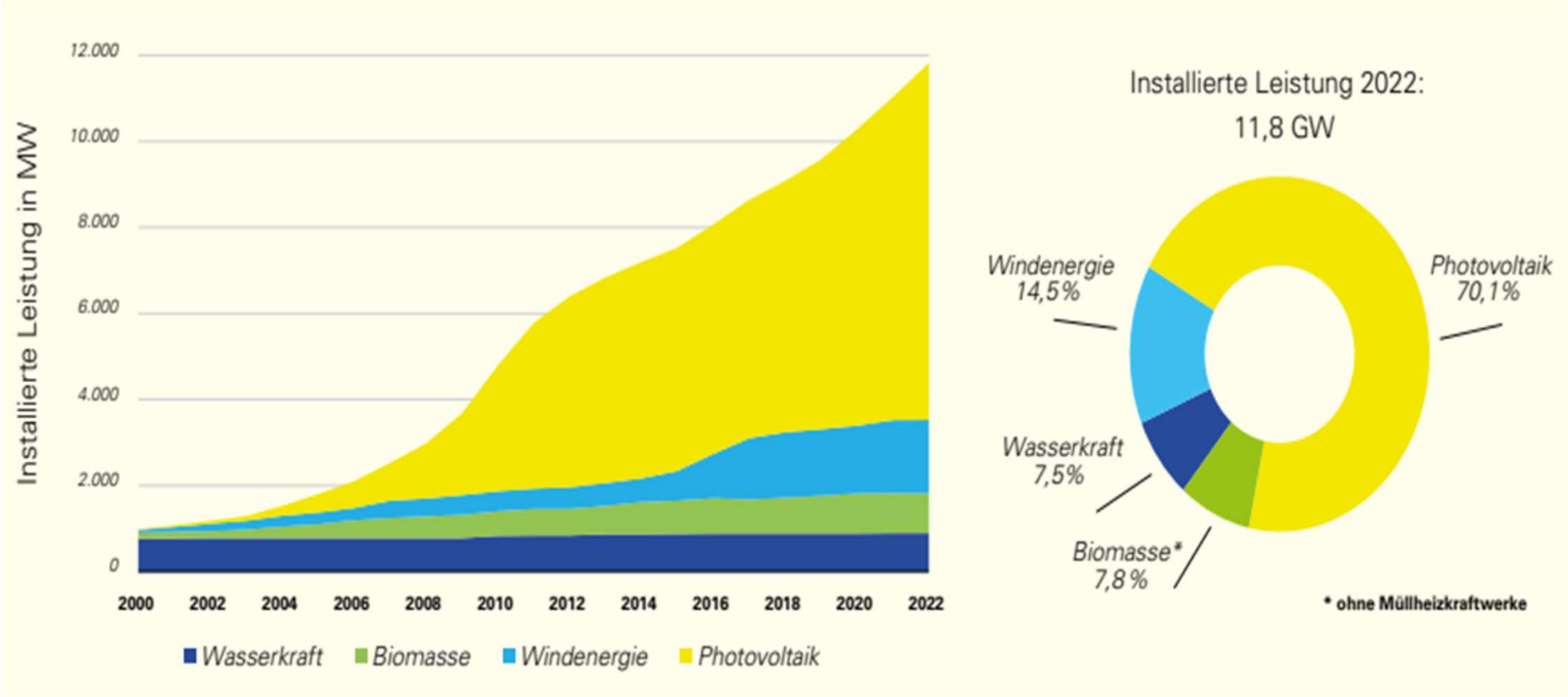
Beitrag Photovoltaik (Solarstrom)

zur Stromversorgung, Teil 2 – Anlagen/Leistung

Entwicklung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien (EE) nach elektrischen 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;

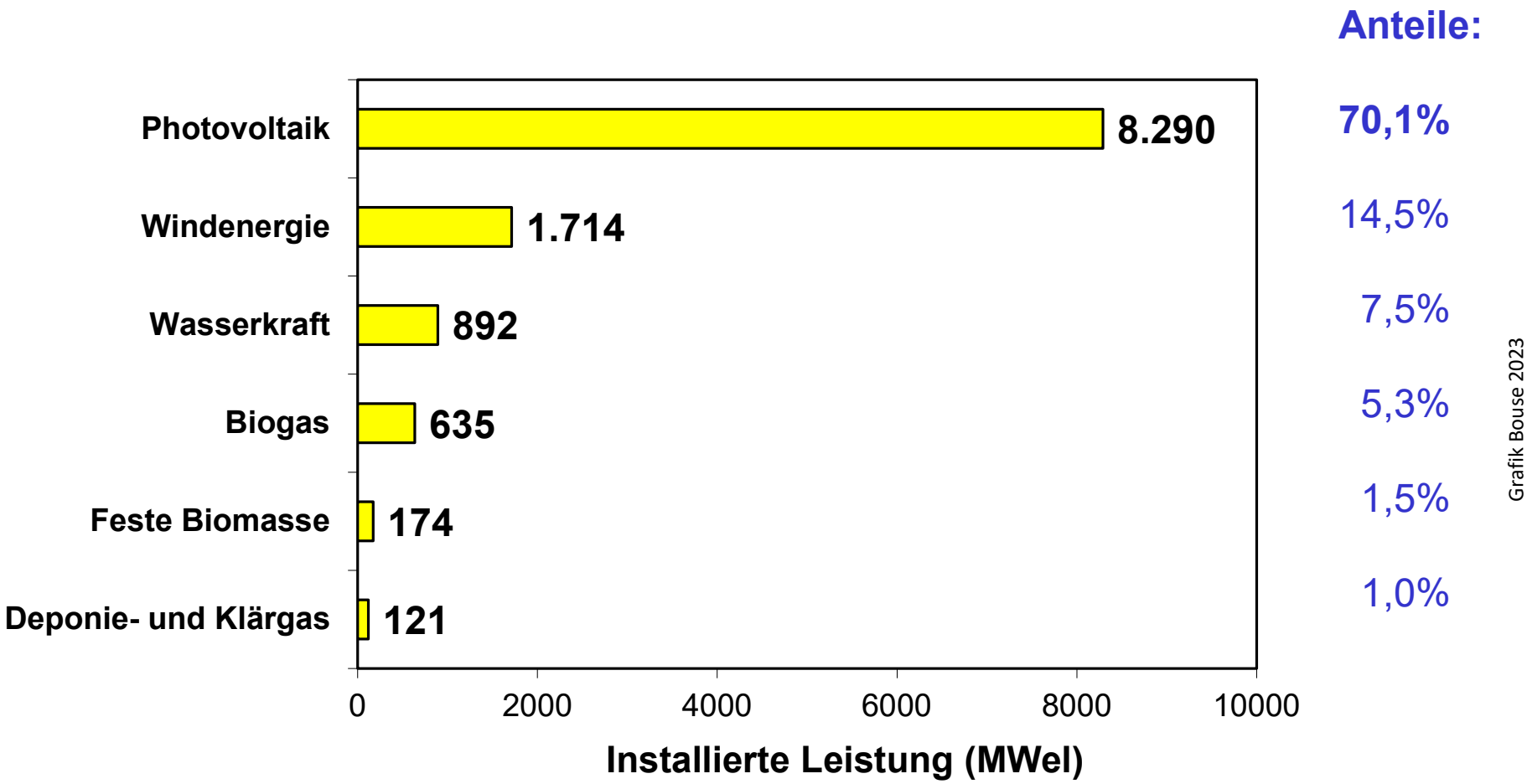
1) Elektrische Leistung Photovoltaik 8.290 MW, Windenergie 1.714, Wasserkraft 892 MW, Biomasse* = 930 MW (Anteil 7,8%), davon Biogase 635 MW, feste Biomasse 174 MW, Deponie- und Klärgas 121 MW; Müllheizkraftwerke wurden nicht berücksichtigt!

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)



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!

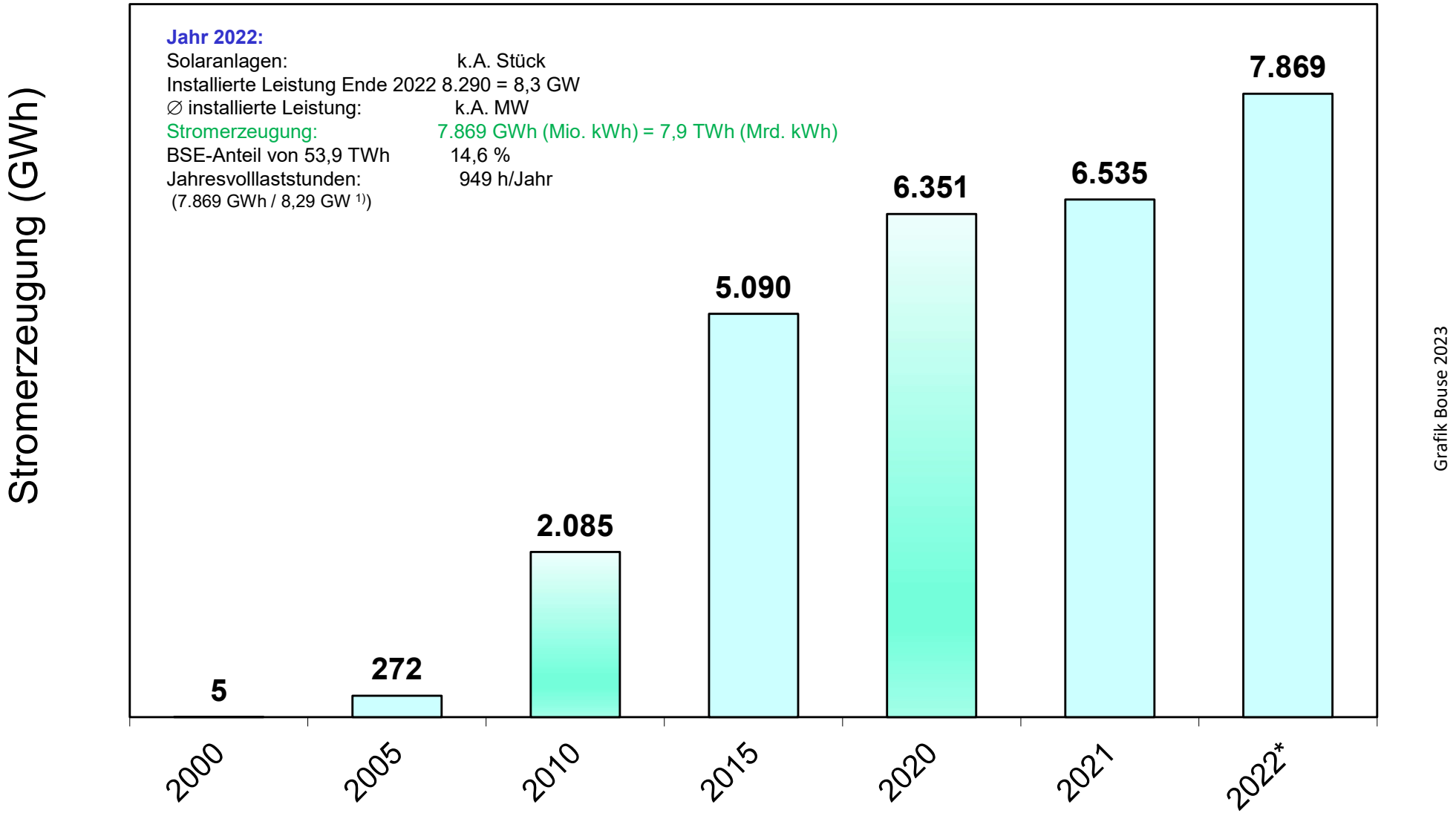
2) Geothermie wurde vernachlässigt

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

Photovoltaik (Solarstrom)

zur Stromversorgung

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

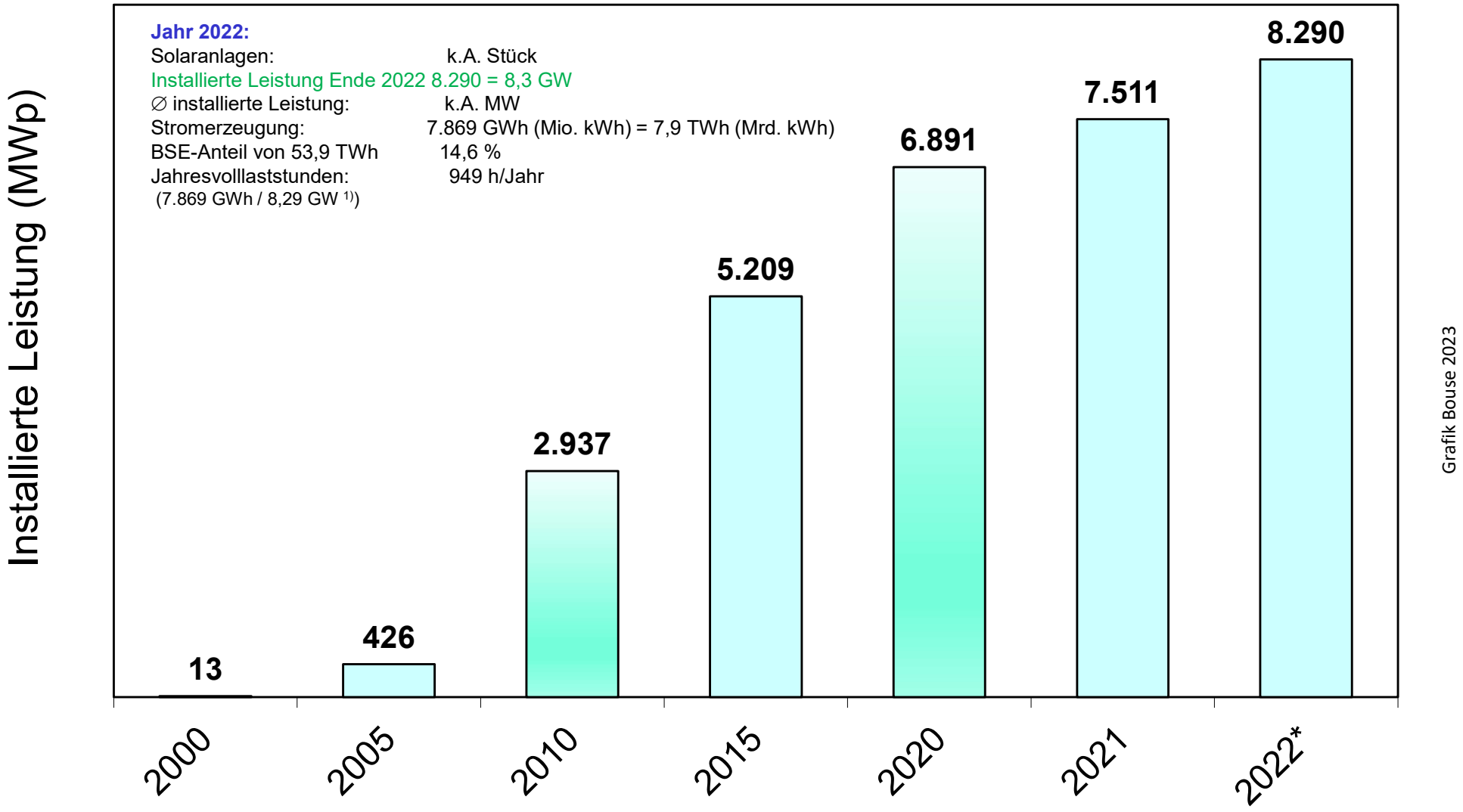


* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

1) Jahr 2022: Ermittlung Jahresvolllaststunden mit installierter Leistung zum Jahresende Ende. Genauere Ermittlung mit Jahresdurchschnittsleistung

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

Entwicklung installierten Leistung zur Photovoltaiknutzung in Baden-Württemberg 2000-2022



* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

1) Jahr 2022: Ermittlung Jahresvolllaststunden mit installierter Leistung zum Jahresende Ende. Genauere Ermittlung mit Jahresdurchschnittsleistung

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

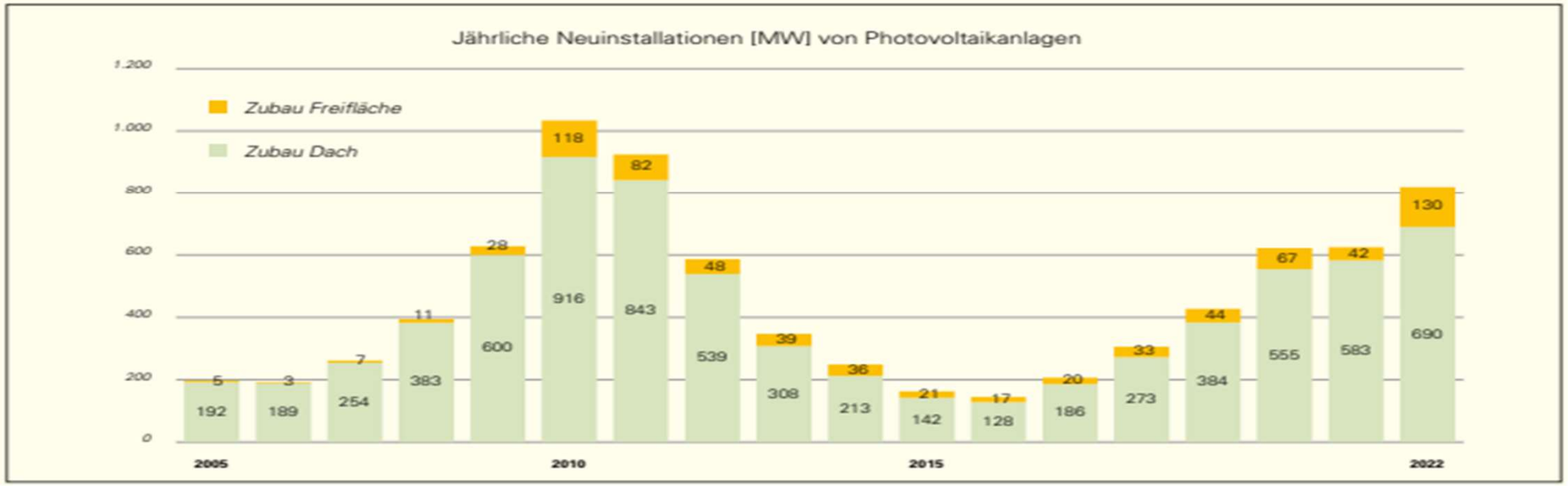
Entwicklung des Zubaus von Photovoltaik-Dachanlagen und –Freiflächenanlagen sowie mittlere Anlagenleistung in Baden-Württemberg 2000-2022 nach UM BW-ZSW

Ende 2022: Zubau Dachanlagen 690 MW und Freiflächenanlagen 130 MW

ENTWICKLUNG DES ZUBAUS VON PHOTOVOLTAIK-DACHANLAGEN UND -FREIFLÄCHENANLAGEN SOWIE MITTLERE NEUANLAGENLEISTUNG

Nach einem starken Anstieg des Photovoltaikzubaus in den Jahren 2009 bis 2012 im Zuge stark sinkender Anlagenpreise ist der Zubau nach mehreren EEG-Novellen bis zum Jahr 2016 erheblich gesunken. Seit 2017 ist jedoch wieder ein stetiger Aufwärtstrend zu verzeichnen. 2021 stagnierte der Zubau auf Vorjahresniveau. Mit mehr als 800 MW Neuanlagen ist der Zubau im Jahr 2022 deutlich angestiegen. Der positive Trend setzt sich im Jahr 2023 fort – in den ersten acht Monaten des Jahres wurden bereits mehr als 1.100 MW Neuanlagen in Betrieb genommen. Zum Stand Ende 2022 waren in Baden-Württemberg knapp 7,6 GW Dachanlagen und fast 0,8 GW Freiflächenanlagen installiert.

Ende 2022: Gesamte Dachanlagen rund 7,6 GW und Freiflächenanlagen rund 0,8 GW



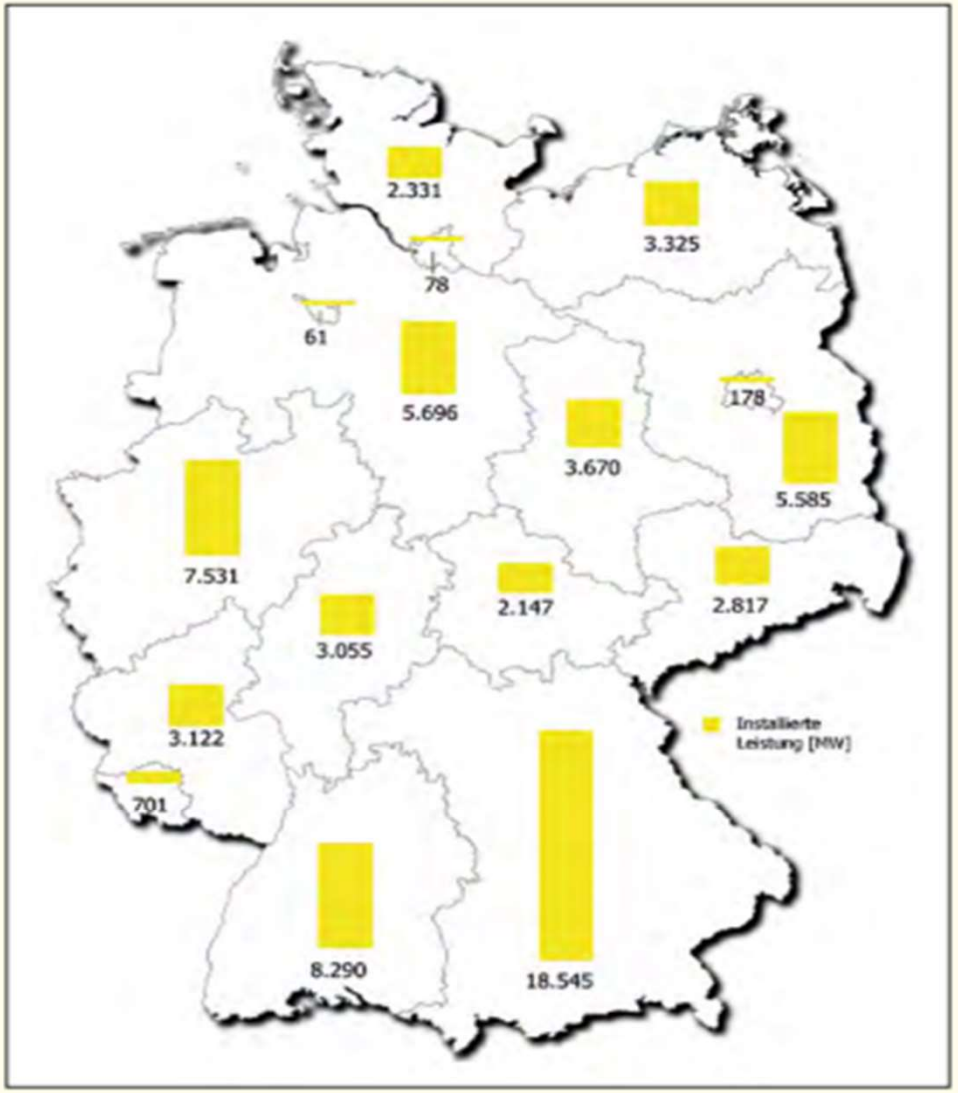
Quelle: Auswertungen EEG-Daten [17] und Marktstammdatenregister [19] (Datenstand 09/2023). Alle Angaben vorläufig. Anlagen ohne Zuordnung (EEG-Daten) beziehungsweise sonstige Anlagen (MaStR) wurden dem Dachanlagensegment zugerechnet. Die hier angeführten Zahlen sind nicht direkt mit der Leistungszeitreihe auf Seite 8 zu vergleichen, da sich diese aus früheren Datenständen speist, in denen auch mittlerweile nicht mehr in Betrieb befindliche Anlagen enthalten sind.

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

Installierte Leistung von Photovoltaikanlagen im Bundesländervergleich mit Baden-Württemberg Ende 2022 (1)

Installierte Leistung Ende 2022: BW 8.290 MW = 8,3 GW; D rund 67,133 MW = 67,1 GW

INSTALLIERTE LEISTUNG VON PHOTOVOLTAIKANLAGEN ENDE 2022



Im Jahr 2022 wurden bundesweit Photovoltaikanlagen mit einer Leistung von insgesamt rund 7,3 GW neu installiert. Mit Abstand den höchsten Zubau im Jahr 2022 hatte mit knapp 2,1 GW Bayern. An zweiter Stelle folgte Nordrhein-Westfalen mit rund 0,9 GW, gefolgt von Baden-Württemberg mit rund 0,8 GW.

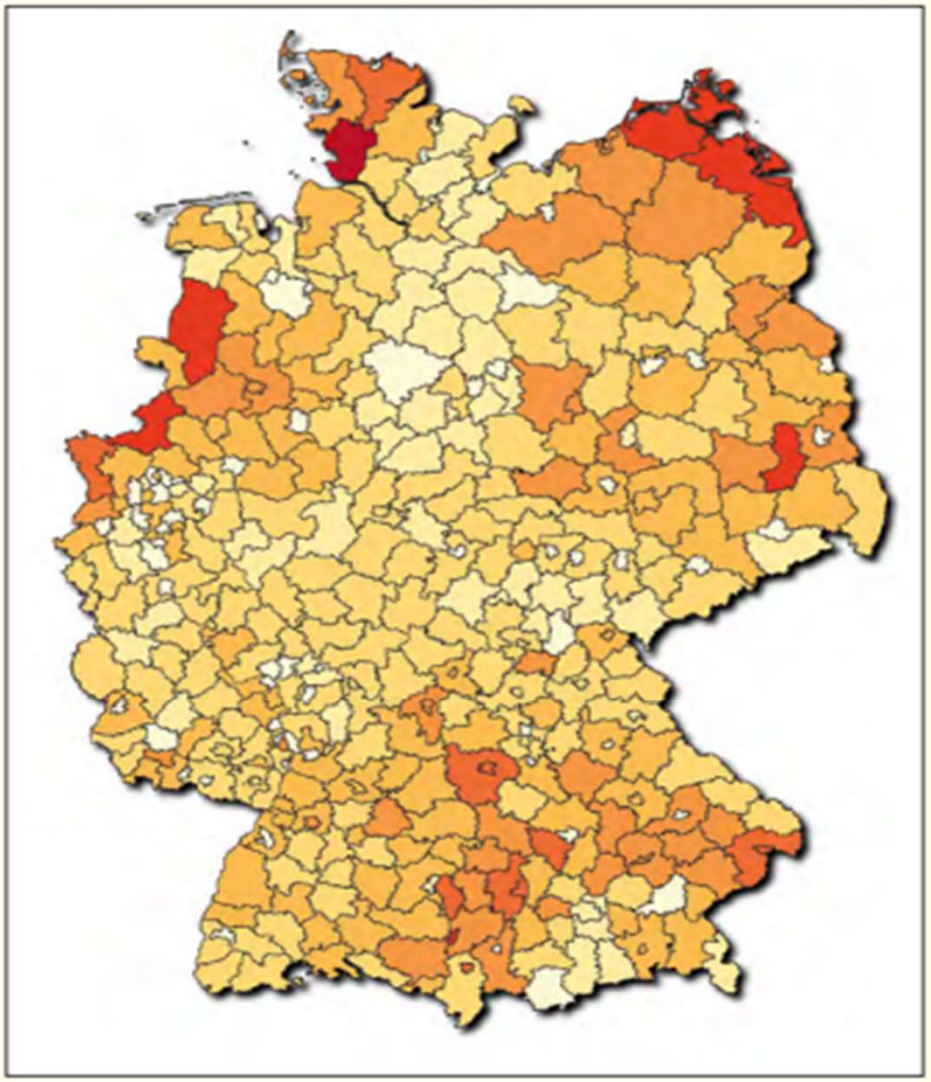
Ende des Jahres 2022 waren in Deutschland Photovoltaikanlagen mit einer Gesamtleistung von mehr als 67 Gigawatt am Netz, rund 12 Prozent mehr als noch ein Jahr zuvor (2021: 60,1 Gigawatt). Damit übersteigt nun erstmals die Leistung der installierten Photovoltaikanlagen jene der Windenergieanlagen an Land.

Anlagenbestand Ende 2022, Datenstand: September 2023
Quelle: ZSW, Auswertung EEG-Daten [17–20]
© GeoBasis-DE / BKG 2021

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

Verteilung der Installationsdichte von Photovoltaikanlagen in Deutschland mit Baden-Württemberg Ende 2022 (2)

VERTEILUNG DER INSTALLATIONSDICHTE VON PHOTOVOLTAIKANLAGEN IN DEUTSCHLAND



Als Ergänzung zur Verteilung der installierten Photovoltaikleistung auf die Bundesländer zeigt die nebenstehende Abbildung die installierte Leistung pro Fläche für die einzelnen Landkreise Deutschlands. Schwerpunkte zeigen sich insbesondere in Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Brandenburg, wo besonders viele Solarparks installiert sind, sowie im östlichen Bayern und Schwaben, aber auch im Westen Schleswig-Holsteins, Niedersachsen und in Nordrhein-Westfalen.

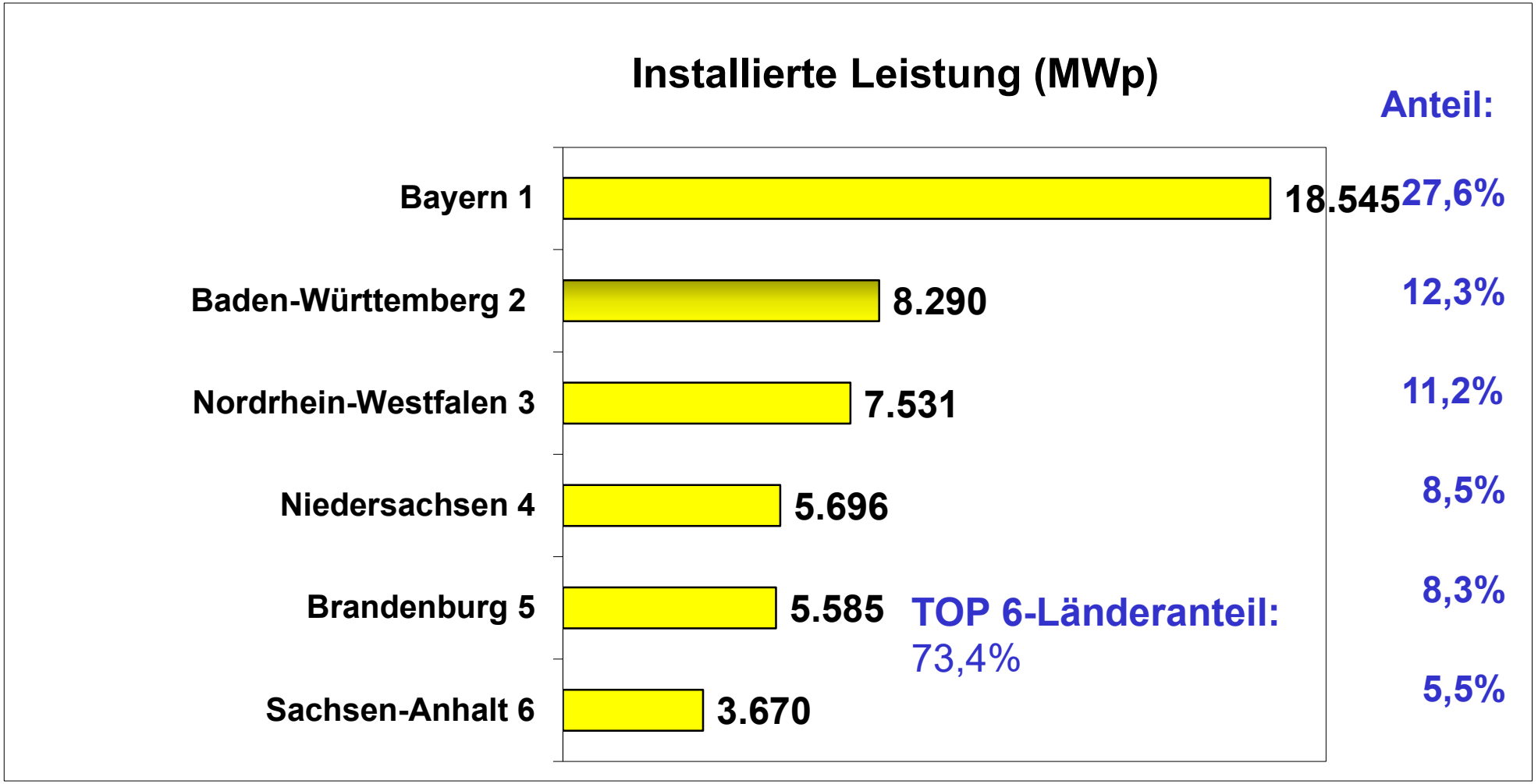
Installierte Leistung (kW/km^2)

Legende: Installierte PV-Leistung in kW pro km²
Anlagenbestand Ende 2022, Datenstand: September 2023
Quelle: ZSW, Auswertung EEG-Daten [17–20]
© GeoBasis-DE / BKG 2021

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

TOP 6- Rangfolge der installierte Leistung von Photovoltaikanlagen im Bundesländervergleich in Deutschland 2022 (3)

Gesamt: Deutschland 67.133 MWp = 67,1 GWp, davon BW 8,3 GWp (Anteil 12,8%)



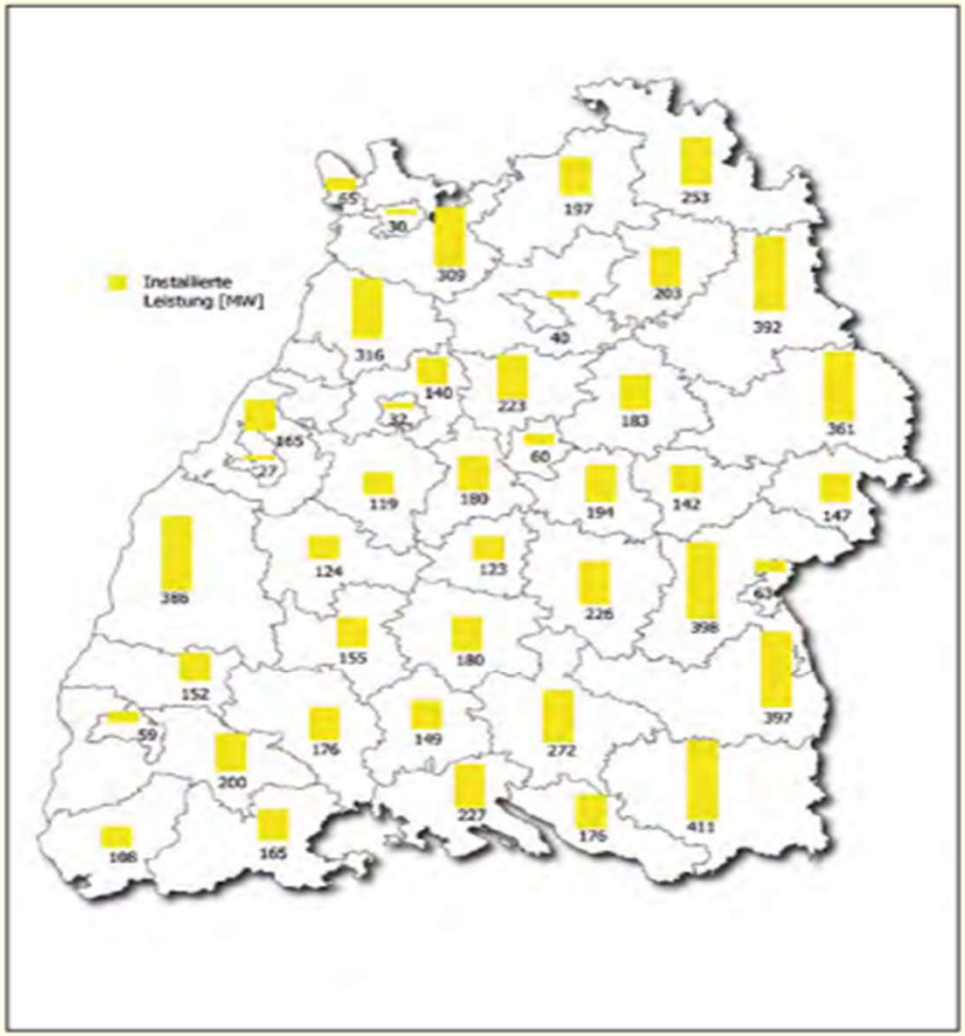
* Daten 2022 vorläufig , Stand 10/2023

Energieeinheit: 1 TWh = 1 Mrd. kWh

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

Regionale Verteilung der Photovoltaikleistung in Baden-Württemberg Ende 2022

REGIONALE VERTEILUNG DER PHOTOVOLTAIKLEISTUNG IN BADEN-WÜRTTEMBERG ENDE 2022



In Baden-Württemberg war Ende 2022 eine Photovoltaikleistung von rund 8,3 GW installiert. Typischerweise werden im Land vergleichsweise kleine und verbrauchsnahe Photovoltaik-Anlagen gebaut. Der Bruttozubau von PV-Anlagen im Jahr 2022 lag bei rund 820 MW.

Überdurchschnittlich viel der baden-württembergischen Photovoltaikleistung ist wie bereits auch in den Vorjahren im Landkreis Schwäbisch Hall mit 1,7 Kilowatt (kW) pro Einwohner installiert, dicht gefolgt von den Landkreisen Sigmaringen und Main-Tauber-Kreis mit 1,6 kW pro Einwohner. In den Kreisen Alb-Donau und Biberach entfallen rechnerisch auf jeden Einwohner circa 1,5 kW und im Hohenlohekreis rund 1,1 kW. In den Stadtkreisen Heidelberg, Karlsruhe und Stuttgart ist die installierte Leistung pro Einwohner mit 0,1 kW am geringsten. Installierte Leistung (MW/EW)

Anlagenstand Ende 2022, Datenstand: September 2023
Quellen: ZSW, Auswertung EEG-Daten [17–20]
© GeoBasis-DE / BKG 2021

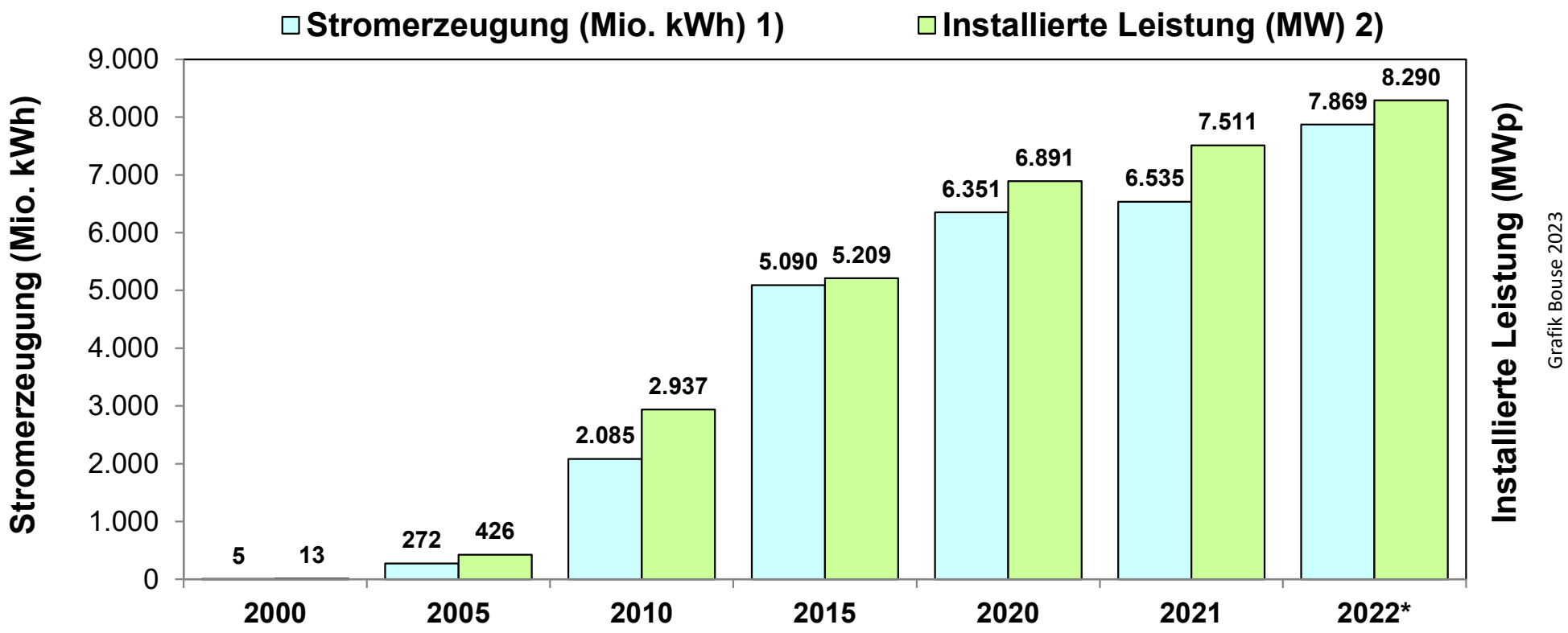
Quelle: ZSW aus UM BW - Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2022, 10/2023

Energie & Wirtschaft, Energieeffizienz

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

Jahr 2022:

Stromerzeugung 7.869 Mio. kWh (GWh) = 7,9 TWh; Installierte Leistung 8.290 MWp = 8,3 GWp



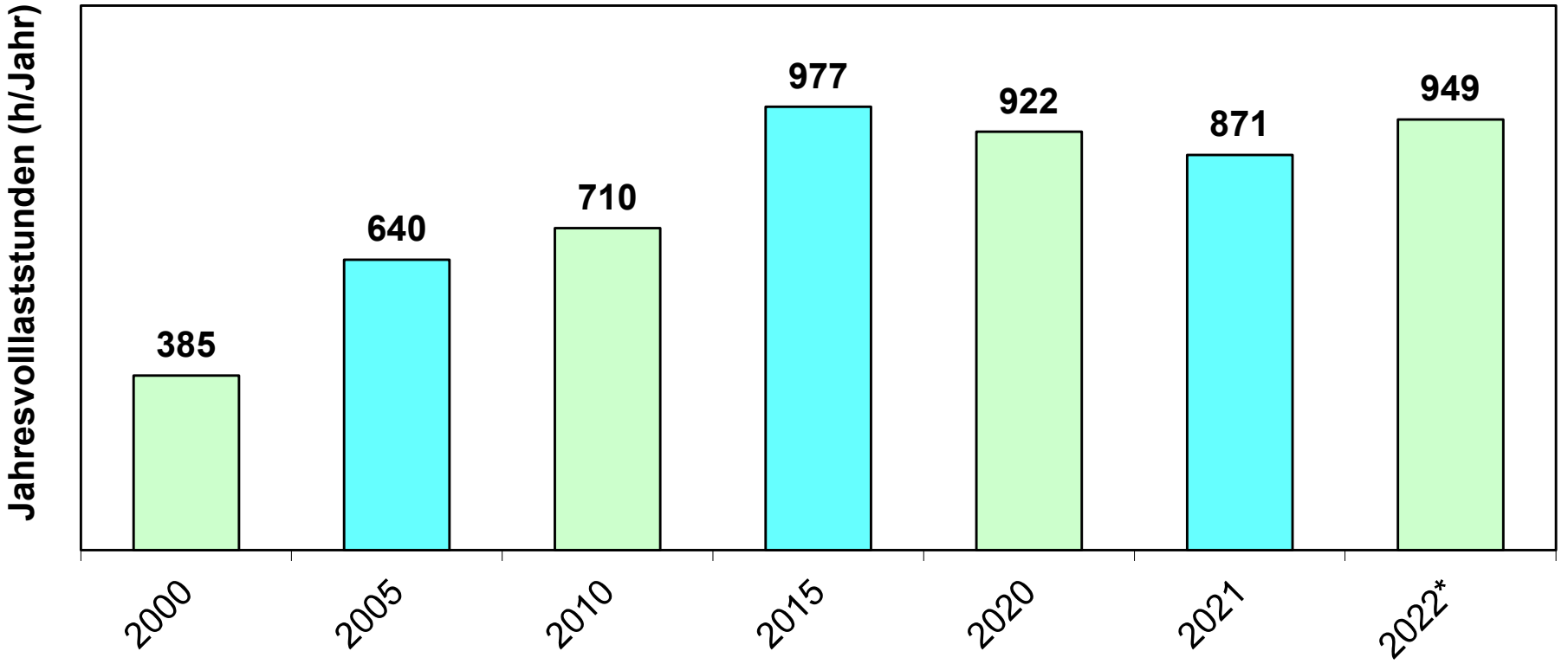
* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023 Energieeinheit: 1 TWh = 1 Mrd. kWh = 1.000 Mio. kWh Leistungseinheit: 1 MW = 1.000 kW

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

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

Jahr 2022:

Solaranlagen:	k.A. Stück
Installierte Leistung Ende 2022	8.290 = 8,3 GW
∅ installierte Leistung:	k.A. MW
Stromerzeugung:	7.869 GWh (Mio. kWh) = 7,9 TWh (Mrd. kWh)
BSE-Anteil von 53,9 TWh	14,6 %
Jahresvolllaststunden:	949 h/Jahr
(7.869 GWh / 8,290 GW [1)])	



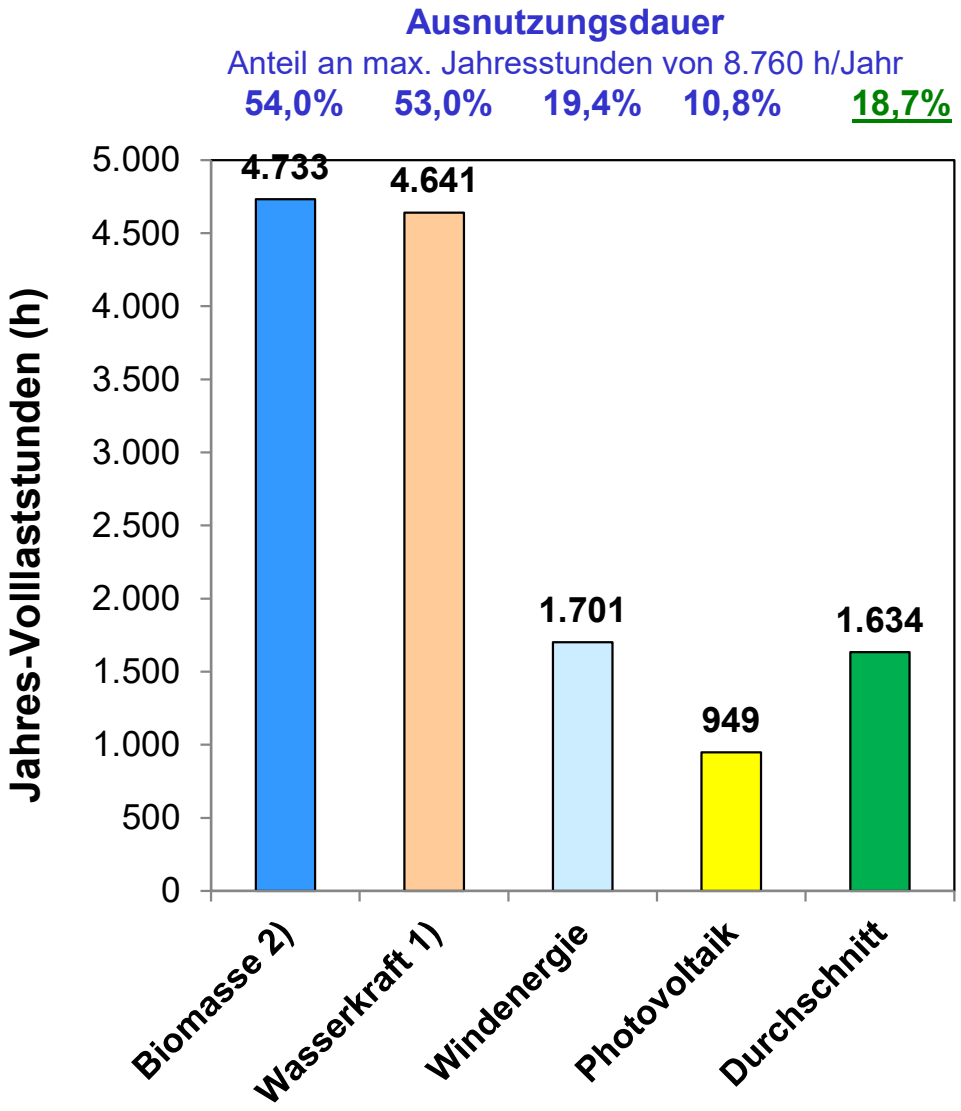
Grafik Bouse 2023

* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

1) Jahr 2021: Ermittlung Jahresvolllaststunden mit installierter Leistung zum Jahresende Ende. Genauere Ermittlung mit Jahresdurchschnittsleistung

Quellen: UM BW & ZSW – 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	∅ 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) = Bruttostromerzeugung (GWh x 10^3 / 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

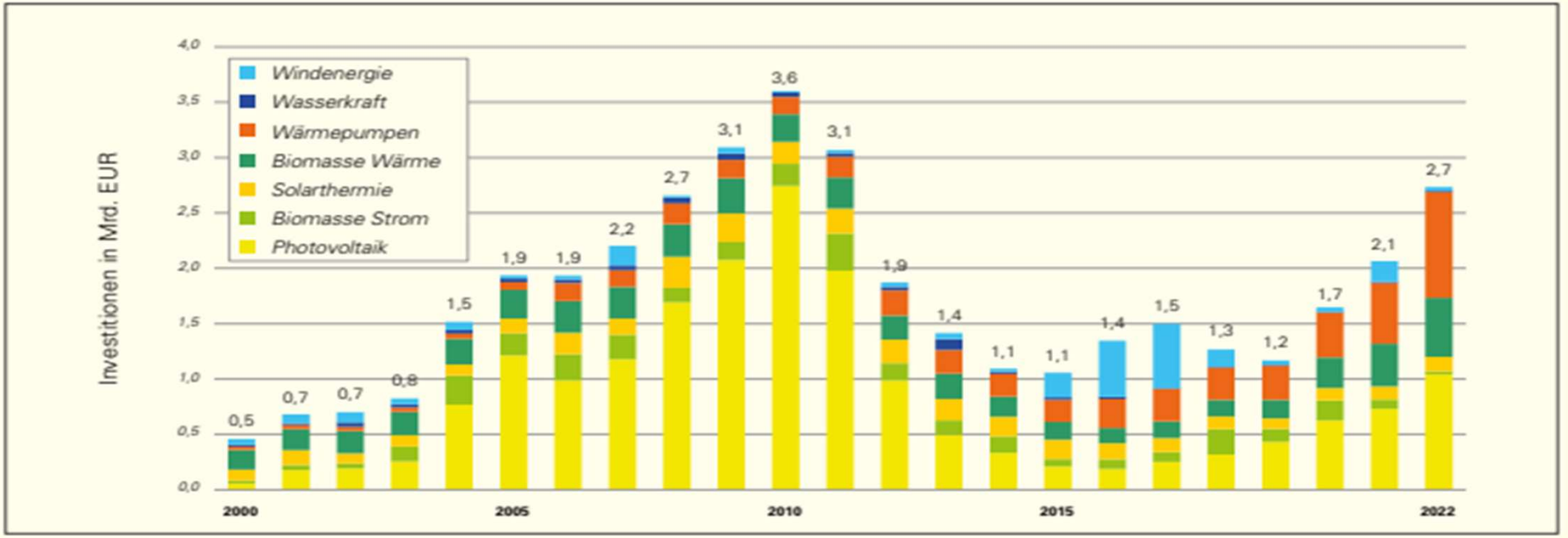
Geringste Energieeffizienz beim Einsatz der Photovoltaik

Jahresvolllaststunden 949 h/Jahr = 10,8% 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



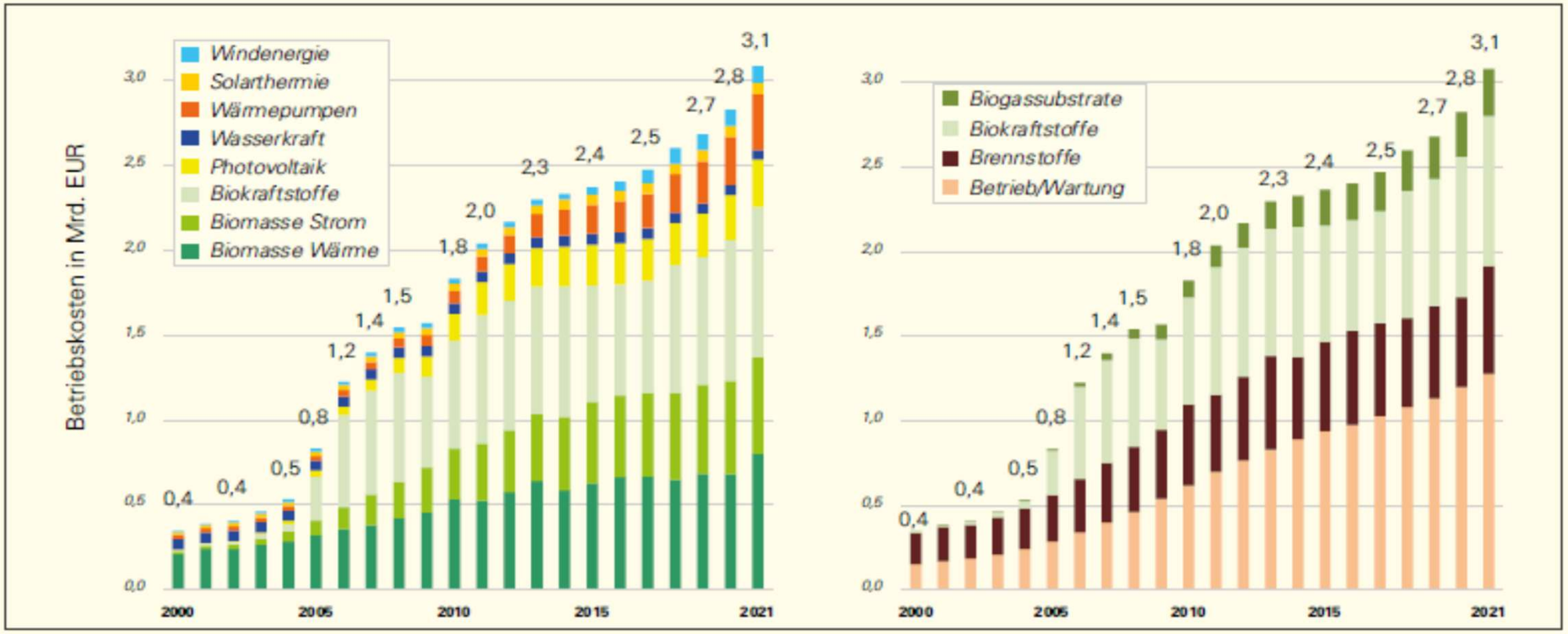
Die Investitionen in neue Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien sind im Jahr 2022 mit 2,7 Milliarden Euro weiter gestiegen. Da mehr Photovoltaik-Anlagen als im Vorjahr installiert wurden und die Preise gestiegen sind, beliefen sich die Investitionen auf gut 1 Milliarde Euro. Fast ähnlich viel wurde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

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

Entwicklung Betrieb von Anlagen zur Nutzung erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2000-2021 nach UM BW-ZSW

Jahr 2021: Gesamt 3,1 Mrd. €

BETRIEB VON ANLAGEN ZUR NUTZUNG ERNEUERBARER ENERGIEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG



Mit rund 30 Prozent entfällt ein gewichtiger Anteil der Betriebskosten auf die Bereitstellung von Brennstoffen und Substraten, knapp 30 Prozent auf die Nutzung von Biokraftstoffen. Die restlichen 40 Prozent fallen für Betrieb, Wartung und Instandhaltung (Betriebsstrom, Schornsteinfeger, Reparaturen, Versicherung et cetera) der Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien an.

Berechnungsstand September 2022; Investitionen und Betriebskosten privater Haushalte mit Umsatzsteuer, ansonsten ohne Umsatzsteuer. In Preisen der jeweiligen Jahre (nicht inflationsbereinigt). Siehe auch Anhang III. Quelle: Berechnungen ZSW

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

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%

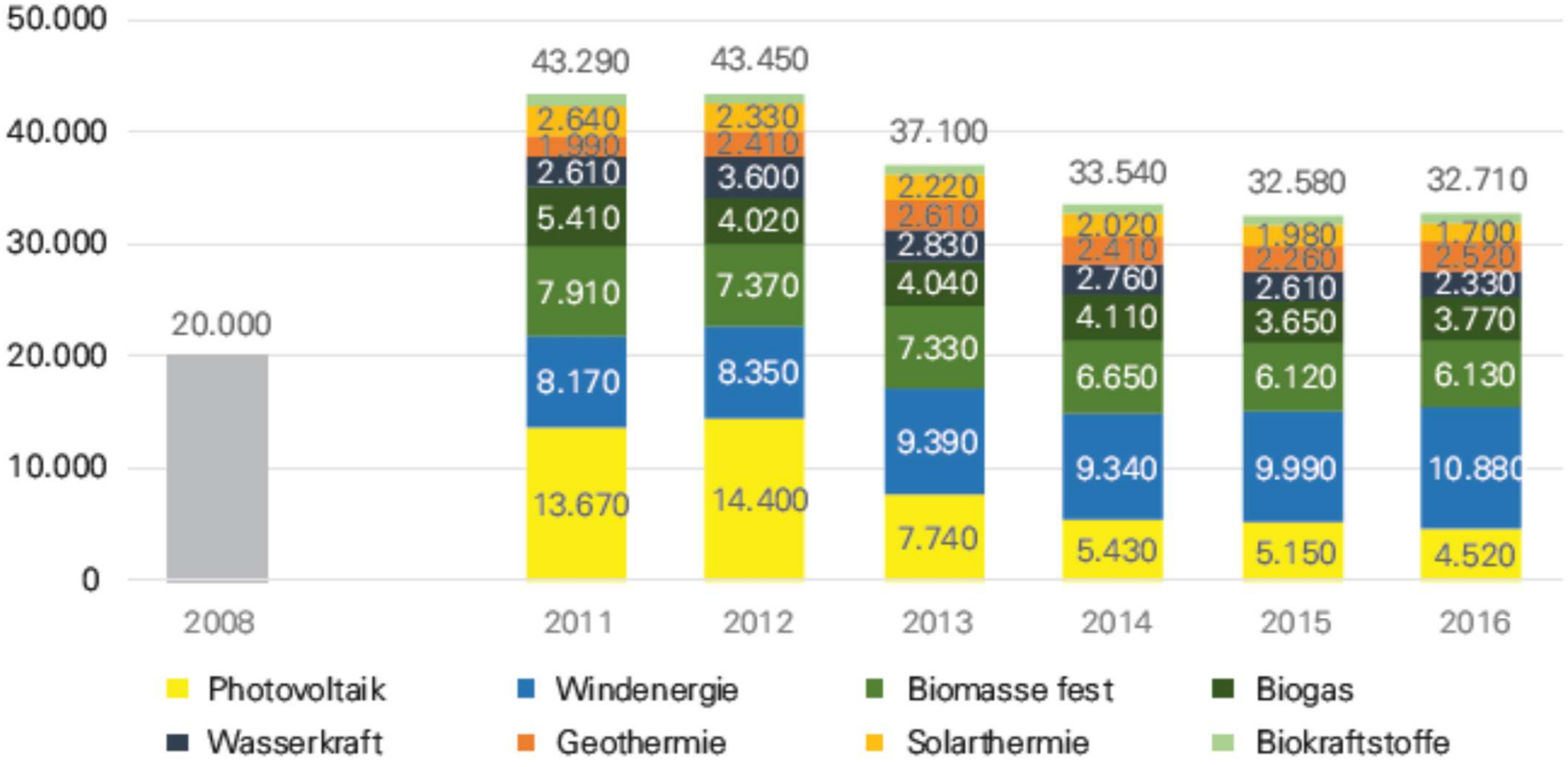


Abbildung 41: Entwicklung der Bruttobeschäftigung im Bereich erneuerbare Energien in Baden-Württemberg. Eigene Darstellung basierend auf Daten aus [127, 128]

Quelle: UM BW & ZSW – Monitoring zur Energiewende, Statusbericht 2018, S. 76, Ausgabe 12/2018

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 2020

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	Direkt-vermarktung[1)]	Markt- und Flexibilitätsprämien	EEG-Einspeisung	EEG-Vergütungen	Direkt-vermarktung[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.

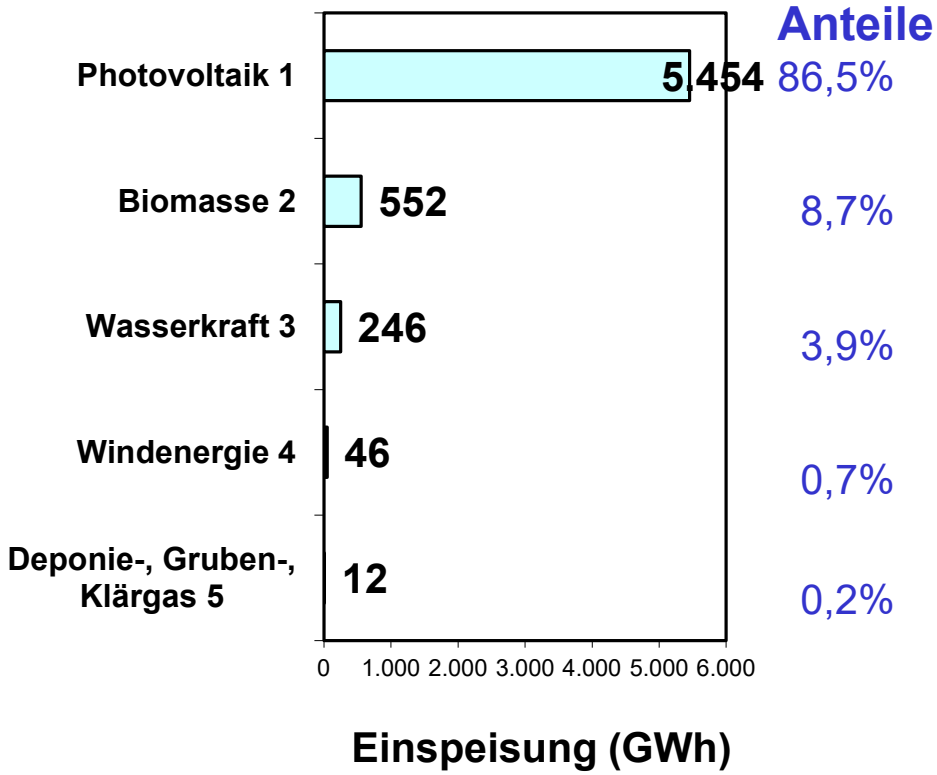
Ein direkter Vergleich der Förderzahlungen der Direktvermarktung mit den EEG-Vergütungszahlungen ist nicht möglich, da die EEG-Vergütungszahlungen zunächst um die Vermarktungserlöse bereinigt werden müssen. Die Prämienzahlungen werden dagegen zusätzlich zum jeweiligen Vermarktungserlös an die Anlagenbetreiber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

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

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

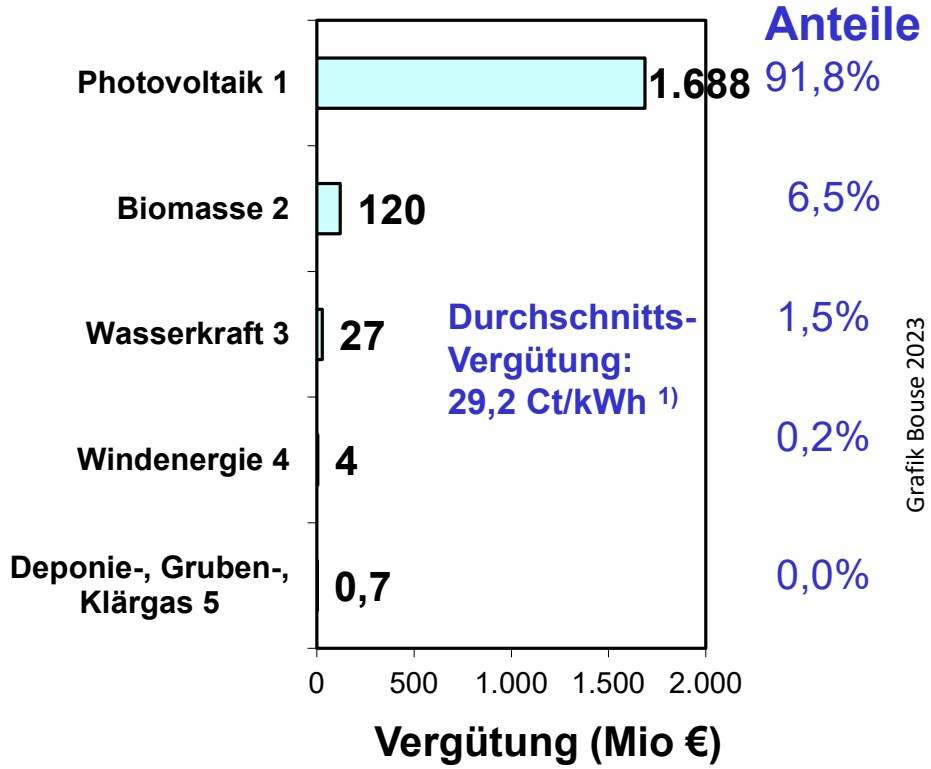
Rangfolge EEG-Einspeisung

Gesamt 6.305 GWh = 6,3 TWh (Mrd kWh)*



Rangfolge EEG-Vergütung

Gesamt 1.839 Mio. € = 1,8 Mrd. €



*** 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: INFORMATIONSPLATTFORM 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

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

Photovoltaikpflicht in Baden-Württemberg ab 2022 (1)

WAS IST DIE PHOTOVOLTAIKPFLICHT?

Trotz aller Fortschritte: Auf Gebäudedächern schlummert noch viel Potenzial zur nachhaltigen Energieerzeugung. Wie der Energieatlas der LUBW Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg aufzeigt, schöpfen wir in Baden-Württemberg bislang nur zehn Prozent unseres Energieerzeugungs-Potenzials im Gebäudesektor aus.

Aus diesem Grund wurde die Photovoltaikpflicht eingeführt. Sie macht beim Neubau oder in bestimmten Sanierungsfällen die Installation einer Photovoltaikanlage verpflichtend. Das Ziel: Energie in Zukunft zunehmend ohne zusätzlichen Flächenverbrauch dort zu erzeugen, wo sie genutzt wird.

Die Grundsteine für die Photovoltaikpflicht wurden im Klimaschutzgesetz Baden-Württemberg (§8a bis §8c) gelegt und durch die Photovoltaik-Pflicht-Verordnung des Umweltministeriums ergänzt.

DIE PHOTOVOLTAIKPFLICHT IN KÜRZE:

- Der Gebäudesektor verbraucht viel Energie
- Ungefähr 90 Prozent des Solarpotenzials auf Dächern im Land sind ungenutzt
- Die Photovoltaikpflicht verpflichtet zur Installation einer Photovoltaikanlage

Quelle: UM BW - Photovoltaikpflicht in BW ab 2022, Faltblatt 03.2022

Photovoltaikpflicht in Baden-Württemberg ab 2022 (2)

WANN UND FÜR WEN GILT DIE PHOTOVOLTAIKPFLICHT?

Die Photovoltaikpflicht gilt für Bauherrinnen und Bauherren beim Neubau eines Wohn- oder Nichtwohngebäudes und bei der grundlegenden Dachsanierung eines Bestandsgebäudes. Außerdem greift sie beim Neubau eines offenen Parkplatzes mit mindestens 35 Stellplätzen. Der maßgebliche Zeitpunkt ist für den Neubau das Eingangsdatum des Bauantrags. Bei der Dachsanierung ist es der Baubeginn. Die Voraussetzung ist eine für die Solarnutzung geeignete Fläche (siehe Ausnahmen).

BEGINN DER PHOTOVOLTAIKPFLICHT:

- Neubau Parkplatz: 1. Januar 2022
- Neubau Nichtwohngebäude: 1. Januar 2022
- Neubau Wohngebäude: 1. Mai 2022
- Grundlegende Dachsanierung: 1. Januar 2023

WIE KANN DIE PHOTOVOLTAIKPFLICHT UMGESETZT WERDEN?

Die Pflicht gilt im Regelfall als erfüllt, wenn Photovoltaikmodule im Umfang von 60 Prozent der zur Solarnutzung geeigneten Fläche installiert werden. Ab dieser Mindestmodulfläche kann eine Solaranlage auch auf dem Dach eines Einfamilienhauses meist wirtschaftlich betrieben werden. Natürlich können Bauherrinnen und Bauherren frei entscheiden, welchen Teil der geeigneten Fläche sie nutzen und ob sie mehr Photovoltaikmodule installieren möchten als vorgeschrieben.
Darüber hinaus ermöglicht die Photovoltaikpflicht verschiedene Umsetzungsalternativen, beispielsweise die Installation einer solarthermischen Anlage zur Wärmeerzeugung. Außerdem können statt der Dachfläche auch andere Außenflächen am Gebäude oder in unmittelbarer Umgebung genutzt werden. Es besteht auch die Möglichkeit, eine geeignete Fläche an Dritte zu verpachten, sodass Bauherrinnen und Bauherren selbst keine Kosten für die Installation und den Betrieb einer Anlage tragen müssen.

UMSETZUNG:

- Module müssen einen Umfang von mindestens 60 Prozent der geeigneten Dachfläche aufweisen
- Umsetzungsalternativen sind zum Beispiel Solarthermieanlagen, Verpachtung oder Installation an anderer Stelle

Quelle: UM BW - Photovoltaikpflicht in BW ab 2022, Faltblatt 03.2022

Photovoltaikpflicht in Baden-Württemberg ab 2022 (3)

WELCHE AUSNAHMEN GIBT ES?

Die Photovoltaikpflicht entfällt, wenn sie anderen gesetzlichen Pflichten entgegensteht. Ein Beispiel dafür kann der Denkmalschutz sein. Allerdings sind denkmalgeschützte Gebäude nicht pauschal von der Photovoltaikpflicht ausgenommen. Besteht eine öffentlich-rechtliche Pflicht zur Dachbegrünung, reduziert sich die Mindestgröße der Anlage auf 30 Prozent der geeigneten Fläche. Das ermöglicht eine sinnvolle Bepflanzung. Grundsätzlich ist die Photovoltaikpflicht so gestaltet, dass sie wirtschaftlich und technisch gut umgesetzt werden kann. Deshalb kann von der Pflicht auf Antrag nur dann befreit werden, wenn ihre Umsetzung mit einem unverhältnismäßig hohen wirtschaftlichen Aufwand verbunden und damit das gesamte Bauvorhaben gefährdet wäre.

AUSNAHMEN UND BEFREIUNG:

- Denkmalgeschützte Gebäude in bestimmten Einzelfällen
- Unverhältnismäßiger wirtschaftlicher Aufwand, der zum Beispiel das Bauvorhaben gefährdet
- Eine Pflicht zur Dachbegrünung reduziert die Mindestfläche für die Photovoltaikpflicht

WO KANN ICH MICH BERATEN LASSEN?

Die von Ihnen beauftragten Architektinnen und Architekten sowie Handwerkerinnen und Handwerker stehen Ihnen mit kompetentem Rat zur Seite. Außerdem empfehlen wir Ihnen als Bauherrinnen und Bauherren, frühzeitig auf Ihre regionale Energieagentur zuzugehen.

ANLAUFSTELLEN UND WEITERFÜHRENDE INFORMATIONEN:

- Regionale Energieagenturen in Baden-Württemberg: https://www.kea-bw.de/kommunaler-klimaschutz/regionale-energieagenturen
- Informationen zu Photovoltaik und Sonnenenergie auf der Website des Umweltministeriums: https://um.baden-wuerttemberg.de/de/energie/erneuerbare-energien/sonnenenergie/
- Gesetzestext der Photovoltaik-Pflicht-Verordnung auf der Website des Umweltministeriums: https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/4_Klima/Klimaschutz/Klimaschutzgesetz/Photovoltaikpflicht-Verordnung-Baden-Wuerttemberg-barrierefrei.pdf
- Informationen zum Erneuerbare-Energien-Gesetz auf der Website des Umweltministeriums Baden-Württemberg: https://um.baden-wuerttemberg.de/de/energie/energiewende/erneuerbare-energien-gesetz/

Weitere Informationen:
UM BW- Praxisleitfaden zur Photovoltaik-Pflicht, Stand März 2023

Quelle: UM BW - Photovoltaikpflicht in BW ab 2022, Faltblatt 03.2022

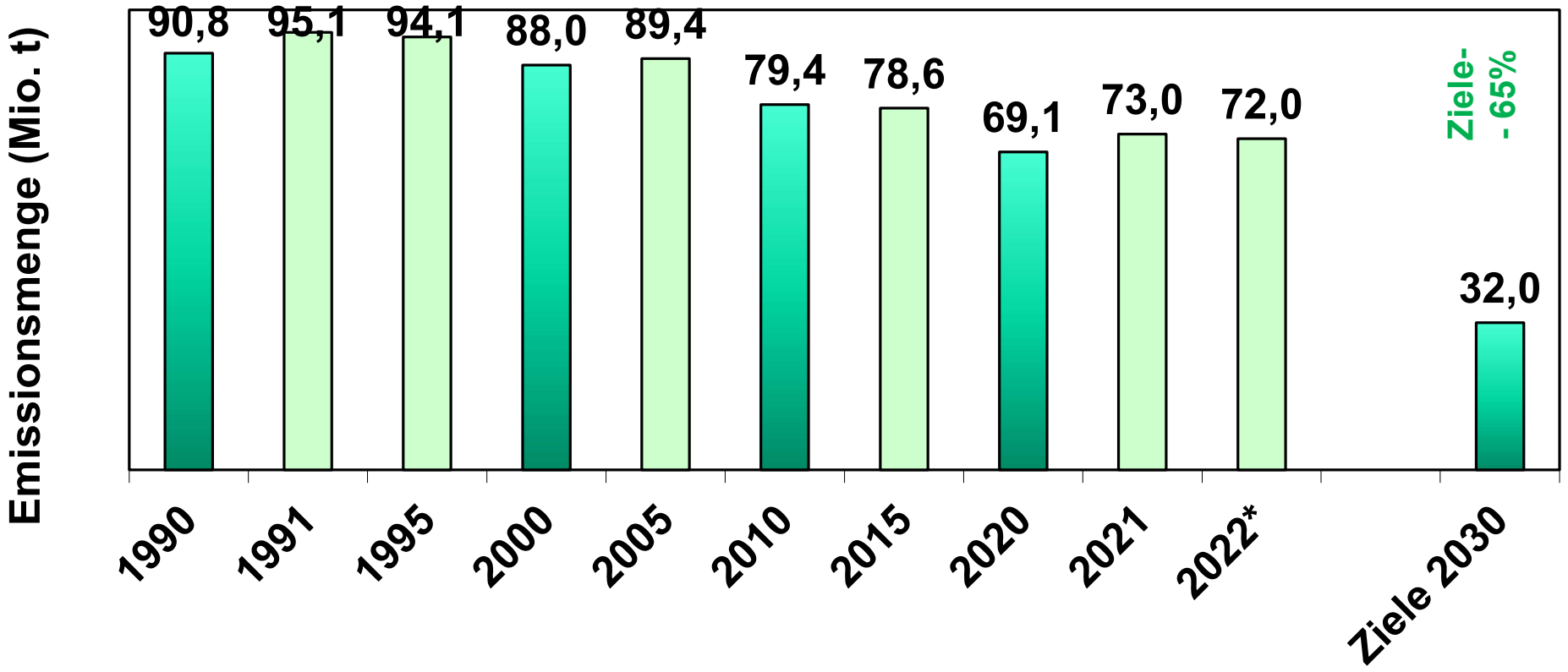
Energie & Klimaschutz, Treibhausgase

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

Jahr 2022: 72,0 Mio t CO_2 äquiv., Veränderung 2022 gegenüber Bezugsjahr 1990 - 20,7%

Ø 6,4 t CO_2 äquiv./Kopf

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



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 CO_2, CH_4, N_2O, F-Gase

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2022: 11,2 Mio.

Quelle: Stat. LA BW 4/2023;

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 Emissionsminderungs-beiträge erforderlich. Bis zum Jahr 2030 entspricht das auf alle Sektoren verteilt einem Emissionsziel von rund 32 Millionen CO2-Äquivalenten [29].

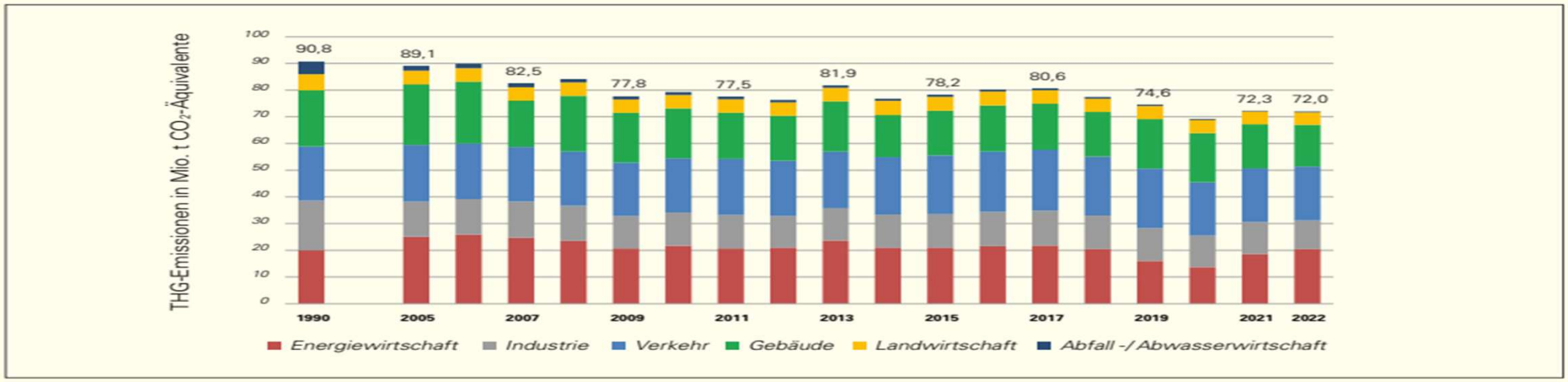
Im Vergleich zu 1990 sind im Land bis 2022 die Treibhausgas-Emissionen um rund 18,8 Millionen Tonnen (-20,7 Prozent) gesunken. Für die Zielerreichung 2030 nach Klimaschutzgesetz ist eine weitere Reduktion des Treibhausgasausstoßes in Höhe von 40,2 Millionen Tonnen CO2-Äquivalenten beziehungsweise 56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

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2022: 11,2 Mio.

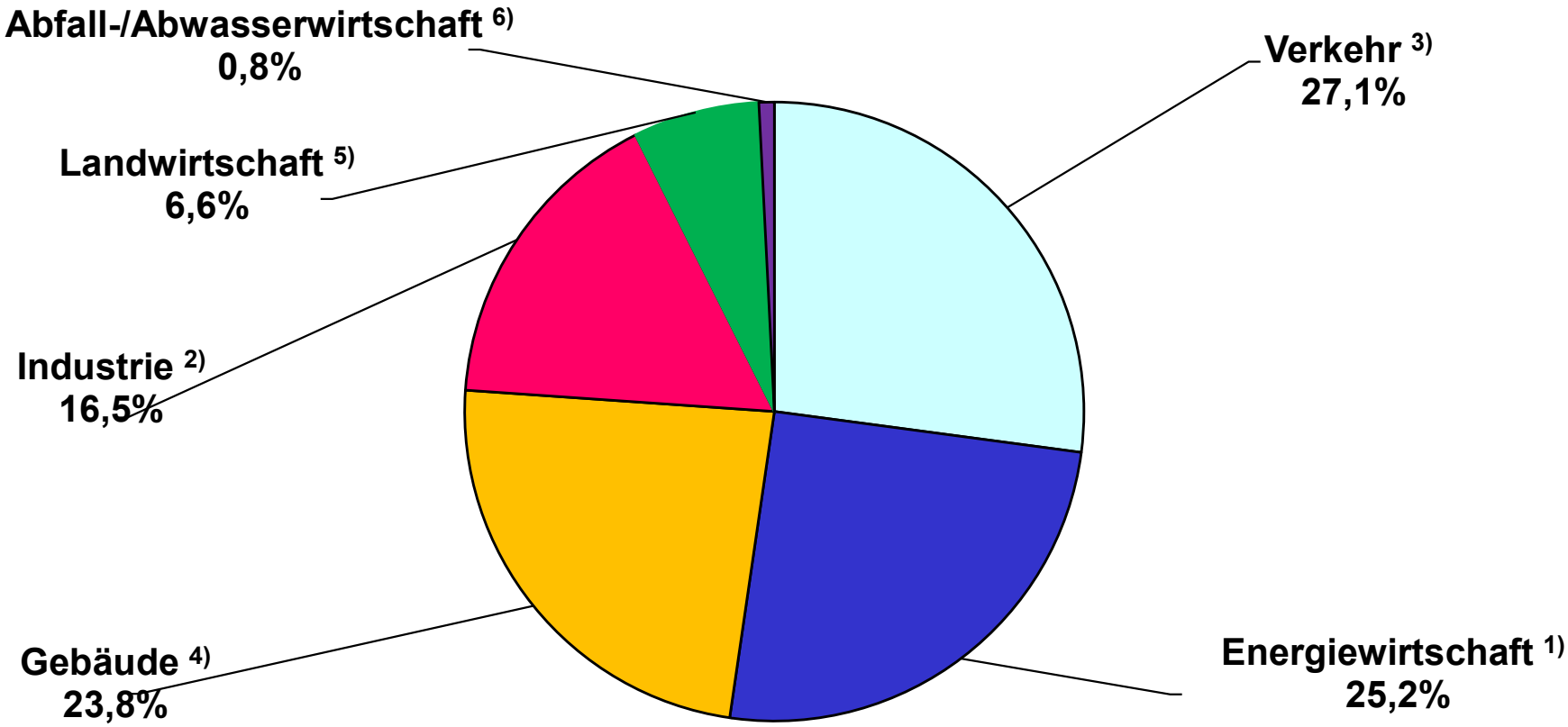
1) Klimarelevante Emissionen CO_2, CH_4, N_2O, F-Gase

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

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

Jahr 2021: 73,0 Mio t CO_2 äquiv., Veränderung 2021 gegenüber Bezugsjahr 1990 = - 19,4%

Ø 6,6 t CO_2 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, Düngerwirtschaft, 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).

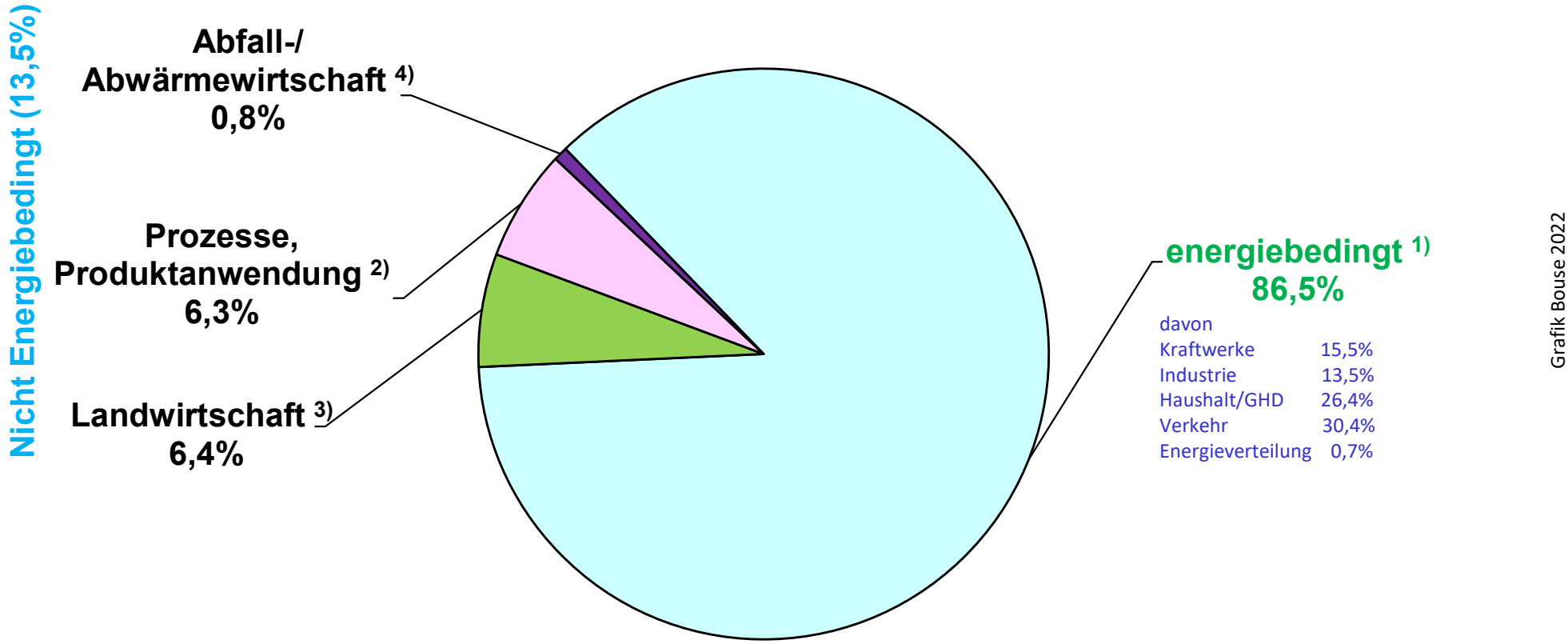
Datenquellen: Arbeitskreis »Umweltökonomische Gesamtrechnungen der Länder«; Ergebnisse von Modellrechnung in Anlehnung an den Nationalen Inventarbericht (NIR) Deutschland 2022; Johann Heinrich von-Thünen Institut - Report 84/91 aus Stat. LA BW - PM 27.06.2022

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

Jahr 2020: 69,1 Mio t CO_2 äquiv., Veränderung 2020 gegenüber Bezugsjahr 1990 – 23,7% [1)]

Ø 6,2 t CO_2 äquiv./Kopf

davon Beitrag energiebedingte THG-Emissionen 59,8 Mio t CO_2äquiv. (Anteil 86,5%)



Grafik Bouse 2022

* Daten 2020 vorläufig, Stand 4/2022

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

Die Methan (CH_4)-Emissionen wurden mit dem GWP-Wert von 25, die Lachgas (N_2O)-Emissionen mit 298 in CO_2-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 CH_4 und N_2O Detailtabellen.

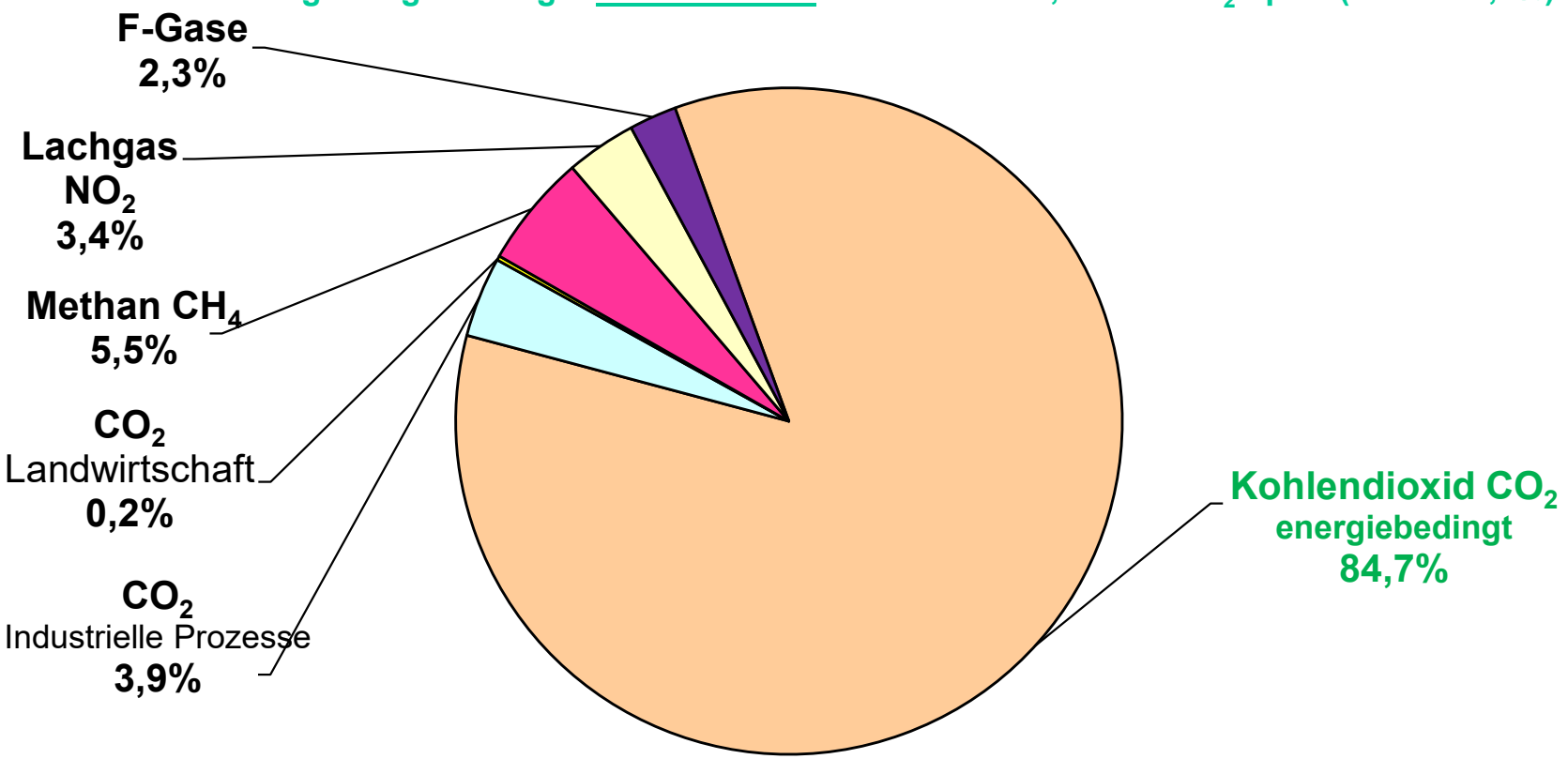
4) Hausmülldeponien, Kompostierung, mechanisch-biologische Anlagen, Vergärungs- und Biogasanlagen, kommunale und industrielle Kläranlagen, Sickergruben (NIR Sektor 5)..

Nachrichtlich: Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft – 5.887 Mio. t CO_2 äquiv, (-8,5%)

Quellen: Arbeitskreis »Umweltökonomische Gesamtrechnungen der Länder«; Ergebnisse von Modellrechnung in Anlehnung an den Nationalen Inventarbericht (NIR) Deutschland 2019/2020; Johann Heinrich von-Thünen Institut - Report 84/91 und weitere aus Stat. LA BW 4/2022

Treibhausgas-Emissionen nach Kyoto in CO_2-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 CO_2äquiv. (Anteil 84,7%)



Grafik Bouse 2022

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 CO_2-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

Quelle: Stat. LA-BW 4/2022, www.statistik-baden-wuerttemberg.de

$CO_{2\ Äq}$ -Emissionsfaktoren für Energieträger nach GEMIS und IFEU, Stand 11/2022

CO_2-Bilanzierung mit BICO2BW

Ziel einer kommunalen Energie- und CO_2-Bilanz ist es, den Energieverbrauch und die CO_2-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 CO_2-Bilanz selbst erstellen

Mit dem Bilanzierungstool BICO2BW können Sie für Ihre Kommune mit überschaubarem Aufwand eine Energie- und CO_2-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 BISKO-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 (CO_2-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

Quellen: KEA 2021 - CO2-Bilanzierung mit BICO2BW gemäß GEMIS-Datenbank und IFEU, www.kea-bw.de; Stadtwerke Radolfzell 11/2022 für Strom aus Deutschland

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

Jahr 2020: 69,1 Mio. t CO_2 äquiv., Veränderung 2020 gegenüber Bezugsjahr 1990 – 23,7%

Ø 6,2 t CO_2 äquiv./Kopf

davon Beitrag energiebedingte CO_2-Emissionen 58,5 Mio t CO_2 (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 CO_2]	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 CO_2-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 CO_2-Äquivalente]	**13,5**	**8,7**	**8,9**	**8,6**	**8,5**	
Gesamt-Treibhausgasemissionen [Millionen t CO_2-Äquivalente]	**89,1**	**77,8**	**78,8**	**79,1**	**76,5**	**66,8**

2)

[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 Produktanwendung besteht kein Zielwert.*

[2] *Nur CO_2-Emissionen*

[3] *Nur CH_4-Emissionen*

[4] *Summe der Treibhausgasemissionen (CO_2, CH_4, N_2O) 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.

Quellen: UM BW – Monitoring Kurzbericht 2019, Klimaschutzgesetz (KSG) & Integriertes Energie- und Klimaschutzkonzept (IEKK) Baden-Württemberg, S.16, Stand 8/2020; Stat. LA BW 4/2022

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

Gesamt THG 19,9 Mio. t CO_2äquiv., Anteil 27,6% von 72,0 Mio. t CO_2äquiv. 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$_{el}$]	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_2O	*-22,1*	*-0,4*	*-9,9*	*-0,2*
CO_2-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*
SO_2-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*
CO_2-Äquivalent	***285.017***	***1.359***

Für weitere Luftschadstoffe mit Versauerungspotenzial liegen zurzeit keine Daten vor.

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

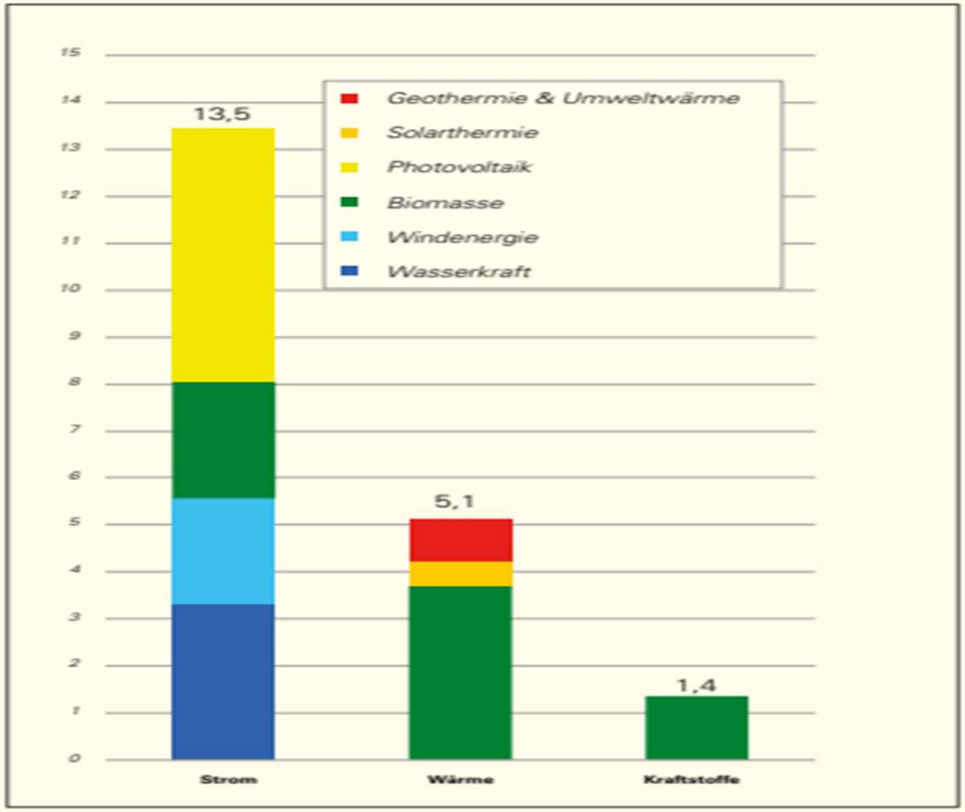
Vermeidung Treibhausgas-Emissionen (THG) (Quellenbilanz) **nach Sektoren in Baden-Württemberg 2022 (2)**

Gesamt 19,9 Mio. t CO_2äquiv., Anteil 27,6% von 72,0 Mio. t CO_2äquiv. 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 CO_2-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].



	Vermeidungs-faktor	vermiedene Emissionen	Anteil
	[g/kWh]	[1.000 t]	[%]
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**	

Alle Angaben vorläufig; Abweichungen in den Summen durch Rundungen

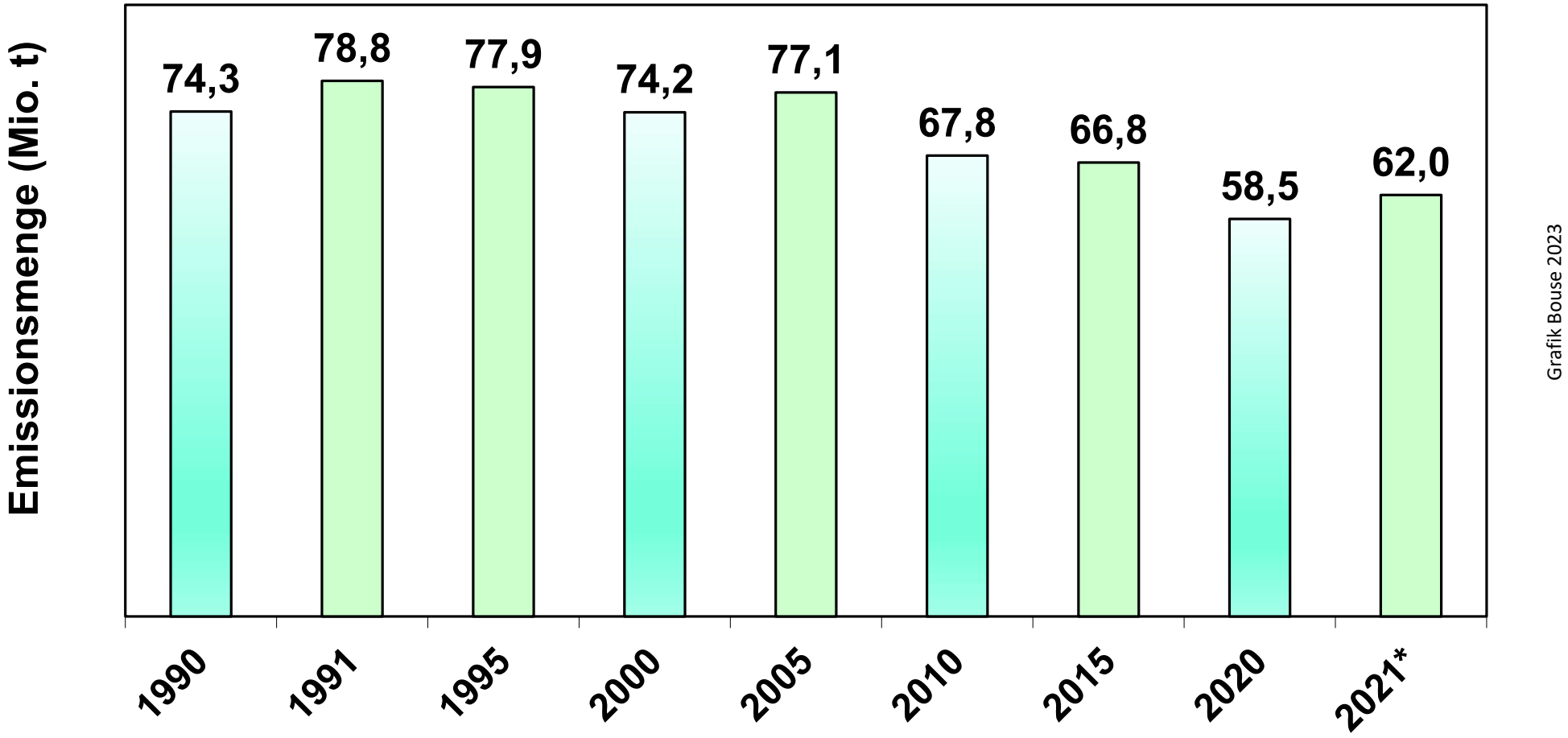
Quelle: UM BW – Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2022, 10/2023

Entwicklung der energiebedingten Kohlendioxid-CO_2-Emissionen (Quellenbilanz) in Baden-Württemberg 1990-2021

Jahr 2021: 62,0 Mio. t CO_2, Veränderung 90/21: - 12,3% [1)]

5,6 t CO_2/Kopf

Anteil an Gesamt-THG: 87,5% von Gesamt 72,3 Mio. t $CO_{2äquiv.}$



* 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.

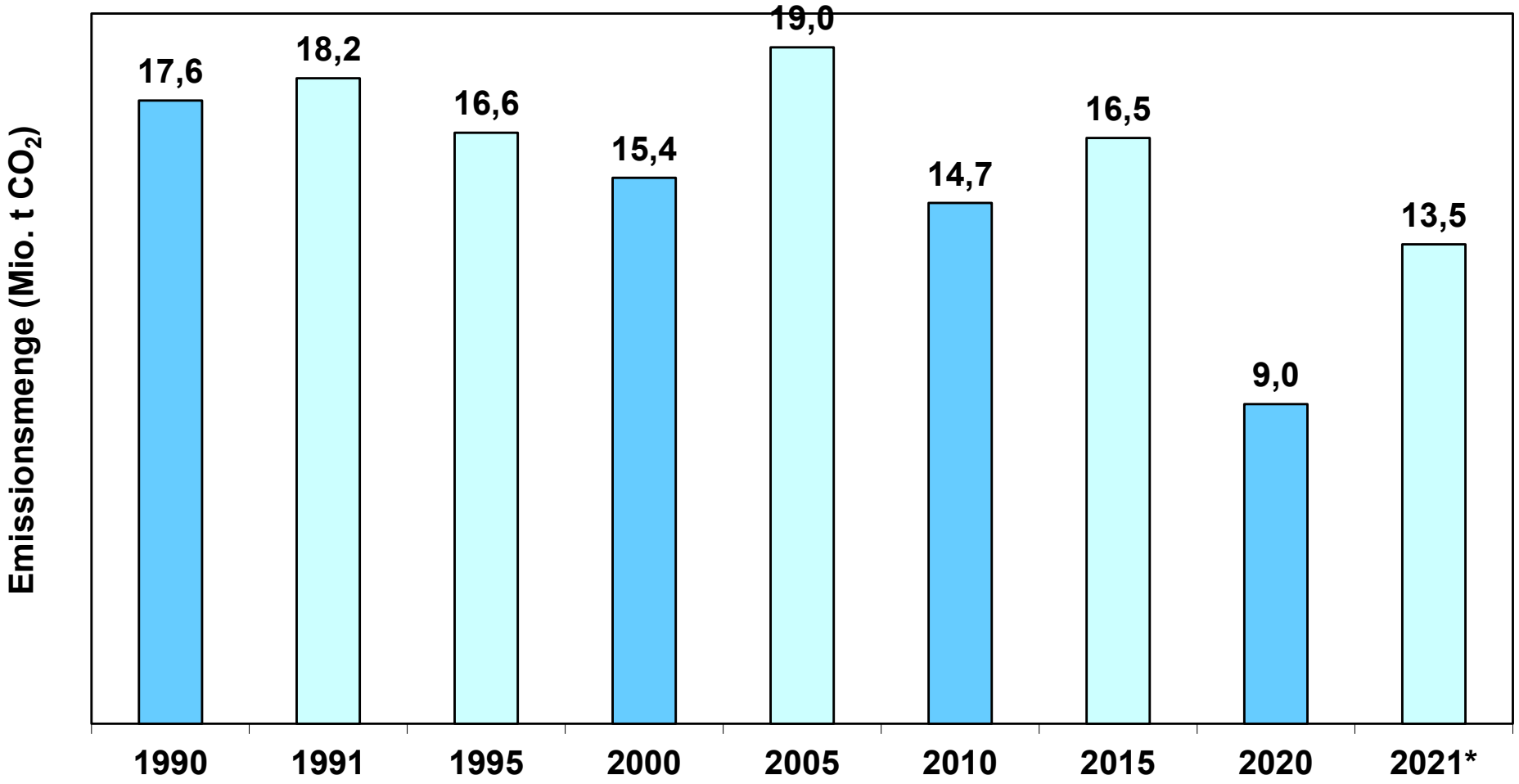
1) Ohne internationalen Flugverkehr 2021: 0,368 Mio. t CO2

Quelle: Stat. LA-BW 10/2023, www.statistik-bw.de; Stat. LA BW & UM BW – Energiebericht 2022, Tab. 60, 10/2022

Entwicklung der Kohlendioxid (CO_2)-Emissionen bei der Stromerzeugung in Baden-Württemberg 1990-2021 (1)

Jahr 2021: Gesamt 13,5 Mio. t CO_2; Veränderung 1990/2021: - 23,2%

Stromanteil 21,7% von gesamt 62,0, Mio. t CO_2



* Daten 2021 vorläufig , Stand 7/2023

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2021: 11,1 Mio.

Quelle: Stat. LA BW 7/2023

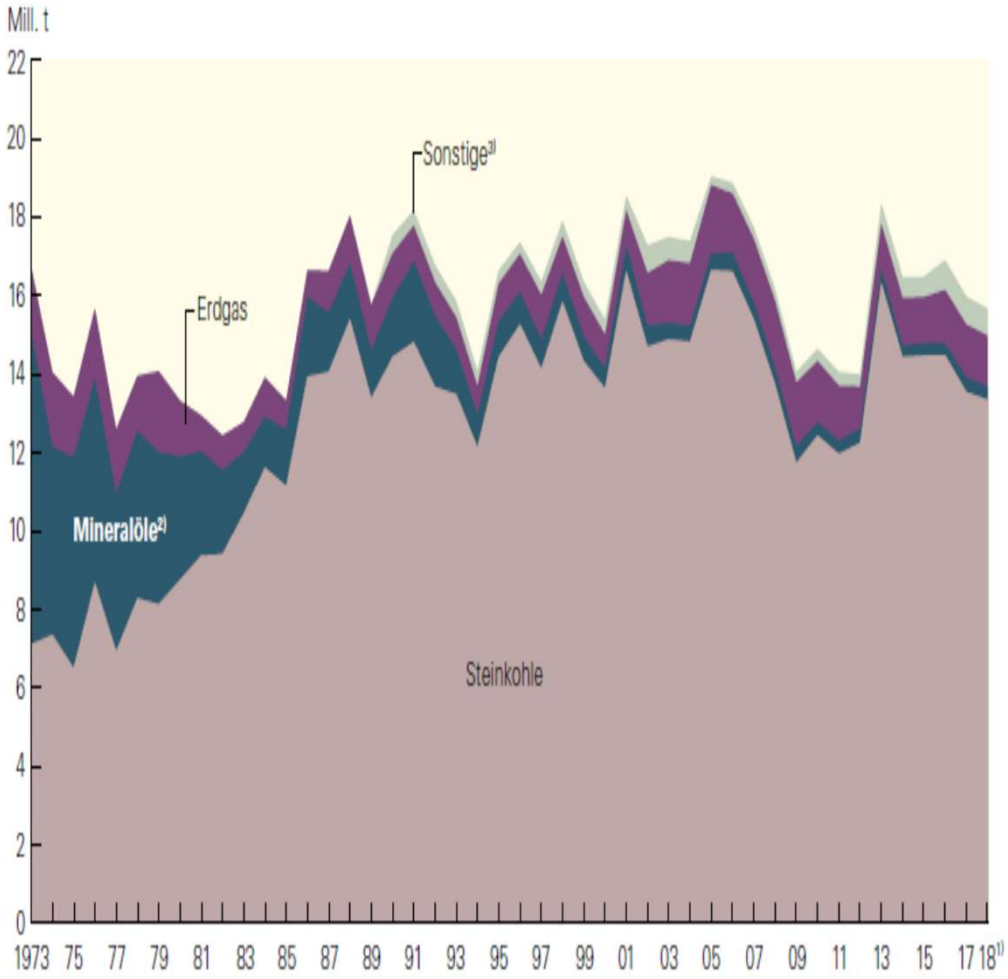
Entwicklung der Kohlendioxid (CO_2)-Emissionen der Stromerzeugung nach Energieträgern in Baden-Württemberg 1990-2018 (2)

Jahr 2018: Gesamt 15,7 Mio. t CO_2; Veränderung Basisjahr 1990/2018: - 10,3%

Stromanteil 23,5% von 66,8 Mio. t CO_2

57. Entwicklung der Kohlendioxid (CO_2)-Emissionen in der Stromerzeugung*)
in Baden-Württemberg seit 1973 nach Energieträgern

Energieträger	1973	1980	1985	1990	1991	1995	2000	2005	2010	2015	2018[1)]
	Mill. t										
Steinkohle	7,08	8,72	11,14	14,43	14,81	14,43	13,63	16,65	12,43	14,47	13,34
Braunkohle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Mineralöle[2)]	8,04	3,17	1,45	1,50	2,07	0,93	0,52	0,42	0,34	0,31	0,35
Erdgas	1,61	1,43	0,73	1,14	0,90	0,94	0,85	1,74	1,56	1,18	1,29
Sonstige[3)]	0,00	0,00	0,00	0,47	0,39	0,34	0,38	0,23	0,31	0,52	0,69
Emissionen insgesamt	**16,73**	**13,31**	**13,32**	**17,55**	**18,17**	**16,64**	**15,37**	**19,04**	**14,66**	**16,49**	**15,68**



1) Daten 2018 vorläufig, Stand 10/2020
Der Kraftwerke für die allgemeine Versorgung sowie der Industriewärmekraftwerke.
2) Heizöl, Benzin, Diesel, Kerosin, Raffineriegas, Flüssiggas, Stadtgas, Petrolkoks, Petroleum, andere Mineralöle.
3) Abfälle fossile Fraktion und sonstige emissionsrelevante Stoffe wie Ölschiefer.

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt, Zensus 2011) 2018: 11,05 Mio.

Quellen: Länderarbeitskreis Energiebilanzen; Ergebnisse von Modellrechnungen in Anlehnung an den nationalen Inventarbericht (NIR) Deutschland 2020. Berechnungs-stand: Frühjahr 2020.
aus UM BW & Stat. LA BW – Energiebericht 2020, Tab. 57, 10/2020; Stat. LA BW 4/2020

Ausgewählte Beispiele aus der Praxis

Beispiel für eine Freiflächen-Photovoltaikanlage in Baden-Württemberg (1)

Foto: UM BW/Lorinser

Quelle: UM BW – 9. Solarbranchentag in Stuttgart: Aufwärtstrend beim PV-Ausbau seit 2017 – großes Potenzial bei den Freilächenanlagen, PM 20.10.2022

Freiflächen-Photovoltaikanlage in Ottersweier-Unzhurst (BW) 2021 (2)

749-kW Freiflächen-Photovoltaikanlage

„Eine Anlage, die als Vorbild fürs ganze Land dient, weil wir den Ausbau der erneuerbaren Energien massiv ausbauen müssen."

Umwelt-Staatssekretär Andre Baumann hat sich bei der Einweihung der Freiflächen-Photovoltaikanlage „Anlagen wie dieser Solarpark würde ich gerne viel häufiger im Land einweihen", sagte Baumann heute in Unzhurst.

Die 749-kW-Freiflächen-PV-Anlage diene als Vorbild für weitere im Land und zeige, dass die Nähe zur Autobahn A5 eine konfliktarme Landnutzung ermögliche.

„Die Fläche wurde beim Bau der Autobahn als Betriebshof und Lagerplatz für Bauschutt vom Autobahnbetriebsamt verwendet", erläuterte der Staatssekretär. Dadurch wurde der Boden stark verdichtet und eigne sich daher besonders für einen Solarpark.

© Mickis Fotowelt/stock.adobe.com

Quelle: UM BW – Einweihung Freiflächen-Photovoltaikanlage in Ottersweier-Unzhurst, PM 14.07.2021

Fazit und Ausblick

Ausbauziele Photovoltaik der Landesregierung Baden-Württemberg bis 2030

In **Baden-Württemberg** strebt die Landesregierung eine **Verdoppelung** der derzeit installierten **Photovoltaik-Leistung** auf **elf Gigawatt** im Jahr **2030** an.

Die Photovoltaik soll wieder zum starken Motor für **Energiewende** und **Klimaschutz** werden[1].

Um das **Photovoltaik-Ausbauziel** in Baden-Württemberg zu erreichen, muss die zu installierende Photovoltaik-Leistung deutlich erhöht werden: Es ist ein jährlicher Ausbau der Photovoltaik von rund **1.000 Megawatt im Jahr 2022** auf bis zu **3.000 Megawatt im Jahr 2030** nötig[2]

Laut einer Neuberechnung des baden-württembergischen Branchenverbands **Solar Cluster BW** benötigt der Südwesten künftig einen **Photovoltaik-Zubau von 4.000 Megawatt pro Jahr**[2]. Das Ziel ist es, bis **2030** eine **installierte Leistung von 24.600 Megawatt Peak** zu erreichen und damit die **Klimaschutzziele des Landes** zu unterstützen[2,3].

Um den Stromverbrauch im Land zu decken, wären im Jahr **2022** etwa **70 Gigawatt Peak** Photovoltaik-Leistung erforderlich. Tatsächlich waren jedoch nur **8,3 Gigawatt** installiert. Um die Klimaschutzziele zu erreichen, ist ein jährlicher Ausbau der Photovoltaik von bis zu **3.000 Megawatt im Jahr 2030** notwendig[2].

Der Trend geht also in Richtung einer stärkeren Nutzung der Solarenergie, um die Umwelt zu schützen und die Energieversorgung nachhaltiger zu gestalten.

Weitere Informationen

1 baden-wuerttemberg.de, 2 photovoltaik-bw.de , 3 bing.com 4 baden-wuerttemberg.de

Quelle1: Microsoft BING Chat mit GPT 4 (KI), 2/2024

Photovoltaik
in Deutschland

Photovoltaik ist eine Technologie, die Sonnenlicht direkt in elektrische Energie umwandelt.

Photovoltaik hat in Deutschland einen wachsenden Anteil an der Stromerzeugung und wird durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz staatlich gefördert.
Ende Juni 2023 waren PV-Module mit einer Nennleistung von 73,8 GW installiert, verteilt auf 3,14 Mio. Anlagen [1].

Der Anteil des Solarstroms am Netto-Stromverbrauch betrug im Jahr 2022 59,5 TWh, entsprechend 10,9 % [1,2].

Die deutsche Solarindustrie ist eine der größten in Europa.

Mehr über die Entwicklung, den Zubau und die tatsächliche Einspeisung von Photovoltaik in Deutschland können aus folgenden Webseiten entnommen werden:

- Photovoltaik in Deutschland – Wikipedia: Eine umfassende Übersicht über die Geschichte, die Förderung, die Hemmnisse, die Situation der Solarindustrie und die installierte Leistung in den Bundesländern.
- Photovoltaik | Umweltbundesamt: Eine informative Seite über die Funktionsweise, die Wirtschaftlichkeit, den Weiterbetrieb, die steuerliche Behandlung, die Flächeninanspruchnahme und die Ökobilanz von Photovoltaik.
- Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland - Fraunhofer ISE: Eine aktuelle Zusammenstellung von Daten und Fakten zur Photovoltaik in Deutschland, erstellt vom Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme.

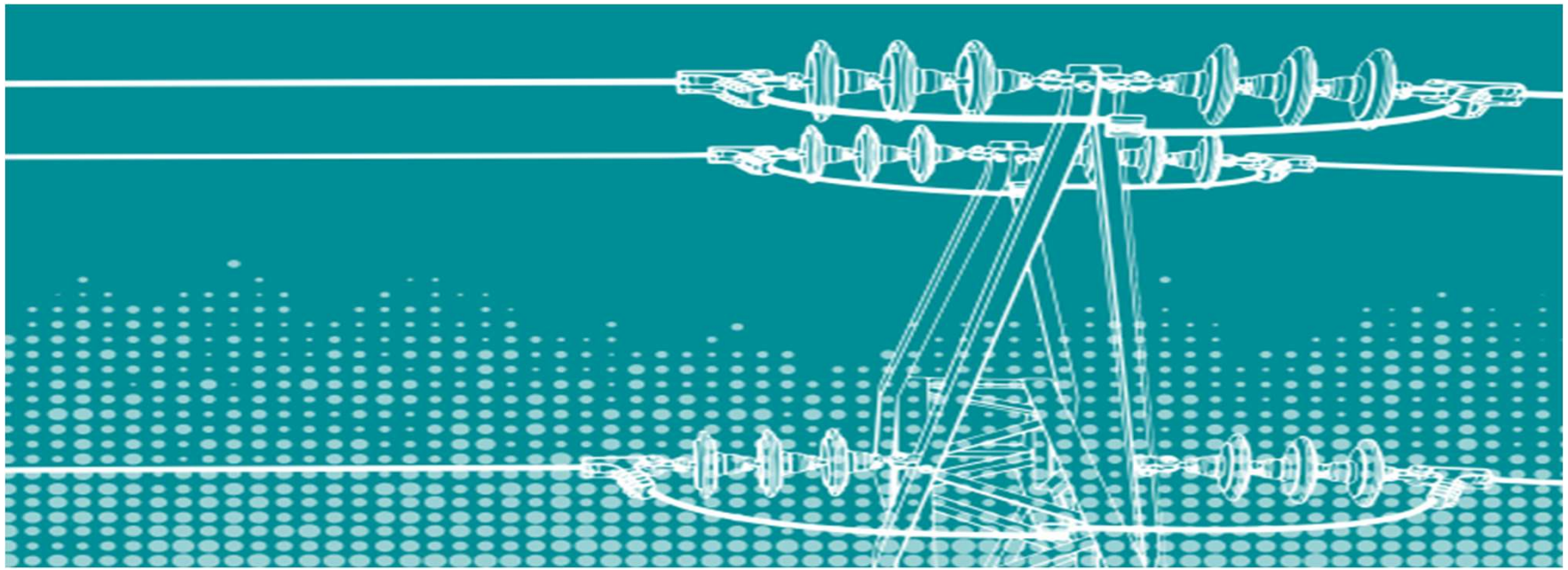
Quellen: Microsoft BING Chat mit GPT 4 (KI), 11/2023 aus 1. de.wikipedia.org; 2. umweltbundesamt.de; 3. de.wikipedia.org; 4. umweltbundesamt.de; 5. ise.fraunhofer.de
6. de.wikipedia.org

Einleitung und Ausgangslage

Klima- und Energiepolitik
in Deutschland, Stand 10/2023

Teil I:
Erneuerbare Energien in Deutschland

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



Quelle: BMWK - Erneuerbare Energien in Zahlen, Nationale und Internationale Entwicklung 2022, S. 11, Stand 10/2023

Einleitung und Ausgangslage
Photovoltaik (Solarstrom) in Deutschland, Stand 8/2023 (1)

Bundesregierung stellt Weichen für anhaltenden Solarboom

Solarwirtschaft begrüßt Kabinettsbeschluss zum Solarpaket I - Vom geplanten Abbau von Barrieren beim Zugang zu Photovoltaik-Standorten, beim Netzanschluss und bei der Solarförderung werden nach BSW-Einschätzung Klimaschutz, Privathaushalte und Gewerbetriebe gleichermaßen profitieren – Branchenverband setzt darauf, dass Wachstumsbremsen vom Bundestag gelöst werden

Berlin, den 16.08.2023 - Das am heutigen Mittwoch im Bundeskabinett beschlossene Solarpaket I löst Wachstumsbremsen bei der Solarstromnutzung und stellt Weichen für einen anhaltenden Solarboom, so die Einschätzung der Solarwirtschaft. Ihr Bundesverband BSW setzt darauf, dass sich der Bundestag im Herbst auf den Abbau weiterer Marktbarrieren verständigen wird.

Im ersten Halbjahr 2023 wurden nach Daten der Bundesnetzagentur 64 Prozent mehr Photovoltaikleistung installiert als im Vorjahreszeitraum. Besonders stark boomt die Nachfrage nach Solarstromanlagen derzeit bei Eigenheim-Solardächern (+135 Prozent) und bei Steckersolargeräten (+990 Prozent). Besonders großen Nachholbedarf sieht der Bundesverband Solarwirtschaft (BSW) bei der Solarisierung von Firmendächern und beim Ausbau von Solarparks. Zur Zielerreichung müsse sich das Wachstumstempo in den kommenden drei Jahren hier in etwa verdreifachen.

Der BSW begrüßt daher, dass mit dem Gesetzespaket ein ganzes Bündel an Marktbarrieren abgeräumt werden könne. Dies würde künftig den Zugang zu Stromnetzen, geeigneten Solarpark-Standorten und zur staatlich gewährten Solarförderung erleichtern und Planungsprozesse beschleunigen. Durch eine frühzeitigen Praxischeck und die Einbindung aller Interessengruppen seien von der Ampel-Koalition in den letzten Monaten zahlreiche Solartechnik-Investitionsbremsen identifiziert worden. Diese sollen mit dem Solarpaket I nun gelöst werden. „Der Zugang zu preiswertem Solarstrom wird für private oder gewerbliche Verbraucher:innen jetzt noch leichter. Das gilt für Gebäudeeigentümer:innen und Mieter:innen gleichermaßen", freut sich BSW-Hauptgeschäftsführer Carsten Körnig.

Die Hälfte der Photovoltaikleistung soll künftig nach dem Willen der Bundesregierung auf Freifläche errichtet werden. Wegweisend sei vor diesem Hintergrund der zwischen den Bundesministerien für Wirtschaft, Landwirtschaft und Umwelt in der Ressortabstimmung zum Solarpaket I in den letzten Wochen erzielten Kompromiss zur künftigen Flächennutzung. Körnig: „Solarparks können künftig leichter in benachteiligten Gebieten errichtet werden. Wer Flächen z.B. agrar- und landwirtschaftlich besonders effizient doppelt nutzt, erhält Vorfahrt bei den Auktionszuschlägen."

Nach BSW-Einschätzung werde der geplante Bürokratieabbau dazu beitragen, dass die Nachfrage nach Solartechnik in Deutschland in den kommenden Jahren wachsen könne. Dies werde dem Klimaschutz in Deutschland einen wichtigen Schub verpassen.

Nachbesserungen am vorliegenden Gesetzesentwurf durch den Bundestag erhofft sich der BSW bei der Höhe gewährter Marktprämien für neue Gewerbedächer. Kostensteigerungen infolge stark gestiegener Zinsen würden viele Unternehmen derzeit noch von PV-Investitionen abhalten. Auch die Speichernutzung und der Einsatz von Solarkomponenten aus europäischer Fertigung müsse erleichtert werden, um die Resilienz der künftigen Energieversorgung zu erhöhen.

Solarpaket I – Geplante Erleichterungen (Auswahl)

Positive Impulse für die Energiewende seien nach Einschätzung des Branchenverbandes u.a. durch folgende Vorhaben in Verbindung mit dem Solarpaket zu erwarten:

Mieter:innen können durch „Gemeinsame Gebäudeversorgung" und „Steckersolargeräte" künftig stärker von preiswertem Solarstrom profitieren

Die Weitergabe von Solarstrom innerhalb eines Gebäudes an mehrere Stromverbraucher soll im Rahmen einer „**Gemeinsamen Gebäudeversorgung**" attraktiver werden. Dabei werden PV- Anlagenbetreiber nicht mehr zum Energieversorger, sondern können den Solarstrom künftig barrierearm an Mieter und Mitbewohner veräußern, soweit er gerade verfügbar ist. Den zusätzlich benötigen Strom können die Verbraucher von einem selbst gewählten Versorger beziehen. Mit der Gemeinsamen Gebäudeversorgung werde es künftig leichter, die Potenziale für Prosuming und Sektorenkopplung u.a. in den rund sechs Millionen Mehrfamilienhäusern mit zwei bis sechs Wohneinheiten umzusetzen, ohne umständliche Stromversorgerbürokratie und ohne die Installation teurer Messtechnik.

Zumindest zahlenmäßig ebenfalls wachsen dürfte das Potenzial von „**Steckersolaranlagen**" bzw. sogenannten „Balkonkraftwerken" durch das Solarpaket I. Der Gesetzentwurf definiert Steckersolargeräte als eigenen Anwendungsfall für Photovoltaik, grenzt diese in Mieterhaushalten und bei Wohnungseigentümern immer beliebteren solaren Kleinerzeuger von der Installation größerer Solarsysteme rechtlich ab und vereinfacht ihre Nutzung und Anmeldung. Künftig soll man das „Balkonkraftwerk" nur noch in einer Datenbank eintragen müssen. Alte nicht-digitale Stromzähler dürfen übergangsweise weiterverwendet werden, die sich dann einfach rückwärts drehen, wenn Strom vom Balkon ins Netz eingespeist wird. Bisher darf jeder mit einer kleinen Solaranlage 600 Watt Strom produzieren - diese Grenze soll angehoben werden auf bis zu maximal 800 Watt.

Verbesserte Förderung für tausende „Solarstadl"

Gefolgt ist die Ampel-Koalition der Branchenempfehlung, die Solarstadl-Regelung derart zu aktualisieren, dass Landwirte, die seit dem Jahr 2012 im Außenbereich errichteten Gebäude mit Photovoltaikanlagen zu verbesserten Förderkonditionen nachrüsten können.

Einleitung und Ausgangslage
Photovoltaik (Solarstrom) in Deutschland, Stand 8/2023 (2)

Vereinfachungen beim Repowering und bei der Direktvermarktung

Neben weiteren Verbesserungen für solare Mieterstrommodelle sieht das Solarpaket Vereinfachungen beim Repowering von Solardächern und bei der Direktvermarktung von Solarstrom vor. Letztere bleiben allerdings hinter den Branchenerwartungen zurück.

Mehr Raum für Solarparks – Förder-Vorrang für „Agri-PV"

Die derzeit im EEG verankerte starke Limitierung förderfähiger **Solarpark-Standorte** behindert zunehmend die Errichtung von Solarstromanlagen auf Freiflächen (PV-FFA). Dem will die Ampel-Koalition auf Anregung des BSW nun dadurch begegnen, dass landwirtschaftliche Flächen in benachteiligten Gebieten leichter genutzt werden können. Grundsätzlich sollen diese künftig für PV-Freiflächenanlagen geöffnet werden. Bundesländer können die Nutzung per Verordnung mittels einer „Opt-Out-Regelung" nur noch zu einem bestimmten Grad einschränken, der die Zielerreichung beim PV-Ausbau nicht gefährdet. Die Nutzung landwirtschaftlicher Flächen für die Solarstromerzeugung wird auf ein Maximum von 80 Gigawatt bis 2030 beschränkt (entspricht rd. 0,5 Prozent der landwirtschaftlichen Nutzfläche in Deutschland).
Um die Effizienz bei der Flächeninanspruchnahme weiter zu erhöhen, wird ein **eigenes Auktionssegment mit einem eigenen Höchstwert für besondere Solaranlagen** (Agri, Floating, Moor, Parkplatz) in den Ausschreibungen für PV-FFA eingeführt. Konstruktionsbedingte Mehrkosten dieser PV-Systeme können so künftig abgebildet werden, was bislang nur sehr eingeschränkt der Fall war.

Netzanschluss wird für PV-Systeme einfacher

Der Anschluss an das Stromnetz führt bislang regelmäßig zu Verzögerungen bei der Realisierung von Solaranlagen im Eigenheim-, Gewerbe und auch im PV-Kraftwerkssegment. Hier wird die Bundesregierung hier nun zumindest teilweise Abhilfe schaffen. Die bereits im EEG 2023 eingeführte Regelung eines vereinfachten Netzanschlusses für PV-Anlagen bis zu einer Leistung von 10,8 kWp soll auf PV-Anlagen bis 30 kWp ausgeweitet werden. Falls sich der Netzbetreiber innerhalb von vier Wochen nicht zum Netzanschlussbegehren äußert, können die Anlagen damit in der Regel ans Netz angeschlossen werden.

Die bislang unverhältnismäßig strengen Regelungen beim Netzzugang gewerblicher PV-Systeme sollen darüber hinaus in mittleren Leistungsklassen vereinfacht werden (u.a. Erhöhung des Schwellenwertes zur Anlagenzertifizierung).

Zur Verlegung von Netzanschlusskabeln zwischen PV-Freiflächenanlagen und Netzanschlusspunkt soll gegen Entschädigungszahlung an den Grundstückseigentümer künftig ein Wegenutzungsrecht eingeräumt werden, wie es bereits im Bereich der Telekommunikation oder beim Bau von Hochspannungsleitungen existiert.

Vereinfachungen beim Repowering und bei der Direktvermarktung

Neben weiteren Verbesserungen für solare Mieterstrommodelle sieht das Solarpaket Vereinfachungen beim Repowering von Solardächern und bei der Direktvermarktung von Solarstrom vor. Letztere bleiben allerdings hinter den Branchenerwartungen zurück.

Mehr Raum für Solarparks – Förder-Vorrang für „Agri-PV"

Die derzeit im EEG verankerte starke Limitierung förderfähiger **Solarpark-Standorte** behindert zunehmend die Errichtung von Solarstromanlagen auf Freiflächen (PV-FFA). Dem will die Ampel-Koalition auf Anregung des BSW nun dadurch begegnen, dass landwirtschaftliche Flächen in benachteiligten Gebieten leichter genutzt werden können. Grundsätzlich sollen diese künftig für PV-Freiflächenanlagen geöffnet werden. Bundesländer können die Nutzung per Verordnung mittels einer „Opt-Out-Regelung" nur noch zu einem bestimmten Grad einschränken, der die Zielerreichung beim PV-Ausbau nicht gefährdet. Die Nutzung landwirtschaftlicher Flächen für die Solarstromerzeugung wird auf ein Maximum von 80 Gigawatt bis 2030 beschränkt (entspricht rd. 0,5 Prozent der landwirtschaftlichen Nutzfläche in Deutschland).
Um die Effizienz bei der Flächeninanspruchnahme weiter zu erhöhen, wird ein **eigenes Auktionssegment mit einem eigenen Höchstwert für besondere Solaranlagen** (Agri, Floating, Moor, Parkplatz) in den Ausschreibungen für PV-FFA eingeführt. Konstruktionsbedingte Mehrkosten dieser PV-Systeme können so künftig abgebildet werden, was bislang nur sehr eingeschränkt der Fall war.

Netzanschluss wird für PV-Systeme einfacher

Der Anschluss an das Stromnetz führt bislang regelmäßig zu Verzögerungen bei der Realisierung von Solaranlagen im Eigenheim-, Gewerbe und auch im PV-Kraftwerkssegment. Hier wird die Bundesregierung hier nun zumindest teilweise Abhilfe schaffen. Die bereits im EEG 2023 eingeführte Regelung eines vereinfachten Netzanschlusses für PV-Anlagen bis zu einer Leistung von 10,8 kWp soll auf PV-Anlagen bis 30 kWp ausgeweitet werden. Falls sich der Netzbetreiber innerhalb von vier Wochen nicht zum Netzanschlussbegehren äußert, können die Anlagen damit in der Regel ans Netz angeschlossen werden.

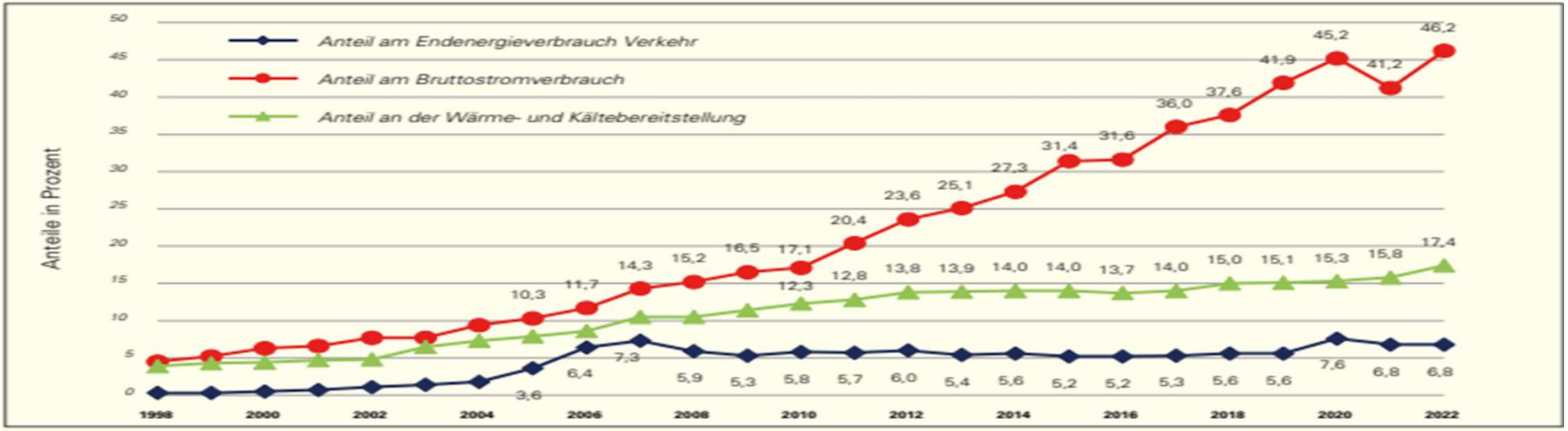
Die bislang unverhältnismäßig strengen Regelungen beim Netzzugang gewerblicher PV-Systeme sollen darüber hinaus in mittleren Leistungsklassen vereinfacht werden (u.a. Erhöhung des Schwellenwertes zur Anlagenzertifizierung).

Zur Verlegung von Netzanschlusskabeln zwischen PV-Freiflächenanlagen und Netzanschlusspunkt soll gegen Entschädigungszahlung an den Grundstückseigentümer künftig ein Wegenutzungsrecht eingeräumt werden, wie es bereits im Bereich der Telekommunikation oder beim Bau von Hochspannungsleitungen existiert.

Quelle: BSW-Solar,. Bundesverband Solarwirtschaft, PM 16.08.2023

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

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

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

Quellen: BMWi auf Basis AGEE-Stat aus BMWI – Erneuerbare Energien in Zahlen, Nationale und internationale Entwicklung 2022, S. 15, 10/2023

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 CO_2-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.

Quelle: UBA & AGEE-Stat - EE in Deutschland 1990-2022, 3/2023

Übersicht Photovoltaik-Solarstrom-Branche in Deutschland 2022

Statistische Zahlen der deutschen Solarstrombranche (Photovoltaik)

Nachfolgend finden Sie eine Zusammenfassung aktueller Zahlen der deutschen Photovoltaik-Branche

Photovoltaik-Branche in Deutschland	Kurzprofil zum Ende 2022 (gerundete Werte)
Im Jahr 2022 neu gemeldete Leistung inkl. förderfreie PV-Leistung[1]	7,5 GWp
Anzahl der im Jahr 2022 neu gemeldeten Anlagen inkl. förderfreien PV-Anlagen[1]	383.000
Photovoltaik Leistung mit Inbetriebnahmedatum im Jahr 2022[2]	7,3 GWp
Anzahl Photovoltaik-Anlagen mit Inbetriebnahmedatum im Jahr 2022[2]	375.000
Ende 2022 installierte PV-Leistung insgesamt in Betrieb[2]	rd. 67,4 GWp
Anzahl Ende 2022 Photovoltaik-Anlagen insgesamt in Betrieb[2]	2,65 Mio.
Bruttostromerzeugung aus PV-Anlagen im Jahr 2022[3]	61,9 TWh
Anteil PV-Anlagen an Nettostromerzeugung zur öffentlichen Stromversorgung im Jahr 2022[4]	12 %
Vermiedene Treibhausgas-Emissionen in CO_2-Äquivalenten im Jahr 2022[5]	41,7 Mio. t
Beschäftige in PV-Branche im Jahr 2022 in Vollzeitäquivalenten[6]	55.000
Umsatz der PV-Branche aus Herstellung, Installation und Wartung im Jahr 2022[6]	12 Milliarden Euro

[1] Bundesnetzagentur und BSW-Solar, auf Basis EEG-Anlagen und Meldedatum, enervis PV-Datenbank, Marktstammdatenregister und Veröffentlichung „EEG-Zubau- und Summenwerte“: https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Energie/Unternehmen_Institutionen/ErneuerbareEnergien/ZahlenDatenInformationen/VOeFF_Registerdaten/EEGZubauwerte.xlsx;jsessionid=64E438524CB67222234B6EBB06AA0DF1?__blob=publicationFile&v=11

[2] Bundesnetzagentur, nach Inbetriebnahmedatum PV-Einheiten, siehe: https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Energie/Unternehmen_Institutionen/ErneuerbareEnergien/ZahlenDatenInformationen/EEStatistikMaStRBNetzA.pdf;jsessionid=D4EEA71C23A66882AE50427D6C04E69E?__blob=publicationFile&v=11

[3] BDEW (2023), vorläufige Schätzung, siehe https://www.bdew.de/media/documents/Stromerz_PV_Vgl_VJ_monatlich_online_o_quartalsweise_Ba_23012023.pdf

[4] Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE), siehe hier: https://energy-charts.info/charts/energy_pie/chart.htm?l=de&c=DE&year=2022&interval=year

[5] Umweltbundesamt, Emmisionsbilanz erneuerbare Energieträger (2023), siehe: https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-in-zahlen#emissionsbilanz

[6] BSW-Solar & EuPD Research & ees Europe (2023), vorläufige Schätzung

Quelle: BSW-Solar, Faktenblatt Solarstrombranche (Photovoltaik) in Deutschland 2022, Ausgabe 3/2023

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 Bruttostrom-verbrauch [2]		4%	42%	47%	51%	13%		
Stromspeicherung								
Pumpspeicherzufuhr	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 $CO_{2\text{-Äq}}$	1251	760	746	673	-10%		
Emissionen der Brutto-stromerzeugung	Mio.t $CO_{2\text{-Äq}}$	366	215	223	177	-21%		
CO_2-Intensität der Netto-stromerzeugung [2]	$gCO_{2\text{-Äq}}$/ 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

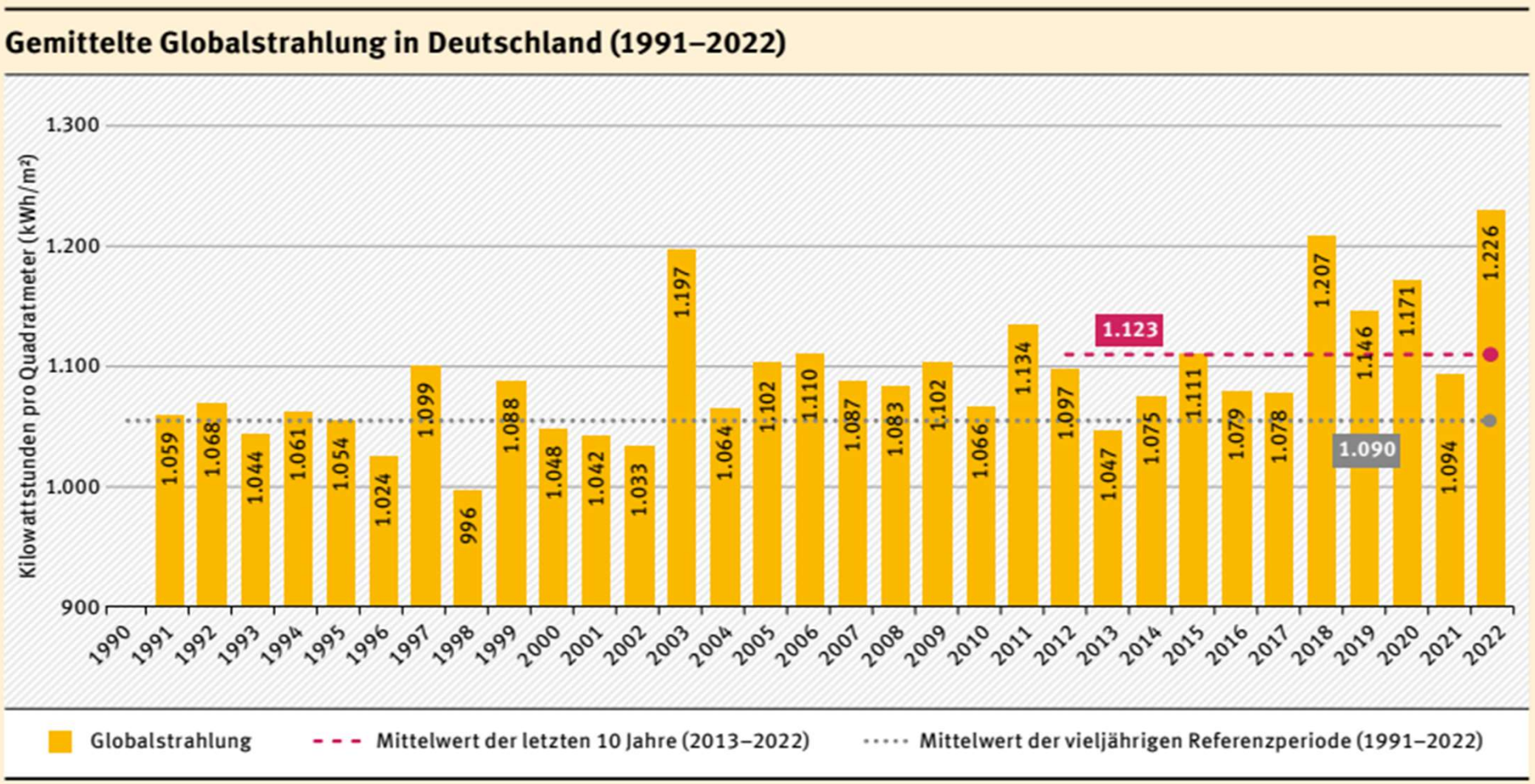
Grundlagen und Rahmenbedingungen zur Sonneneinstrahlung

Entwicklung der gemittelten Globalstrahlung in Deutschland 1991-2022 (1)

Jahr 2022: 1.226 kWh/m²

Mittelwert 1991-2010: 1.090 kWh/m², Mittelwert 2012-2022: 1.123 kWh/m²

Abbildung 14

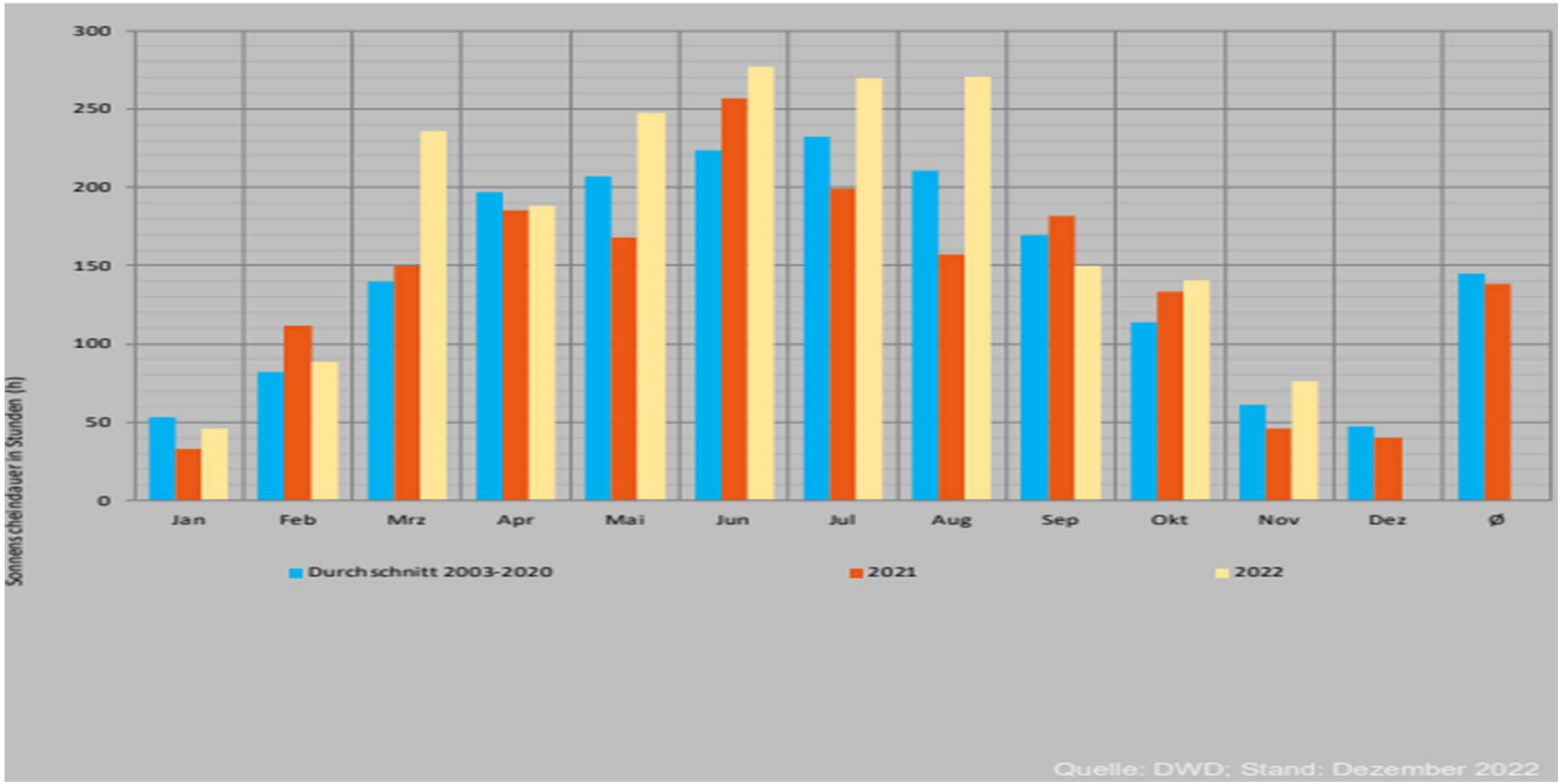


Die Globalstrahlung ist ein Maß für die Summe aus direkter und diffuser Sonnenstrahlung pro Fläche und damit eine direkter Indikator für die Erzeugung von PV und Solarthermieanlagen. Systematisch wird die Globalstrahlung vom DWD seit 1991 bereitgestellt. Im Jahr 2022 wurde mit 1.226 kWh/m² ein neuer Rekordwert erreicht , der das vieljährige Mittel um über 12 Prozent übertraf.

Quelle: Deutscher Wetterdienst (DWD)

Quelle: UBA - Erneuerbare Energien in Deutschland, Daten zur Entwicklung im Jahr 2022, Ausgabe März 2023

Monatliche Sonnenscheindauer 2021/22 und Durchschnitt 2003-2020 in Deutschland (2)



Quellen: DWD & BDEW aus AGEB – Energieverbrauch in Deutschland, 1.-4. Quartal 2022 in Deutschland, Ausgabe 12/2022

Strombilanz

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 Energiebil	**549,9**	**536,8**	**576,6**	**622,7**	**632,8**	**612,9**	**629,0**	**637,7**	**626,6**	**647,0**
Bruttostromerzeugung exkl. PSE [6]	**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. PSE [7]	**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.

Quelle: AGEB – Brutto - und Netto-Stromerzeugung nach Energieträgern in Deutschland 1990-2023, Stand 11/2023

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 %	teile 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[1]	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 Energiebil	**549,9**	**649,2**	**652,3**	**641,4**	**606,2**	**574,7**	**587,1**	**577,9**	**514,6**	**-11,0**	**100,0**
Bruttostromerzeugung exkl. PSE [6]	**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 excl. PSE	**550,7**	**593,1**	**593,9**	**586,0**	**569,6**	**549,2**	**563,2**	**544,7**	**523,4**		
nachrichtlich:											
Bruttostromverbrauch inkl. PSE [7]	**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.

Quelle: AGEB – Brutto - und Netto-Stromerzeugung nach Energieträgern in Deutschland 1990-2023, Stand 11/2023

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

AGEB

Bruttostromerzeugung in Deutschland 1990 bis 2022 nach Energieträgern

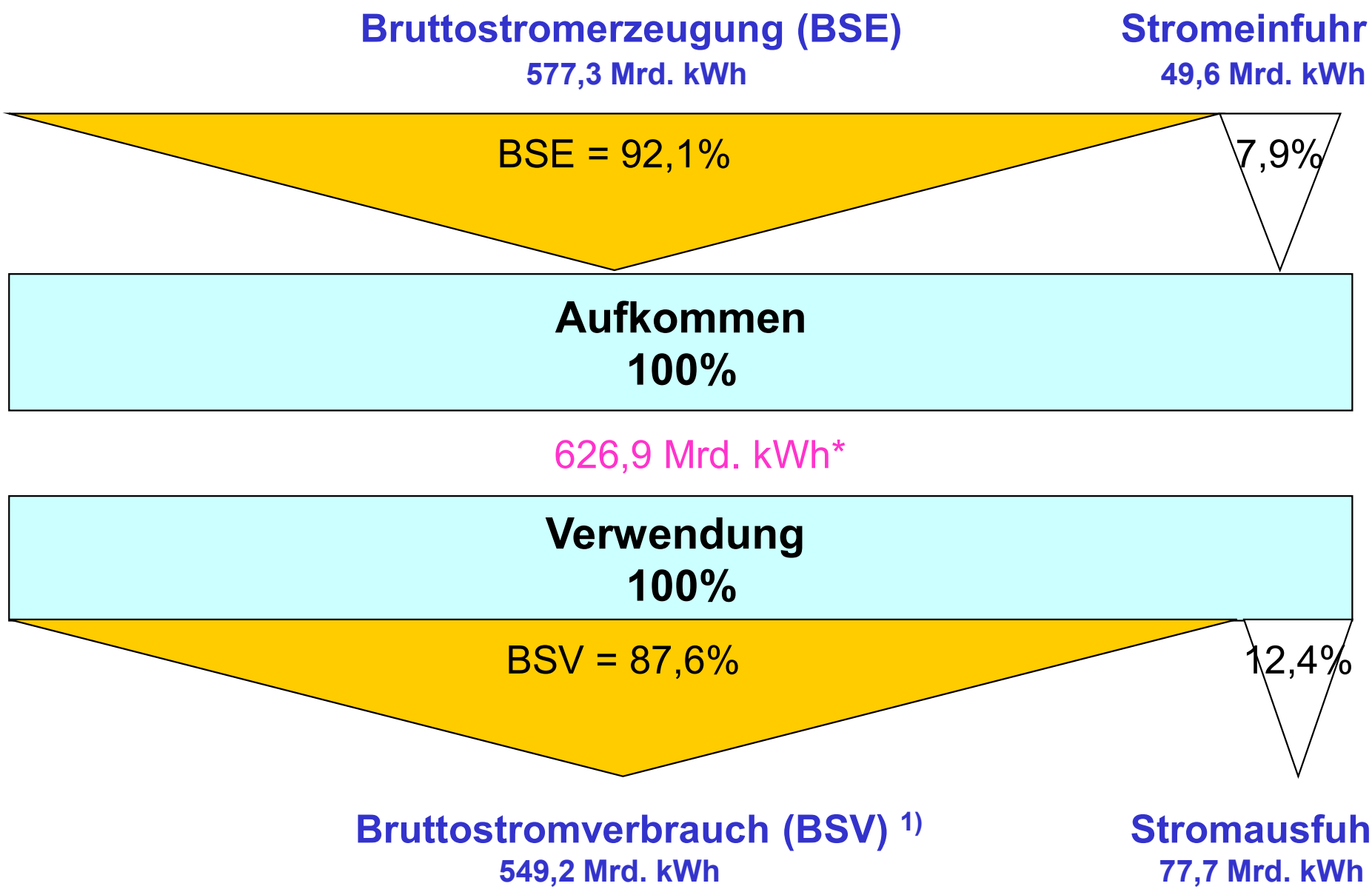
	1990	2017	2018	2019	2020	2021	2022 [1]	2021/ 2022	1990/ 2022
	Bruttostromerzeugung und Bruttostromverbrauch in Mrd. kWh							jahresdurch. Veränderungsrate in %	
Braunkohle	170,9	148,4	145,6	114,0	91,7	110,1	116,2	5,5	-1,2
Steinkohle	140,8	92,9	82,6	57,5	42,8	54,6	64,4	18,0	-2,4
Kernenergie	152,5	76,3	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	254,0	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**
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)



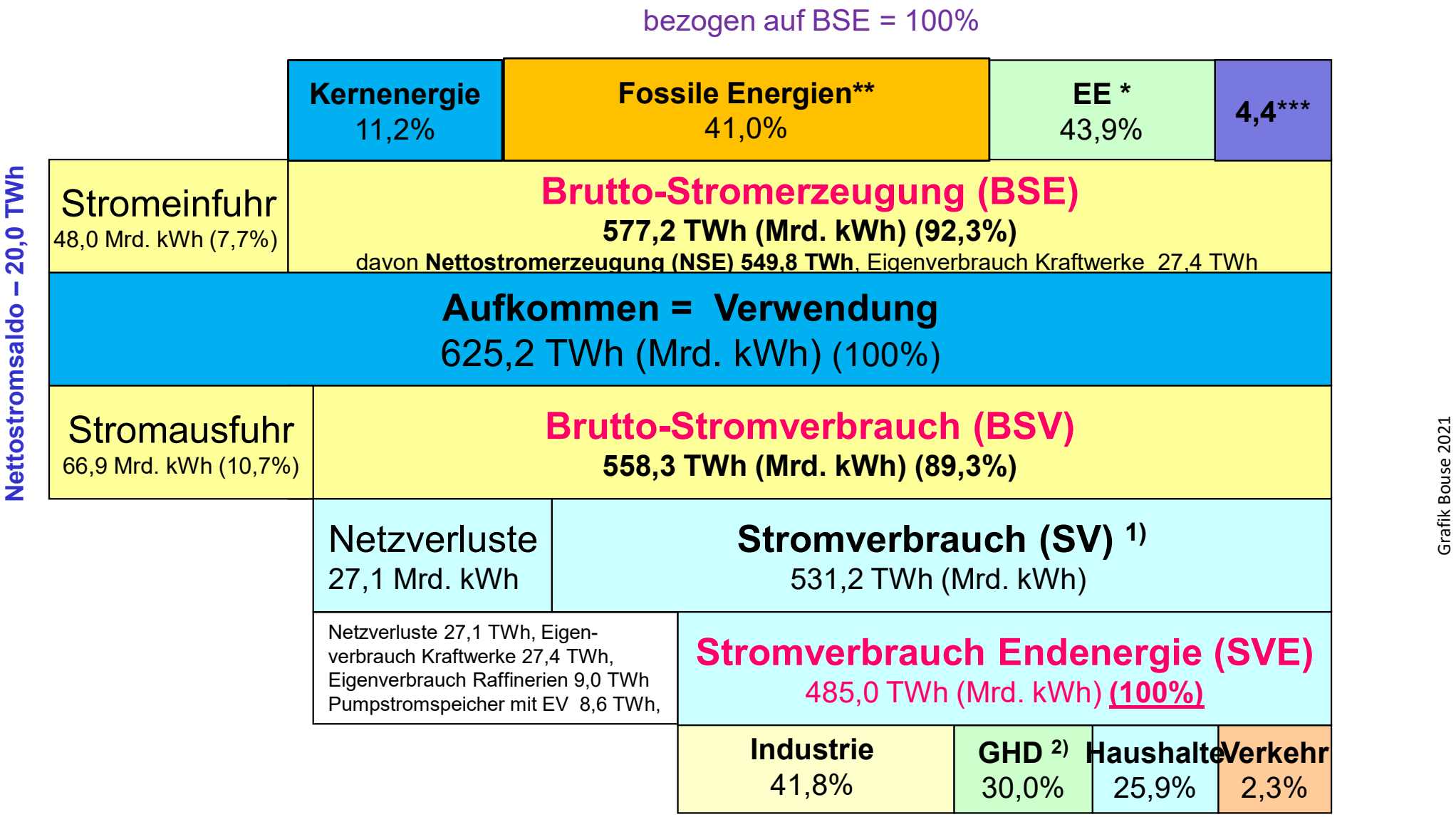
Grafik Bouse 2023

* Daten 2022 vorläufig, Stand 3/2023

1) Bruttostromverbrauch (BSV) = Endenergie-Stromverbrauch (ESV) + Netzverluste + Eigen- und Pumpstromverbrauch Kraftwerke sowie Raffinerie-Stromverbrauch
2) Stromaustauschsaldo 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 für Deutschland 2020 (2)



* Daten 2020 vorläufig; Stand 9/2021; * Erneuerbare Energien (EE); ** Fossile Energien (Stein-und Braunkohle, Erdgas, Öl); *** Sonstige Energien (50% Abfall, Abwärme, Pumpstrom)

1) Stromverbrauch (SV) nach IEA 531,2 TWh = Bruttostromerzeugung (BSE) 577,2 TWh + Einfuhr 48,0 TWh – Ausfuhr 66,9 TWh – Netzverluste 27,1 TWh

2) GHD Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher (z.B. öffentliche Einrichtungen, Militär, Landwirtschaft, Fischerei)

Quellen: BMWI-Energiedaten, Gesamtausgabe, Tab. 6,21,22, 23, 9/2021; AGEB –Stromerzeugung in Deutschland 1990-2021, 12/2021 und Auswertungstabellen zur Energiebilanz 1990-2020, 3/2021; AGEB – Energieverbrauch in Deutschland 2020, Jahresbericht 3/2021; IEA – Weltenergiestatistik 2021, 9/2021

Entwicklung und Anteile erneuerbarer Energien an der Energie- und Stromversorgung in Deutschland von 2013-2022 (1)

Jahr 2022: EE-Anteil am BEEV 20,5% [2], BSV 46,0%, EEV-W/K 18,2%, EEV-Verkehr 6,9%

Entwicklung der erneuerbaren Energien		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Bruttoendenergieverbrauch [1]	TWh	366	362	390	392	424	438	460	476	474	503
Bruttoendenergieverbrauch EU-RL [2]	TWh	365	362	382	389	407	433	446	465	488	511
Bruttostromerzeugung	TWh	154	164	190	191	218	225	244	254	237	254
Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte	TWh	180	164	168	169	173	178	183	181	200	212
Endenergieverbrauch Verkehr [3]	TWh	34	35	33	34	35	36	36	44	40	41
Primärenergieverbrauch	PJ	1.591	1.587	1.692	1.696	1.808	1.844	1.921	1.988	1.975	2.071

1) nach Energiekonzept der Bundesregierung; 2) gemäß EU-RL 2009/28/EG und 2018/2001/EG
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]	%	13,8	14,4	15,2	15,0	16,1	16,9	17,8	19,5	18,8	20,5
am Bruttoendenergieverbrauch EU-RL [2]	%	13,8	14,4	14,9	14,9	15,5	16,7	17,3	19,1	19,4	20,8
am Bruttostromverbrauch	%	25,3	27,5	31,6	31,8	36,2	37,9	42,2	45,5	41,5	46,0
am Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte	%	13,8	13,8	13,7	13,7	14,0	14,8	15,0	15,1	15,8	18,2
am Endenergieverbrauch Verkehr	%	5,5	5,7	5,2	5,2	5,3	5,5	5,5	7,5	6,8	6,9
am Primärenergieverbrauch	%	11,4	12,0	12,6	12,6	13,4	14,0	15,0	16,7	15,8	17,6

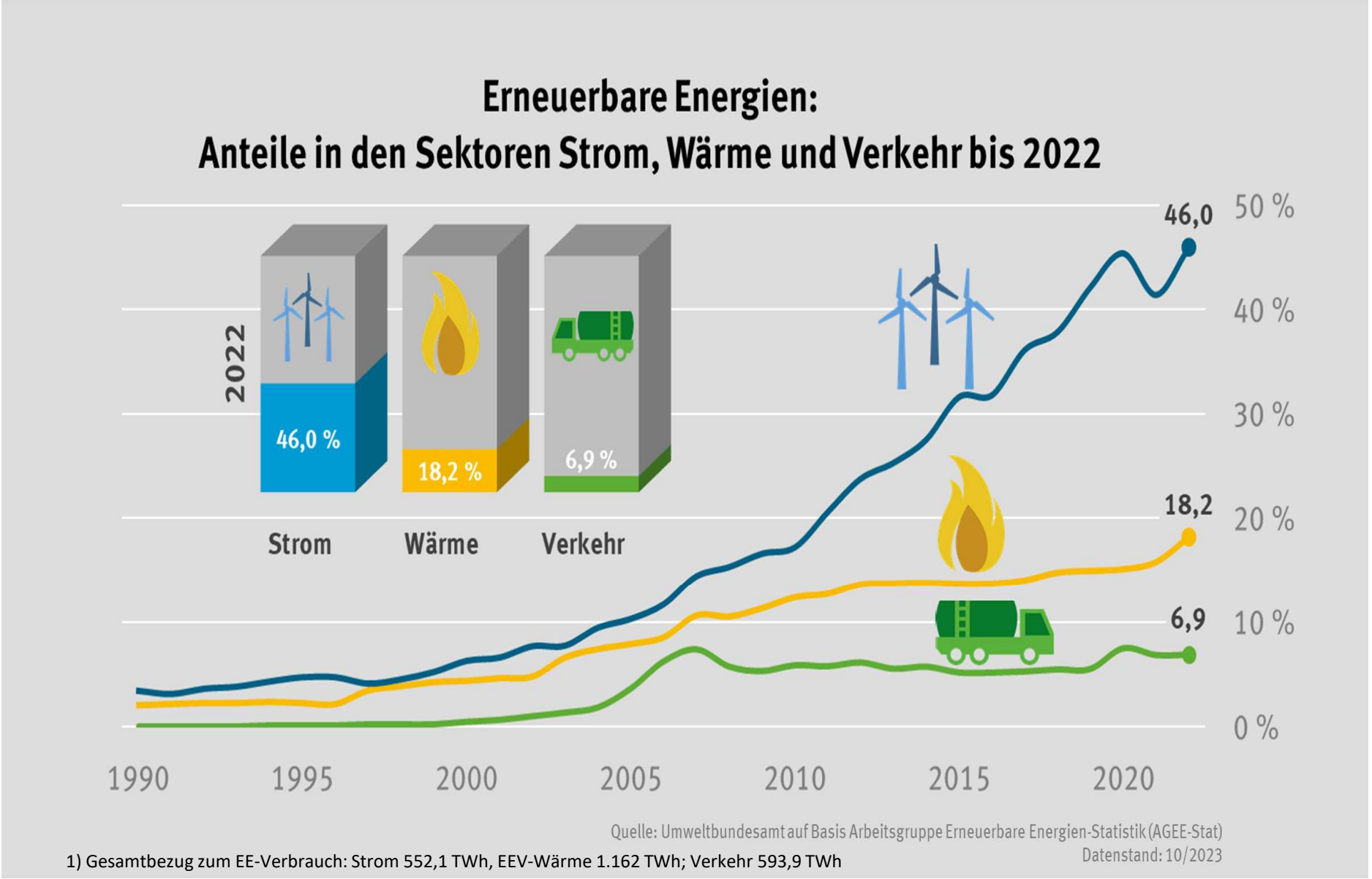
1) nach Energiekonzept der Bundesregierung
2) gemäß EU-RL 2009/28/EG und 2018/2001/EG

Quelle: UBA - Entwicklung erneuerbare-Energien-in-Deutschland-2022, Tischvorlage 9/2023

Entwicklung Endenergieverbrauch aus erneuerbare Energien (EEV-EE) nach Nutzungsarten in Deutschland 1990-2022

Jahr 2022: Gesamt 506,7 TWh

Gesamtanteile am Strom-BSV 46,0%, Wärme (EEV-W/K) 18,2%, Verkehr (EEV-V) 6,9%



1) Gesamtbezug zum EE-Verbrauch: Strom 552,1 TWh, EEV-Wärme 1.162 TWh; Verkehr 593,9 TWh

Beitrag Photovoltaik-Solarstrom

zur Stromversorgung, Teil 1- Erzeugung/Verbrauch

Ausbau erneuerbare Energien beim Strom mit Beitrag Solarenergie 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. 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.

Photovoltaik verstärkt den Aufwärtstrend

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

Von der im Jahr 2022 neu installierten Leistung entfielen 54 % auf kleinere, vor allem gebäudegebundene Anlagen mit einer Leistung unter 750 Kilowatt (kW) bzw. bis 1 MW (ab Juli 2022), die eine garantierte Einspeisevergütung erhalten. Weitere 34 % entfielen auf größere Anlagen, die in den EEG-Ausschreibungen einen Zuschlag erhielten und somit ebenfalls Anspruch auf eine feste Einspeisevergütung haben. Die restlichen 12 % wurden außerhalb des EEG ohne festen Vergütungsanspruch errichtet.

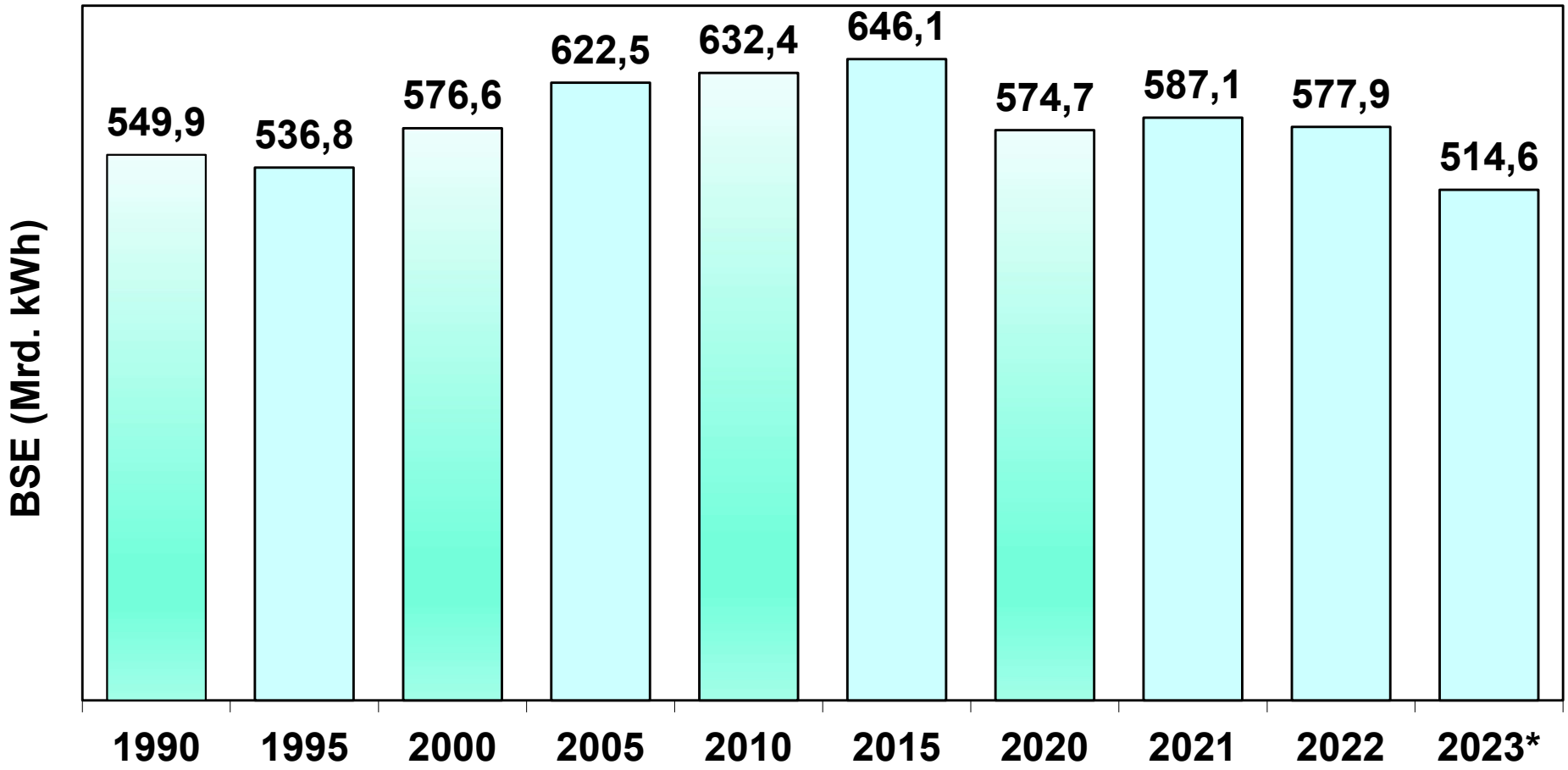
Insgesamt waren Ende des Jahres 2022 in Deutschland Photovoltaikanlagen mit einer Gesamtleistung von 67.479 MW installiert. Während sich die Leistung gegenüber dem Vorjahr um 12 % erhöhte, fiel die Steigerung der Stromerzeugung mit 19 % auf 60,3 TWh im Jahresvergleich höher aus (2021: 50,5 TWh). Ursächlich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

Quelle: BMWI - Erneuerbare-Energien-in-Zahlen, N + I Entwicklung im Jahr 2022, S. 16/19; Ausgabe 10/2023

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%



EE-Anteil %	3,6	4,7	6,6	10,2	16,6	29,0	43,8	40,9	44,1	52,0	BSE [1)]

* 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

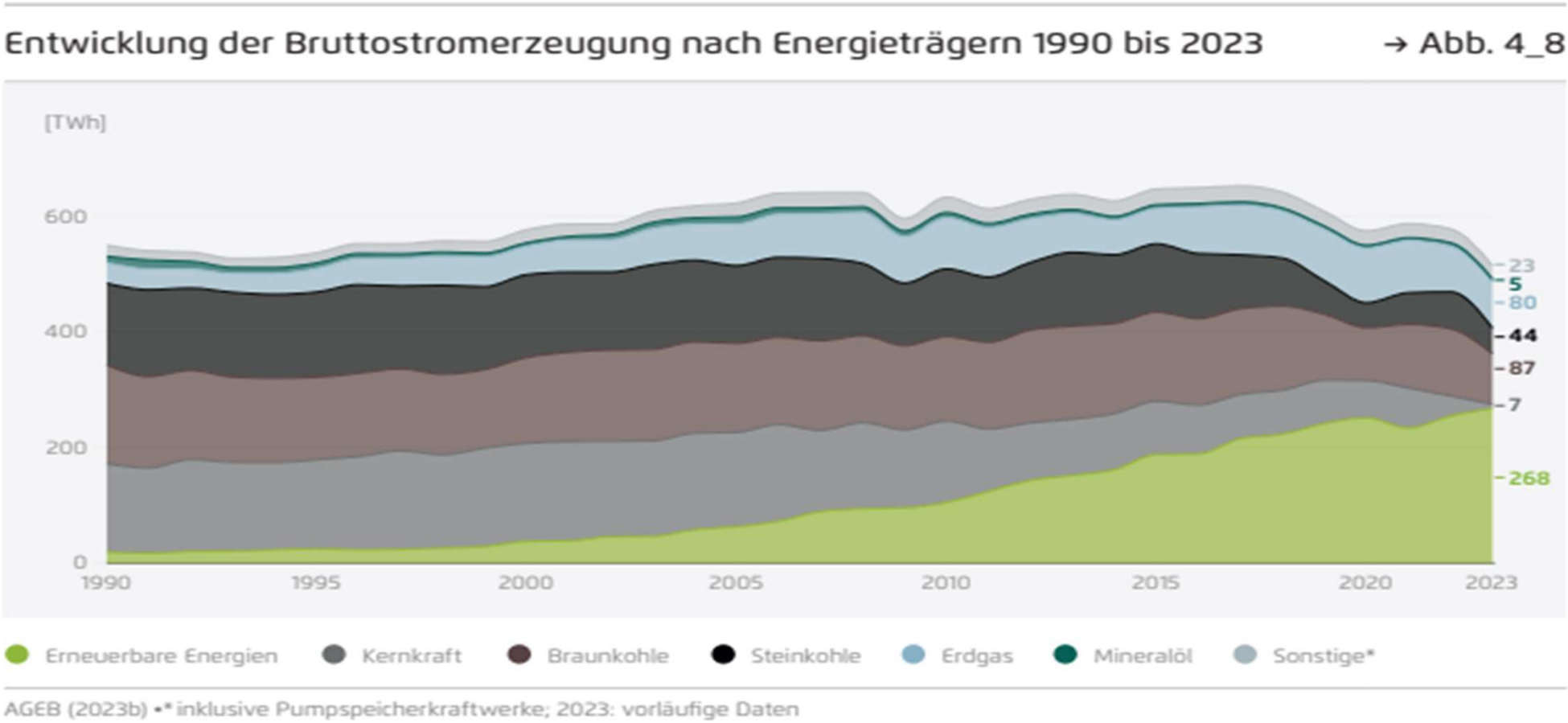
1) Bezogen auf BSE inkl. Pumpspeicherstromerzeugung (PSE): 2023: 514,6 TWh

Quellen: BDEW aus BMWI Energiedaten, Gesamtausgabe, Tab. 20/22; 1/2023; AGEB – BSE in Deutschland 1990-2023, 11/2023, Stat. BA 3/2023

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%



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

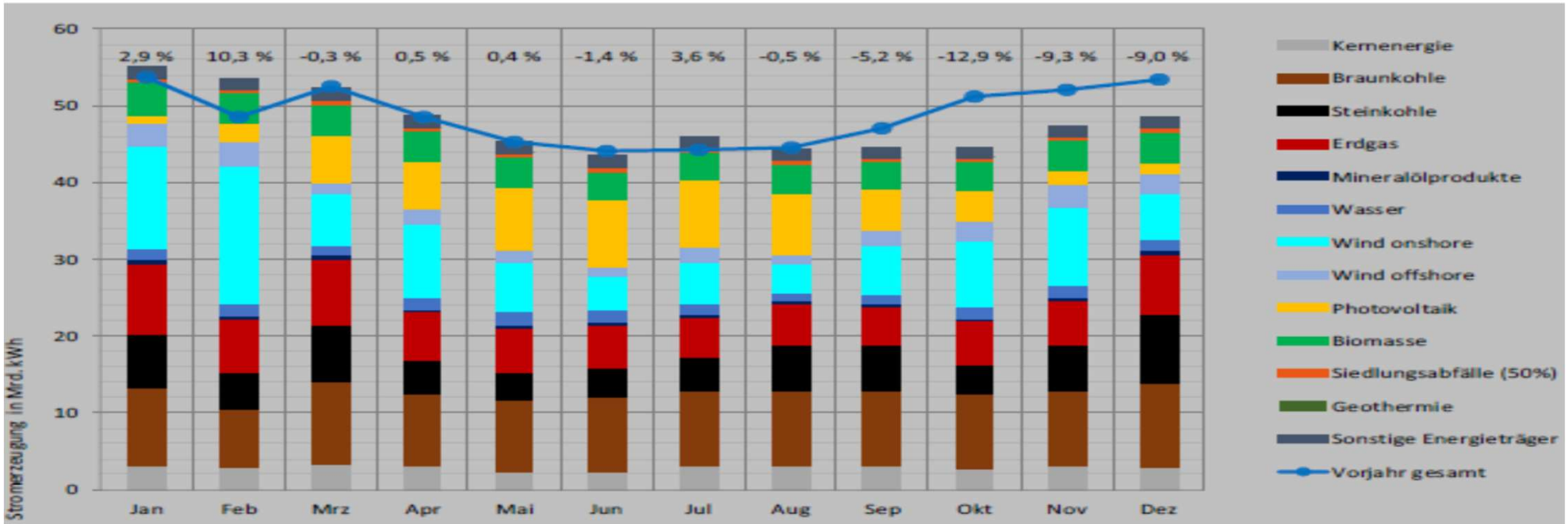
Monatliche Bruttostromerzeugung nach Energieträgern in Deutschland 2021/22 (3)

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



	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Gesamt
2021	53,6	48,5	52,5	48,5	45,3	44,1	44,3	44,5	47,0	51,2	52,1	53,3	585,0
2022	55,2	53,5	52,4	48,7	45,4	43,5	45,9	44,3	44,6	44,6	47,3	48,5	574,0

Quellen: BDEW-Schnellstatistikerhebung, Statistisches Bundesamt, EEX, VGB, ZSW; Stand: Dezember 2022

* Daten 2022 vorläufig, Stand 2/2023

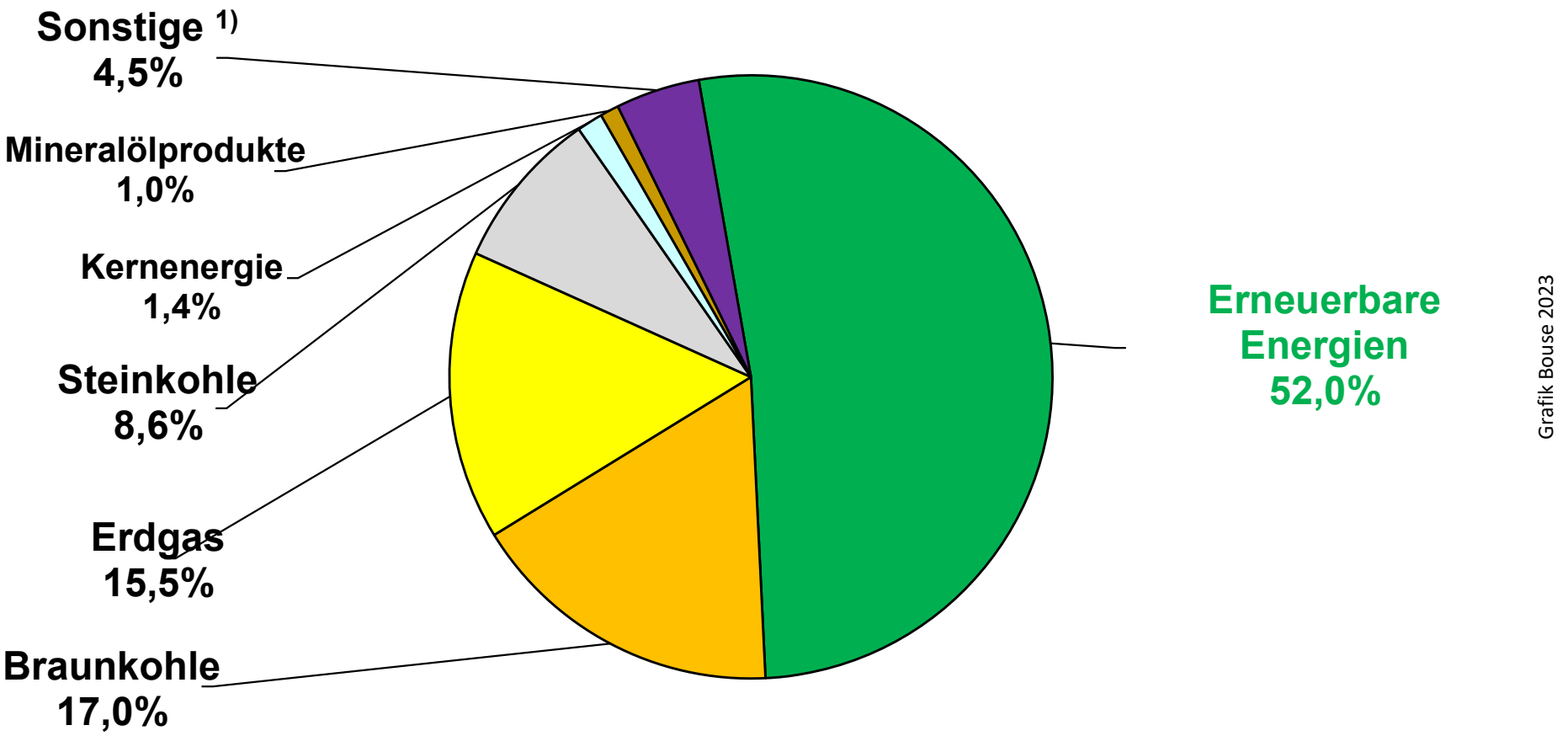
Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 83,4 Mio.

Quelle: AGEB- Energieverbrauch nach Energieträgern in Deutschland, 1.-4. Quartal 2022, Stand 12/2022; AGEB – BSE 1990-2023, 11/2023

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%



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.

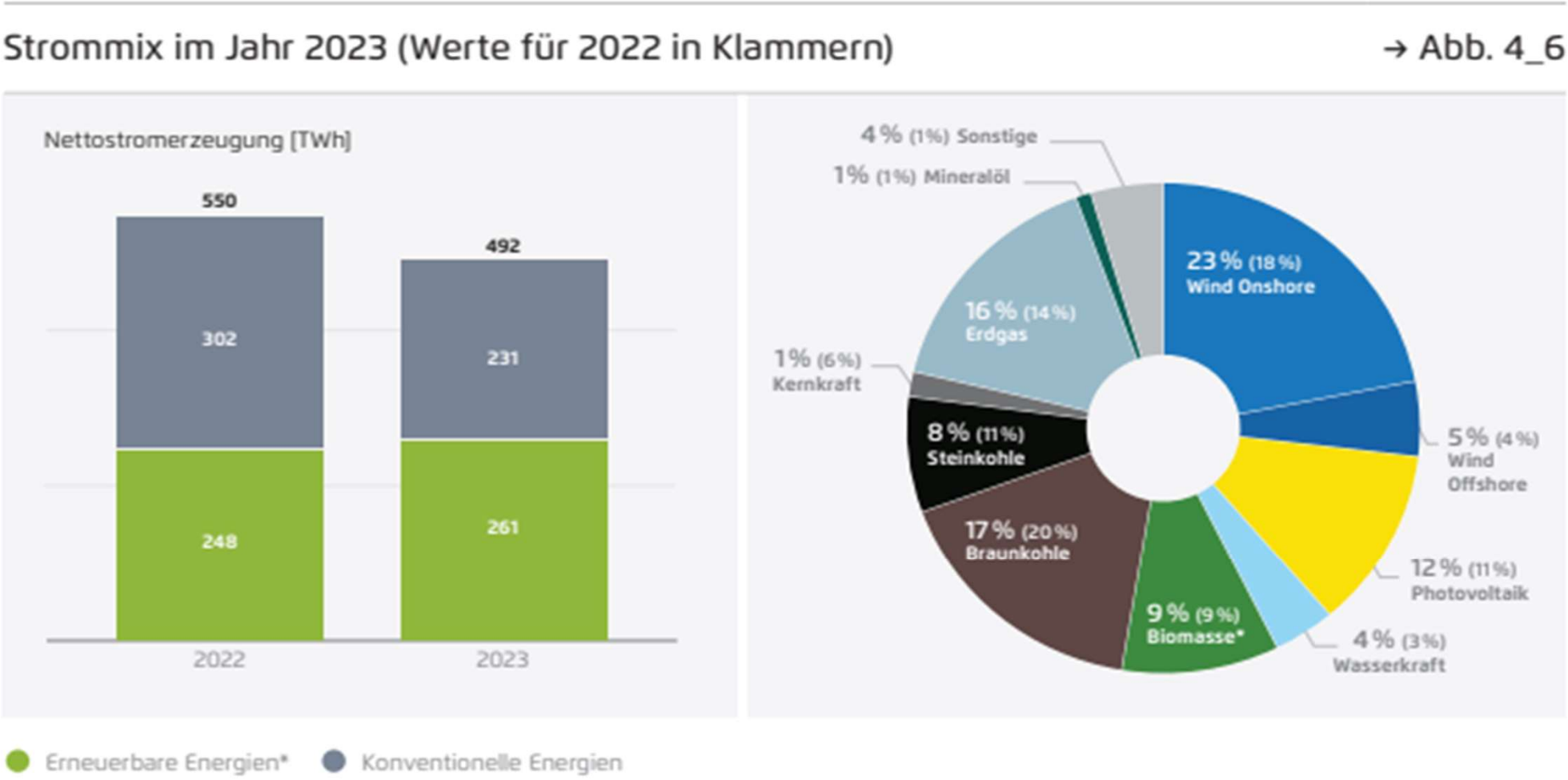
1) Sonstige 23,1 TWh, davon nichtbiogene Abfälle (50%) (6,3TWh), Pumpstrom (5,8 TWh) sowie Netzverluste und Eigenverbrauch

Nachrichtlich: Bruttostromverbrauch (BSV) 529,2 TWh; Anteil am BSV 50,6 Prozent

Quellen: AGEB Stromerzeugung in Deutschland 1990-2023, 11/2023, Stat. BA 3/2023

Nettostromerzeugung und Strommix nach Energieträgern in Deutschland 2023

Jahr 2023: NSE 492 TWh (Mrd. kWh)
Beitrag PV 12%



Quelle: Agora Energiewende - Die Energiewende in Deutschland, Stand der Dinge 2023, Analyse, S. 46, 1.2024

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

1 bei Pumpspeicherkraftwerken nur Stromerzeugung aus natürlichem Zufluss

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

3 1.000 GWh = 1 TWh

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

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

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

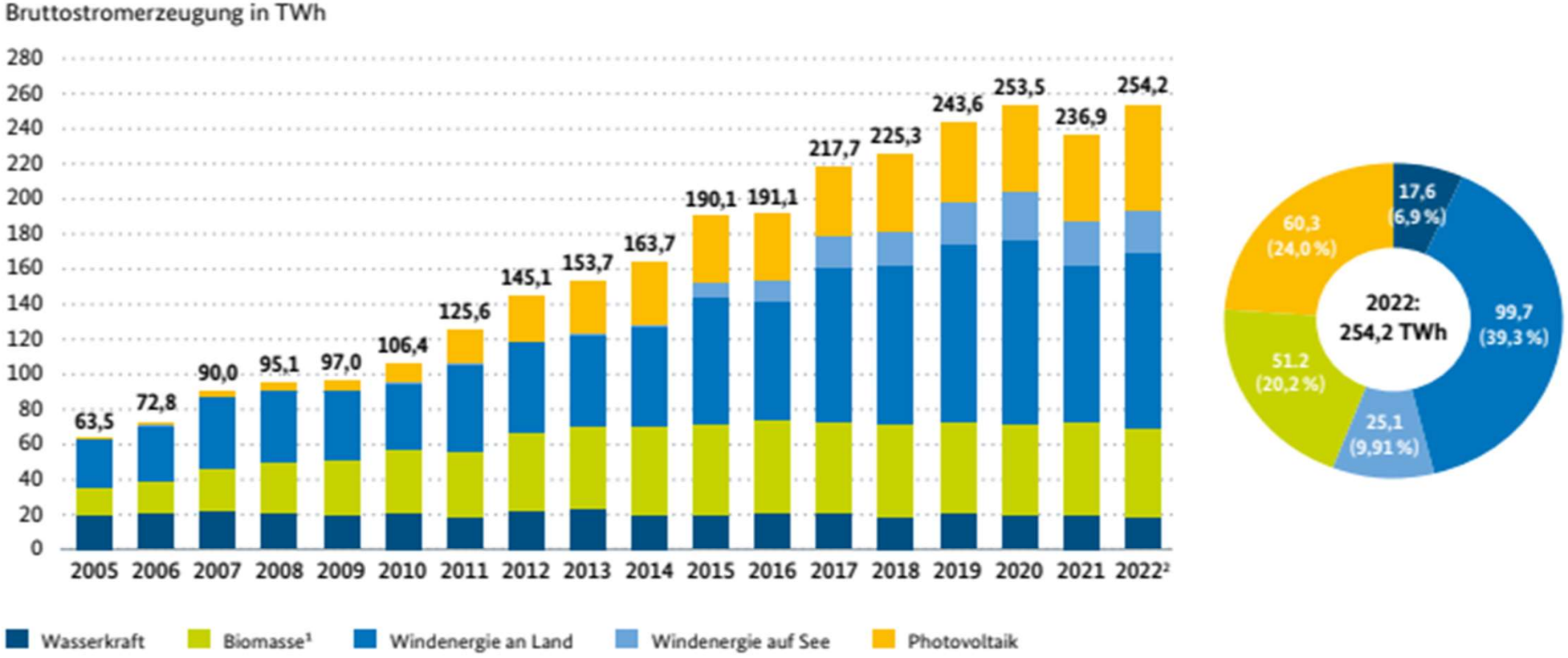
Quellen: BMWK auf Basis der AGEE-Stat-Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland ([3], Tabellenblatt 3), vorläufige Angaben aus BMWK: Erneuerbare Energien in Zahlen, Nationale und internationale Entwicklung 2022, S. 18, 10/2023; AGEB 12/2023

Entwicklung Brutto-Stromerzeugung (BSE) aus erneuerbaren Energien (EE) mit Beitrag Photovoltaik 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



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

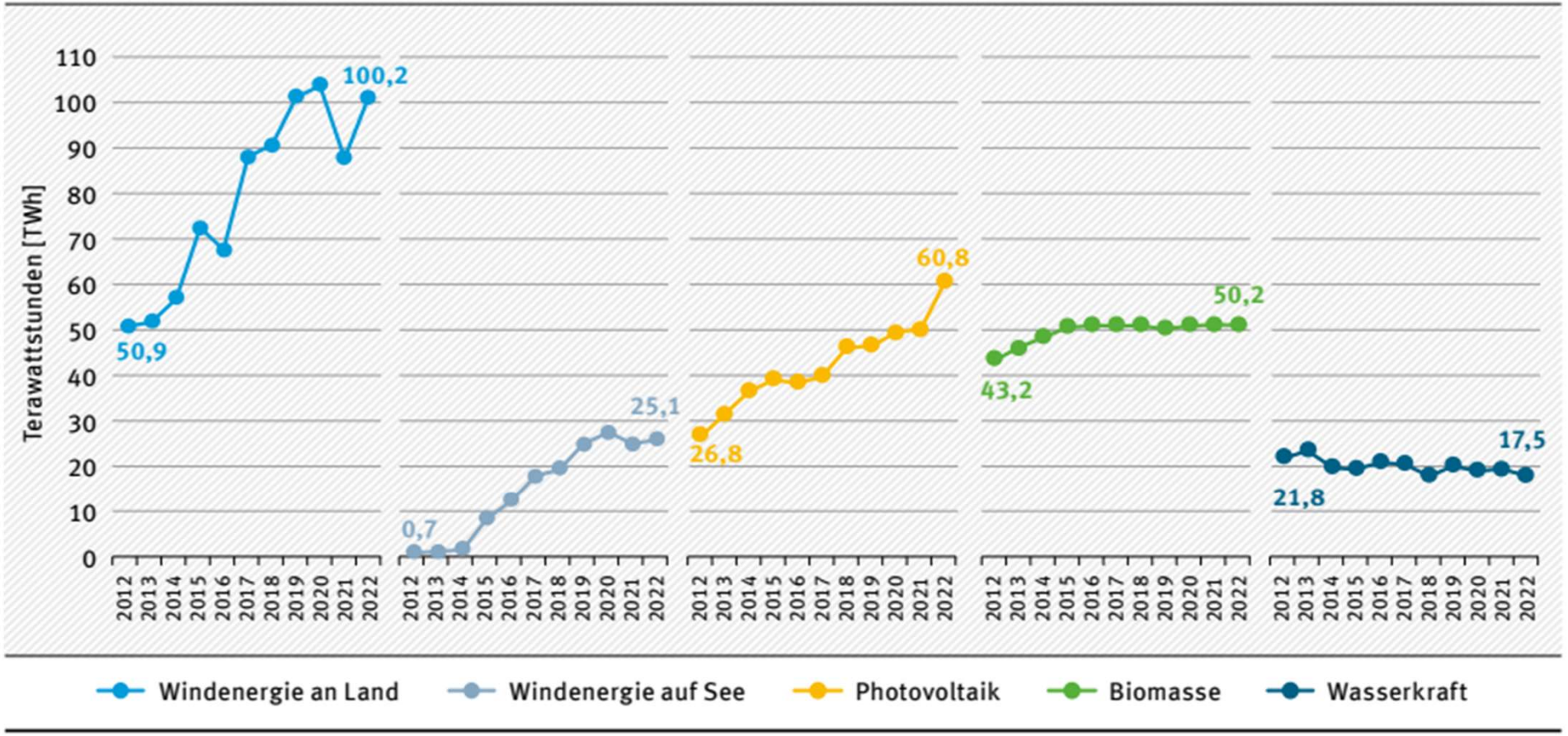
Quellen: UBA - Erneuerbare Energien in Deutschland 2022, 10/2023; BMWI – Erneuerbare Energien in Zahlen - Nationale und internationale Entwicklung 2022, S. 19, Stand 10/2023

Entwicklung der Bruttostromerzeugung (BSE) aus erneuerbaren Energien im Vergleich der letzten 10 Jahre in Deutschland 2012-2022 (3)

Jahr 2012-2022:
Beispiel Photovoltaik 26,8 bis 50,2 TWh (Mrd. kWh)

Abbildung 3

Entwicklung der Stromerzeugung erneuerbarer Energieträger im Vergleich der letzten 10 Jahre



Quelle: Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat)

Quelle: UBA + AGEE Stat – Erneuerbare Energien in Deutschland 2022, Ausgabe März 2023

Bruttostromerzeugung (BSE) aus erneuerbaren Energien mit Beitrag Photovoltaik in Deutschland von 2021/22 (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 572,0 [5)]

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

	Erneuerbare Energien 2021		Erneuerbare Energien 2022	
	Bruttostrom-erzeugung (GWh)[4]	Anteil am Brutto-stromverbrauch[5] (%)	Bruttostrom-erzeugung (GWh)[4]	Anteil am Brutto-stromverbrauch[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

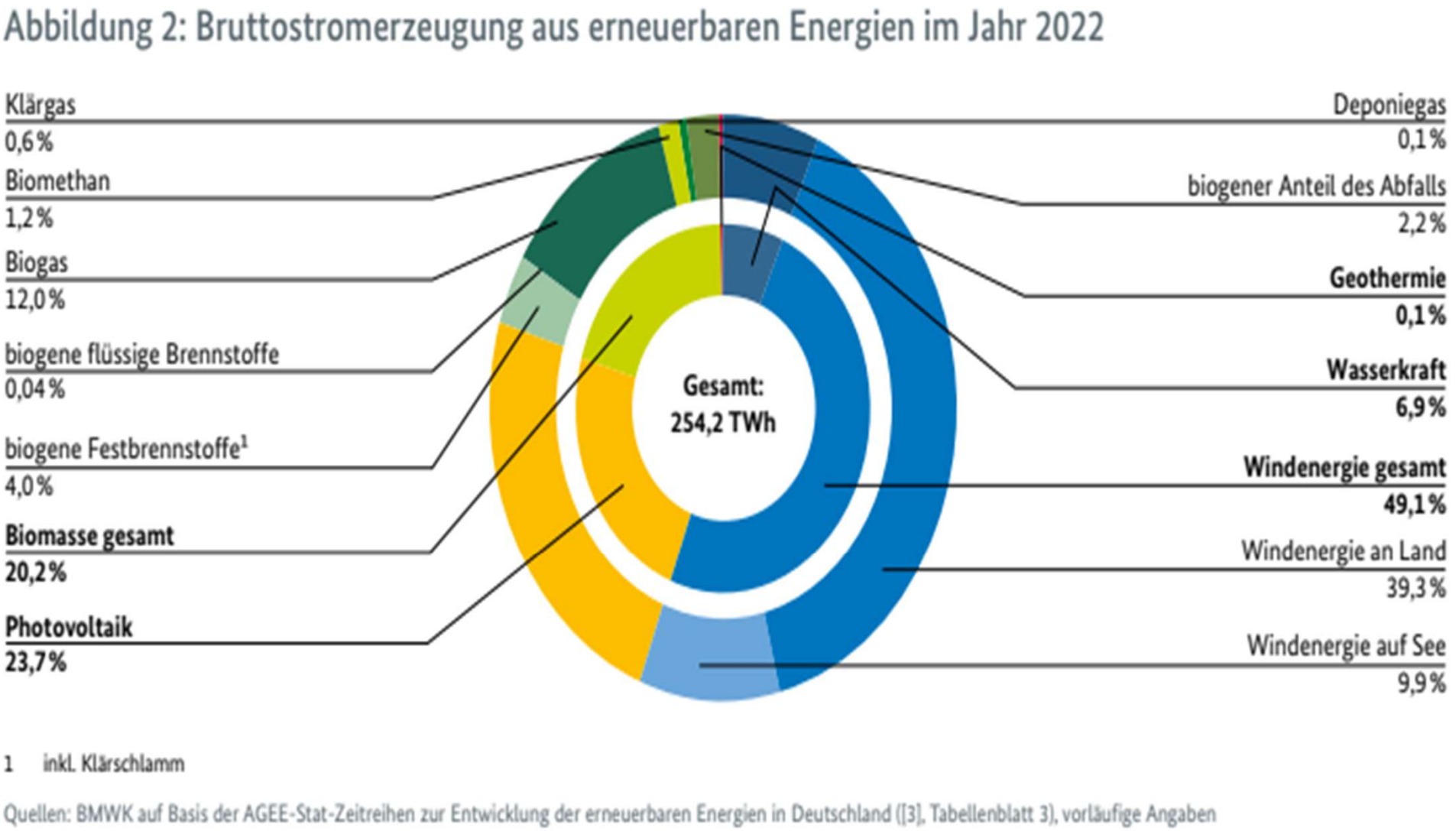
Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2022: 83,6 Mio.

Quelle: AGEB aus 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 (5)

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)]



* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

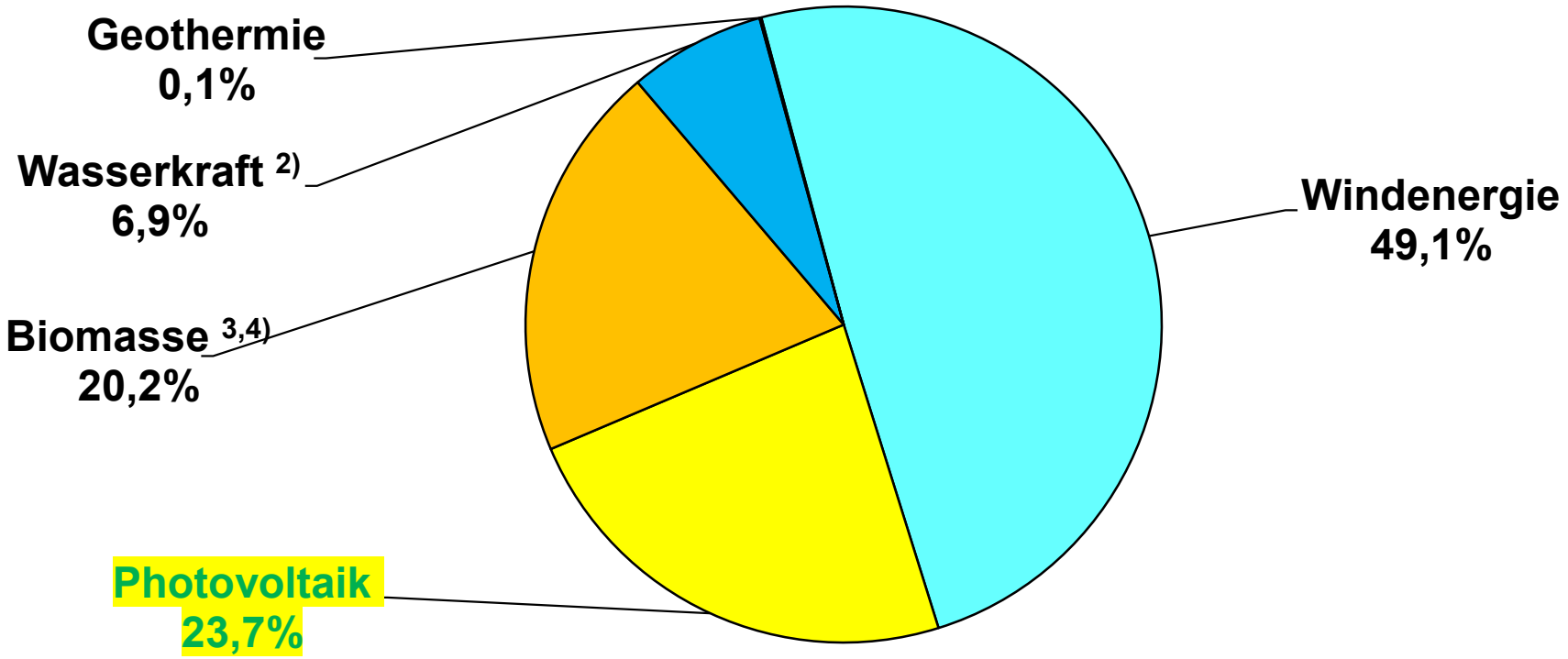
Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2022: 83,6 Mio.

Quellen: BMWI – Erneuerbare Energien in Zahlen - Nationale und internationale Entwicklung 2022, S. 18, Stand 10/2023; www.erneuerbare-Energien.de;

Stromerzeugung (BSE) aus erneuerbaren Energien (EE) in Deutschland 2022 (6)

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)]



Grafik Bouse 2023

* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 83,6 Mio.

1) Bezugsgrößen: Bruttostromerzeugung (BSE) 550,7, TWh; gesamter Bruttostromverbrauch (BSV) 572,0 TWh; Stromverbrauch Endenergie (SVE) 485,0 TWh

2) Laufwasser und Speicherwasser einschließlich natürlichem Zufluss aus Pumpspeicherkraftwerken

3) Biomasse: Flüssige und gasförmige Brennstoffe, Biogas, Deponie- und Klärgas, biogener Anteil des Abfalls mit 50%

4) biogener Anteil des Abfalls mit 50%

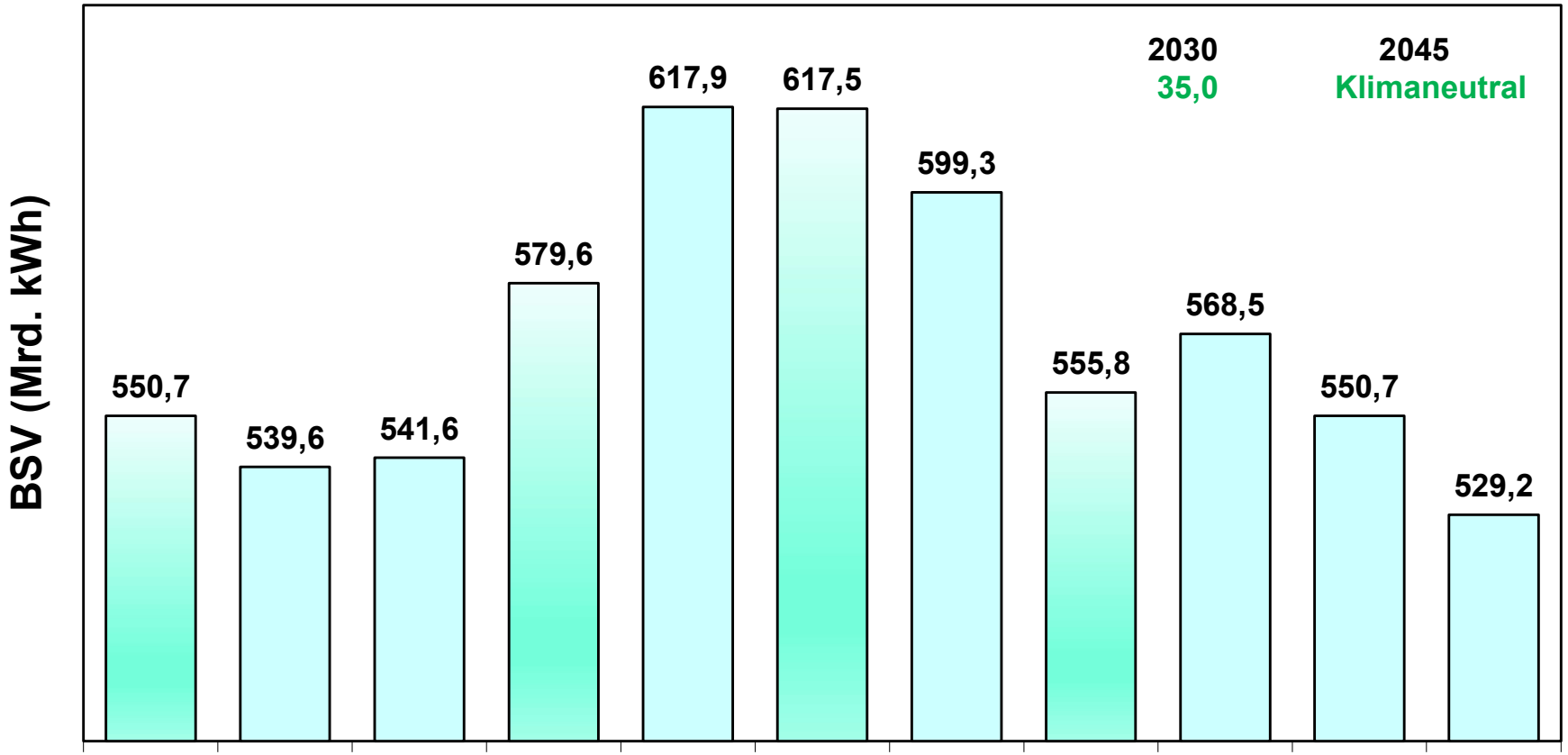
BMWI – Entwicklung der erneuerbare Energien in Deutschland im Jahr 2022, Zeitreihen 9/2023; AGEB – BSE in D 1990-2023, 12/2023

Entwicklung Brutto-Stromverbrauch (BSV) [1] mit Anteil erneuerbare Energien (EE) in Deutschland 1990-2023, Ziele bis 2045 (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

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2023: 83,8 Mio.

** BSV-Ziele der Bundesregierung zur Energiewende, EE-Anteil am BSV im Jahr 30/50 > /65/80%

1) BSV einschließlich Netzverluste, Eigenverbrauch, Pumpstrom sowie Stromimportsaldo

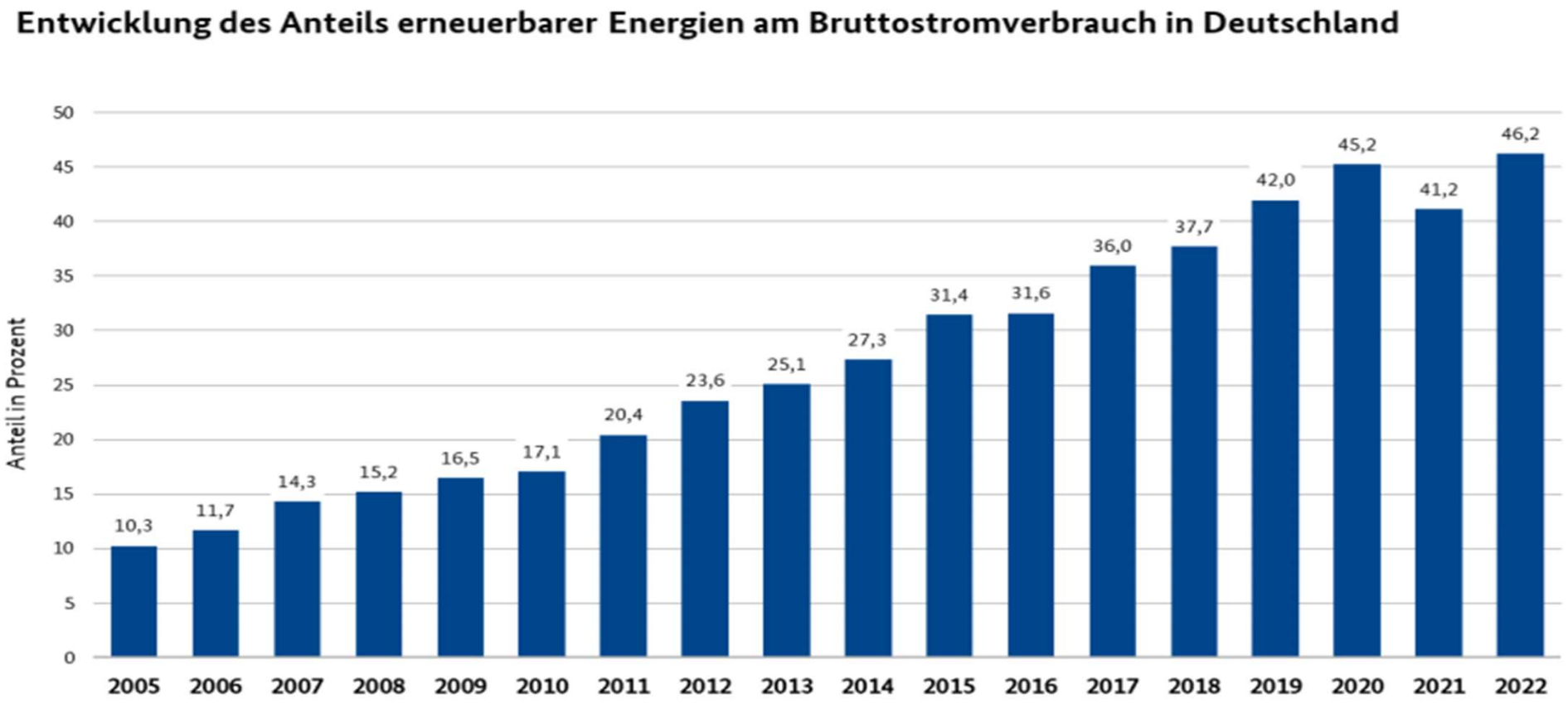
Nachrichtlich Jahr 2023: BSE-EE = 267,8 TWh (EE-Anteil am BSV 50,6%)

Quelle: AGEB – Brutto - und Netto-Stromerzeugung nach Energieträgern in Deutschland 1990-2023, Stand 11/2023

Entwicklung Anteile erneuerbare Energien am Brutto-Stromverbrauch (BSV) in Deutschland 1990-2022 (2)

Jahr 2022: Gesamt 254,2 TWh (Mrd. kWh);

Anteil am BSV 46,2% von 550,7 TWh bzw. an der BSE 44,0% von 577,9TWh



Quelle: Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat); Stand: Februar 2023

* Daten 2022 vorläufig, Stand 2/2023

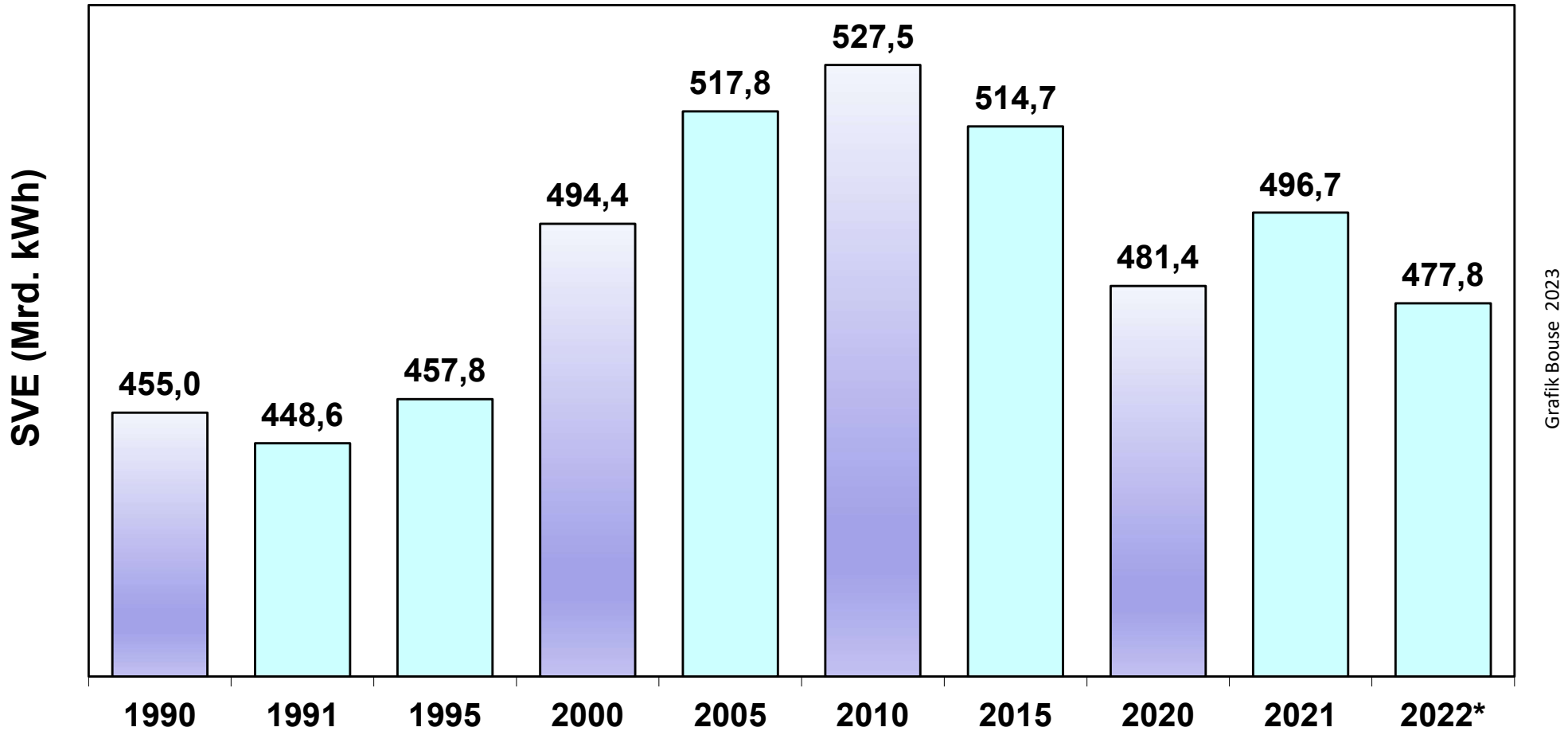
1) BSV Inlandsverbrauch einschließlich Netzverluste, Eigenverbrauch- und Pumpstromverbrauch sowie Stromimportsaldo

Quellen: BMWI – Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland 1990-2022, 9/2023; BMWI Energiedaten Tab. 20, 22, 2/2023,
AGEB – BSE in D 1990-2023, 11/2023

Entwicklung Stromverbrauch Endenergie (SVE) in Deutschland 1990-2022

Jahr 2022: 477,8 TWh (Mrd. kWh), Veränderung 1990/2022 + 5,0%

Ø 5.729 kWh/Kopf



	1990	1991	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022*
Stromanteil am EEV	17,3%	17,2%	17,7%	19,3%	20,5%	20,5%	20,5%	20,5%	20,3%	20,2%

* Daten 2022 , Stand 11/2023; Energieeinheit: 1 Mio. PJ = 1/3,6 Mrd. kWh (TWh) Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2022: 83,4 Mio.

Quellen: AGEB - Auswertungstabellen zur Energiebilanz Deutschland 1990-2022, 11/2023; Sta. BA 3/2023

Beitrag Photovoltaik-Solarstrom

zur Stromversorgung, Teil 2 – Anlagen, Leistung

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

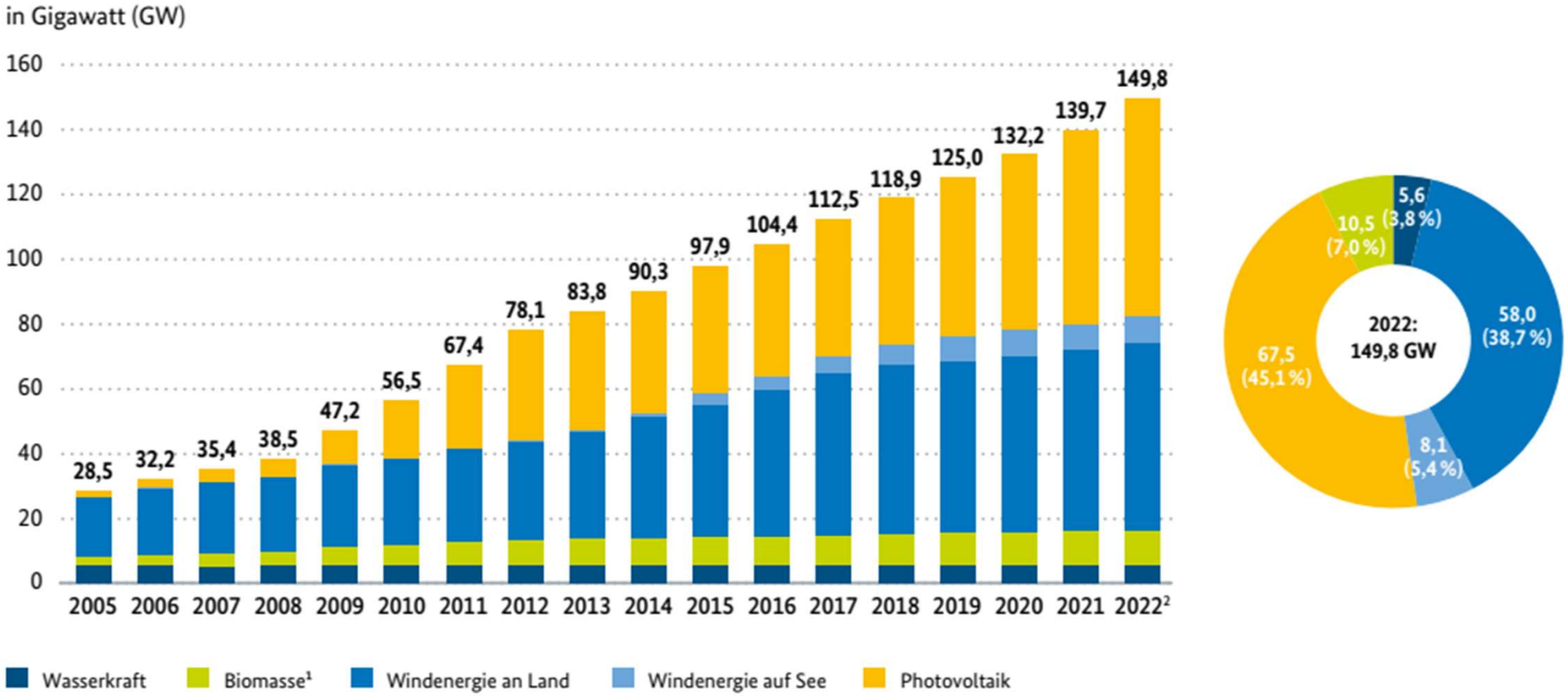
Quellen: BMWK auf Basis der AGEE-Stat-Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland ([3], Tabellenblatt 4), vorläufige Angaben

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



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

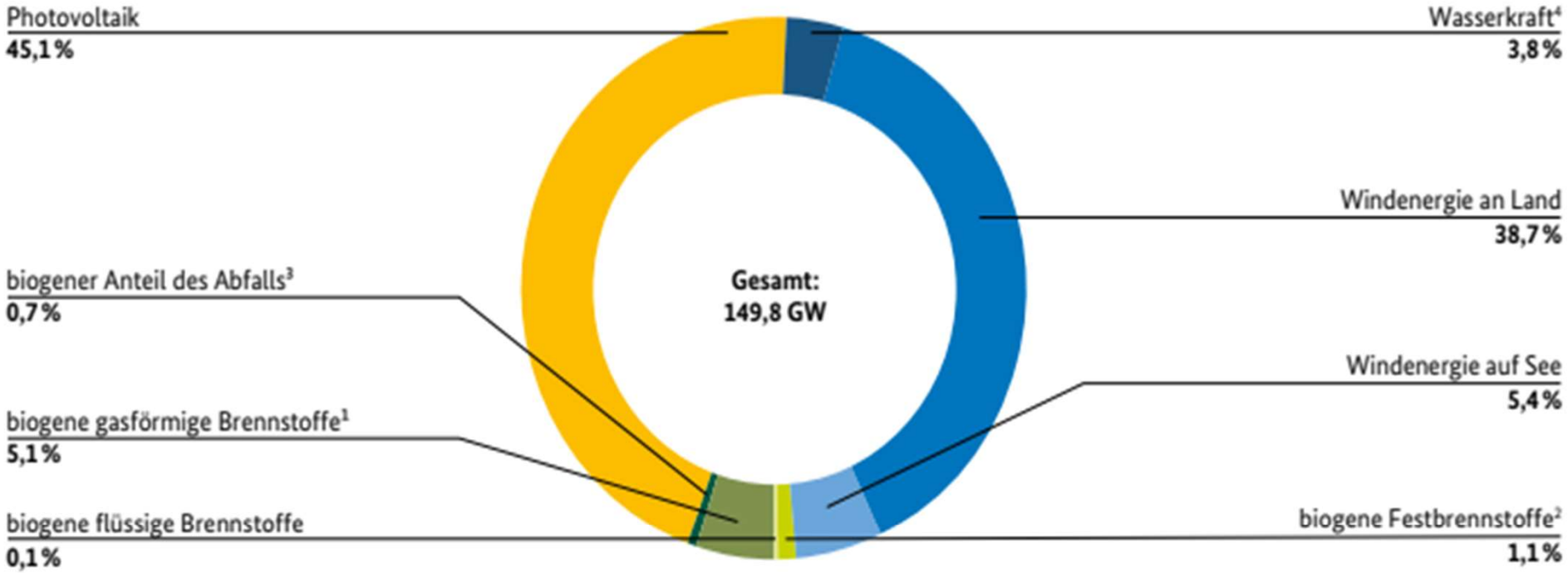
Quellen: BMWK auf Basis der AGEE-Stat-Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland ([3], Tabellenblatt 4), vorläufige Angaben

aus BMWK- Erneuerbare Energien in Zahlen, Nationale und internationale Entwicklung 2022, S. 22, 10/2023

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 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 Ausbauflaut 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 durch Schnittlich 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 darauffolgen-den 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).

Quelle: Agora Energiewende: Die Energiewende in Deutschland: Stand der Dinge 2021, S. 47-50, 1/2022

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 Kraftwerkparks 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 Sicherheitsbereit schaft 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 Jahr2021 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)

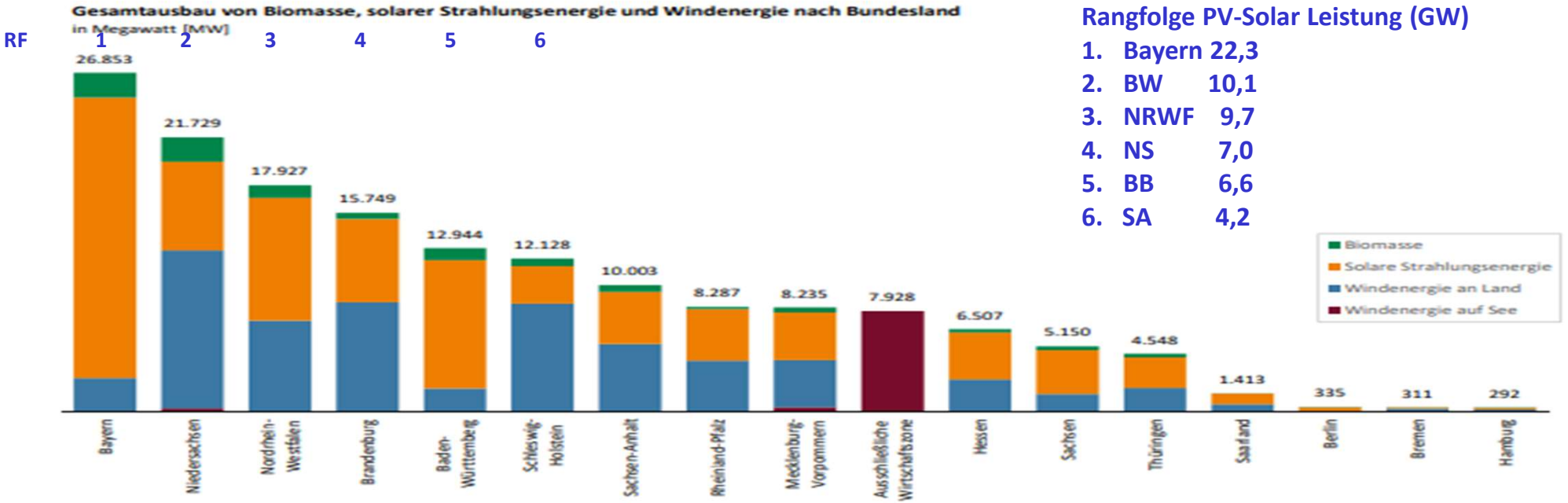
5.4 Ausblick

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 Versorungssicherheit 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 Erneuer-Barer Energien dürfte weiter an Fahrt gewinnen. Speicher dürften ebenfalls weiter ausgebaut werden.

Quelle: Agora Energiewende: Die Energiewende in Deutschland: Stand der Dinge 2021, S. 47-53, 1/2022

Gesamtausbau von Biomasse, Solarenergie und Windenergie nach Anzahl und Bruttoleistung in den Bundesländern Deutschland Ende 2023

Beispiel PV-Solar gesamt: Anzahl 3,7 Mio., Leistung 81.824 MW (81,8 GW)



Rangfolge PV-Solar Leistung (GW)

1. Bayern 22,3
2. BW 10,1
3. NRWF 9,7
4. NS 7,0
5. BB 6,6
6. SA 4,2

PV-Solar

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)

Quelle: Bundesnetzagentur - Datenportal Strom Erneuerbare, 1.2024

Photovoltaik-Solarstrom

zur Stromversorgung

Übersicht Photovoltaik-Solarstrom-Branche in Deutschland 2023

Statistische Zahlen der deutschen Solarstrombranche (Photovoltaik)

Nachfolgend finden Sie eine Zusammenfassung aktueller Zahlen der deutschen Photovoltaik (PV)-Branche.

Kostenfrei verwendbares Film-, Foto- und Grafikmaterial sowie Pressemitteilungen finden Sie auf:
https://www.solarwirtschaft.de/presse/

Unsere aktuelle Pressemitteilung zur Jahresbilanz finden Sie hier:
https://www.solarwirtschaft.de/2024/01/03/2023-mehr-als-eine-million-neue-solaranlagen/

Zitiervorschlag

Sofern nicht anders vermerkt, würden wir uns über folgende Referenz freuen: Bundesverband Solarwirtschaft e. V. (Januar 2024): „Statistische Zahlen der deutschen Solarstrombranche (Photovoltaik)", Berlin.

Photovoltaik-Branche in Deutschland	**Kurzprofil zum Ende 2023**
Im Jahr 2023 neu in Betrieb genommene PV-Leistung[1]	Rd. 14,0 GWp
Anzahl der im Jahr 2023 neu in Betrieb genommenen PV-Einheiten[1]	Rd. 1.000.000
davon Steckersolargeräte lt. Marktstammdatenregister[1]	Rd. 270.000
Ende 2023 installierte PV-Leistung insgesamt in Betrieb[1]	rd. 81,5 GWp
Anzahl Ende 2023 Photovoltaik-Anlagen insgesamt in Betrieb[1]	Rd. 3,7 Mio.
Bruttostromerzeugung aus PV-Anlagen im Jahr 2023[2]	Rd. 62,0 TWh
Anteil PV an Bruttostromverbrauch in Deutschland im Jahr 2023[3]	Rd. 12 %
Vermiedene Treibhausgas-Emissionen in CO_2-Äquivalenten im Jahr 2023[4]	Rd. 42,2 Mio. t

[1] BSW-Solar auf Basis Marktstammdatendatenregister der Bundesnetzagentur (Stand 2. Januar 2024), siehe https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR/Einheit/Einheiten/ErweiterteOeffentlicheEinheitenuebersicht

[3] BDEW (2023), vorläufige Schätzung, siehe https://www.bdew.de/media/documents/STRERZ_Tabelle_Jahressch%C3%A4tzung_2023_korr.pdf

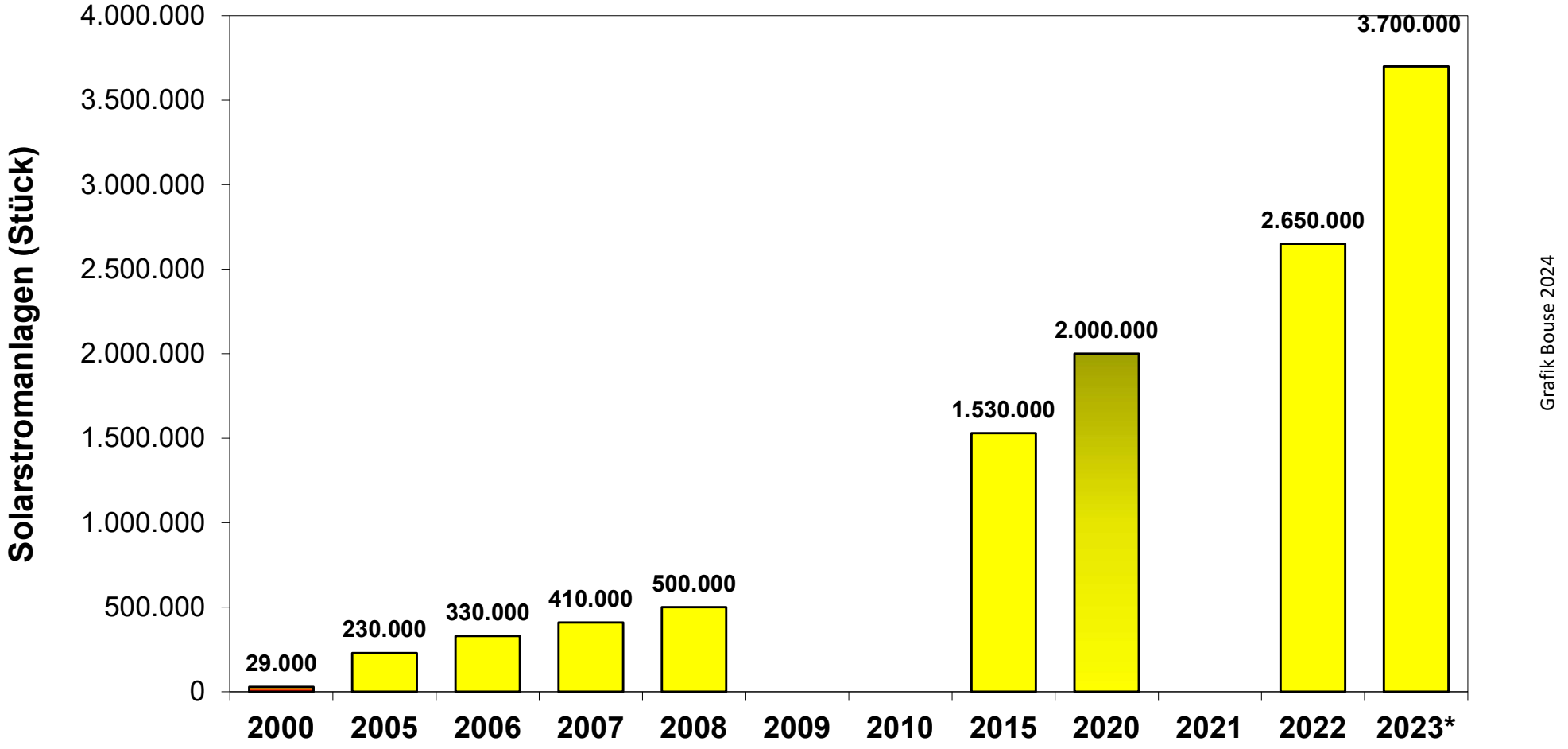
[3] PV Magazine vom 18. Dezember 2023: „ZSW/BDEW: Erneuerbare decken erstmals mehr als 50 Prozent des Stromverbrauchs", siehe https://www.pv-magazine.de/2023/12/18/zsw-bdew-erneuerbare-decken-erstmals-mehr-als-50-prozent-des-stromverbrauchs/

[4] BSW-Solar, vorläufige Schätzung auf Basis historischer Vermeidungsfaktoren basierend auf Umweltbundesamt, Emissionsbilanz erneuerbare Energieträger (2023), siehe www.umweltbundesamt.de/publikationen/emissionsbilanz-erneuerbarer-ener-gietraeger und AGEE-Stat Schätzung der PV-Stromerzeugung (Dezember 2023): „Monatsbericht-PLUS+", siehe https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/372/dokumente/agee-stat_monatsbericht_plus_2023-q4_final.pdf

Quelle: BSW-Solar, Faktenblatt Solarstrombranche (Photovoltaik) in Deutschland 2023, Ausgabe 1/2024

Entwicklung der PV-Anlagenzahl in Deutschland Ende 2000-2023

Ende 2023: Gesamt installiert 3,7 Mio. Anlagen



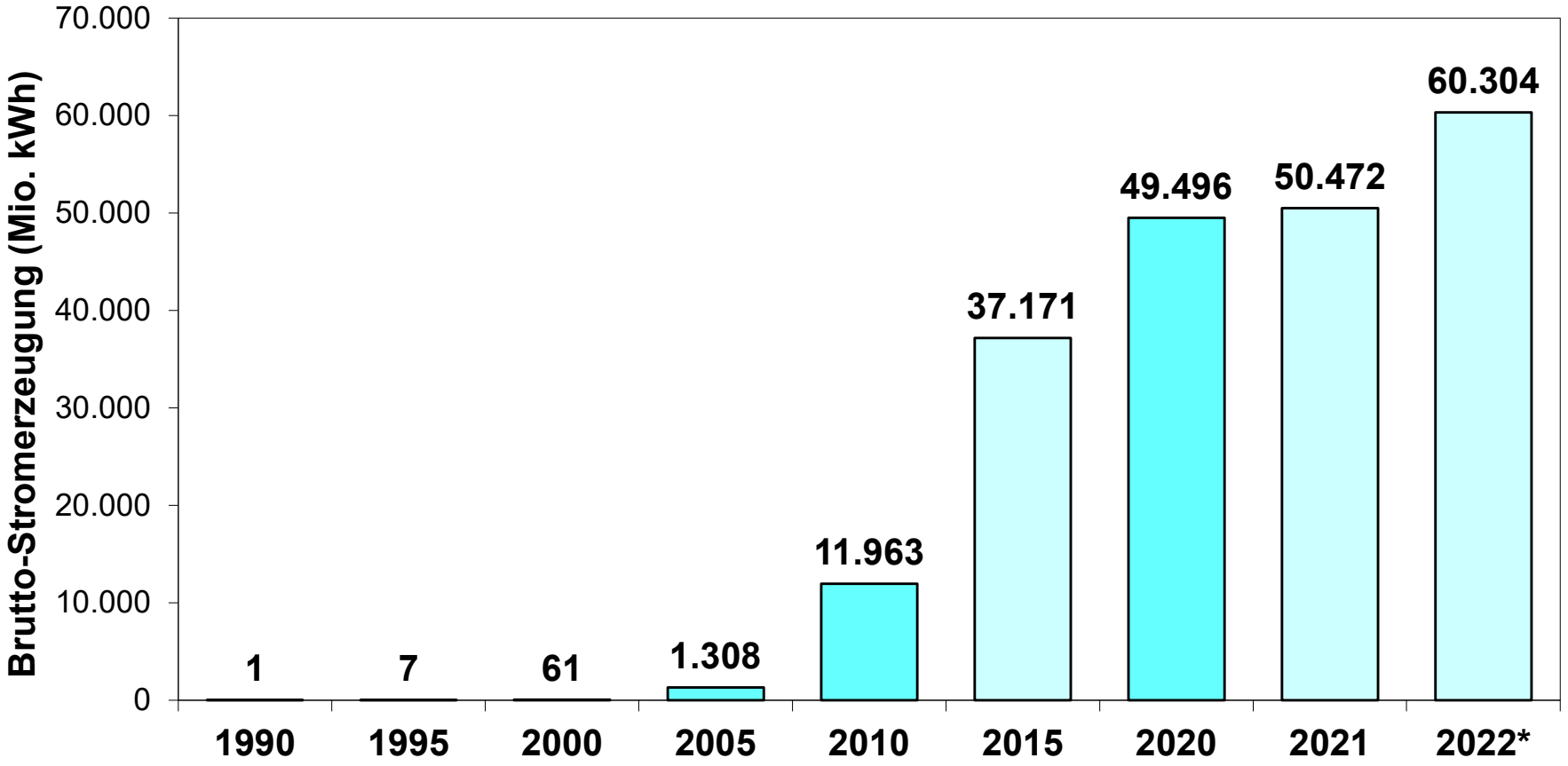
* Daten 2023 vorläufig, Stand 1/2024

Quelle: BSW-Solar, Faktenblatt Solarstrombranche (Photovoltaik) in Deutschland bis 2023, Ausgabe 1/2024

Entwicklung Bruttostromerzeugung aus PV-Anlagen in Deutschland 1990-2022

Jahr 2020: 60.303 GWh (Mio. kWh) = 60,3 TWh (Mrd. kWh)

Anteil an der BSE 10,4%, am BSV 11,0% [1)]



Grafik Bouse 2023

* Angaben 2022 vorläufig, Stand 11/2023

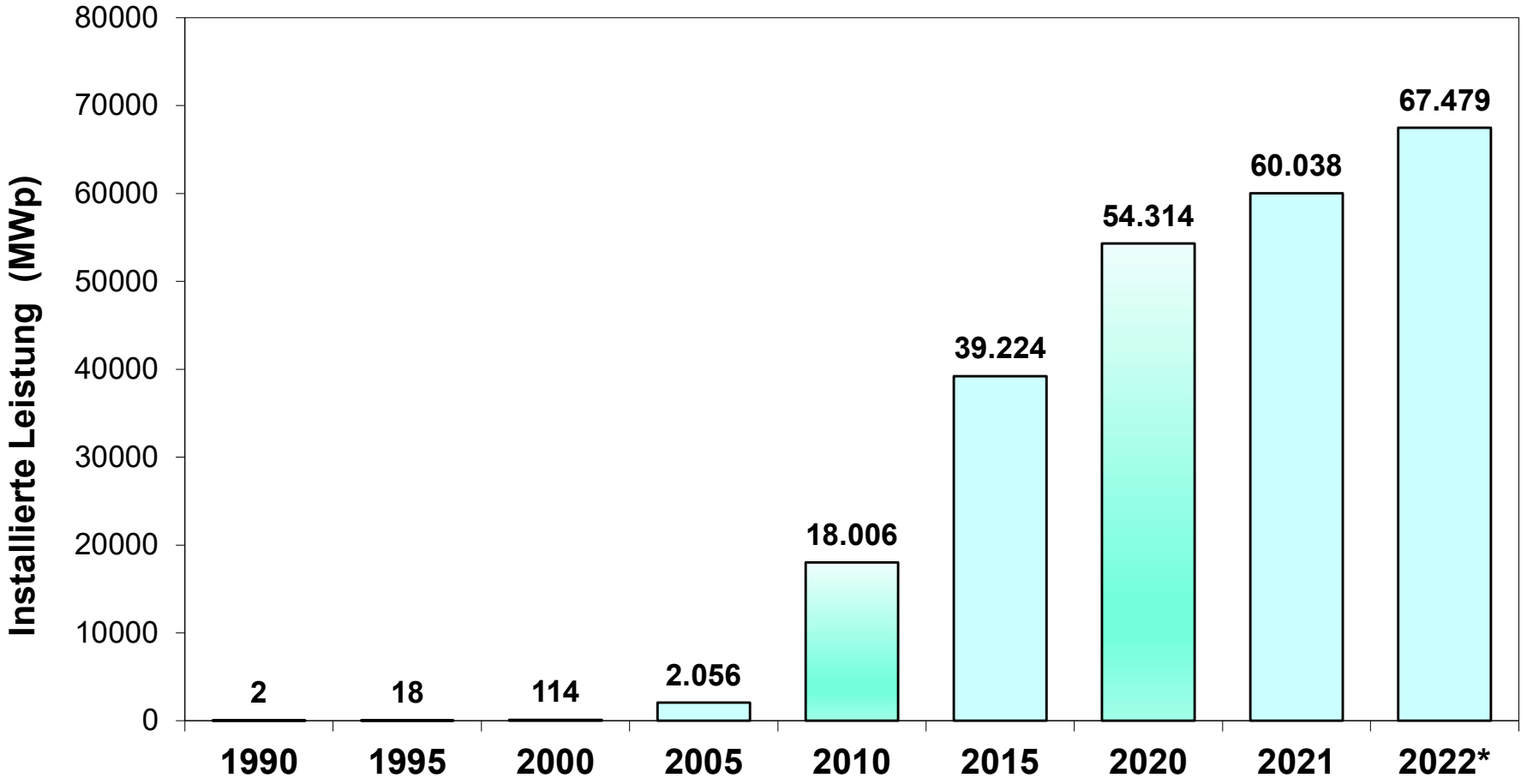
Energieeinheit: 1 GWh = 1 Mio. kWh; 1 TWh = 1 Mrd. kWh

1) Jahr 2020: Bezogen auf die Bruttostromerzeugung (BSE) mit PSE von 577,9 TWh bzw. den Bruttostromverbrauch (BSV) mit PSE von 550,7 TWh

Quellen: ZSW aus BMWI – Entwicklung Erneuerbare Energien in Deutschland 1990-2022; Zeitreihen 9/2023; AGEB – BSE in D 1990-2023, 11/2023
BMWI – Erneuerbare Energien in Zahlen - Nationale und internationale Entwicklung 2022, S. 19, Stand 10/2023

Entwicklung gesamte installierte Leistung von PV-Anlagen zur Stromerzeugung in Deutschland 1990-2022 (1)

Jahr 2022: Gesamt 67.479 MWp = 67,5 GWp (Mio. kWp)



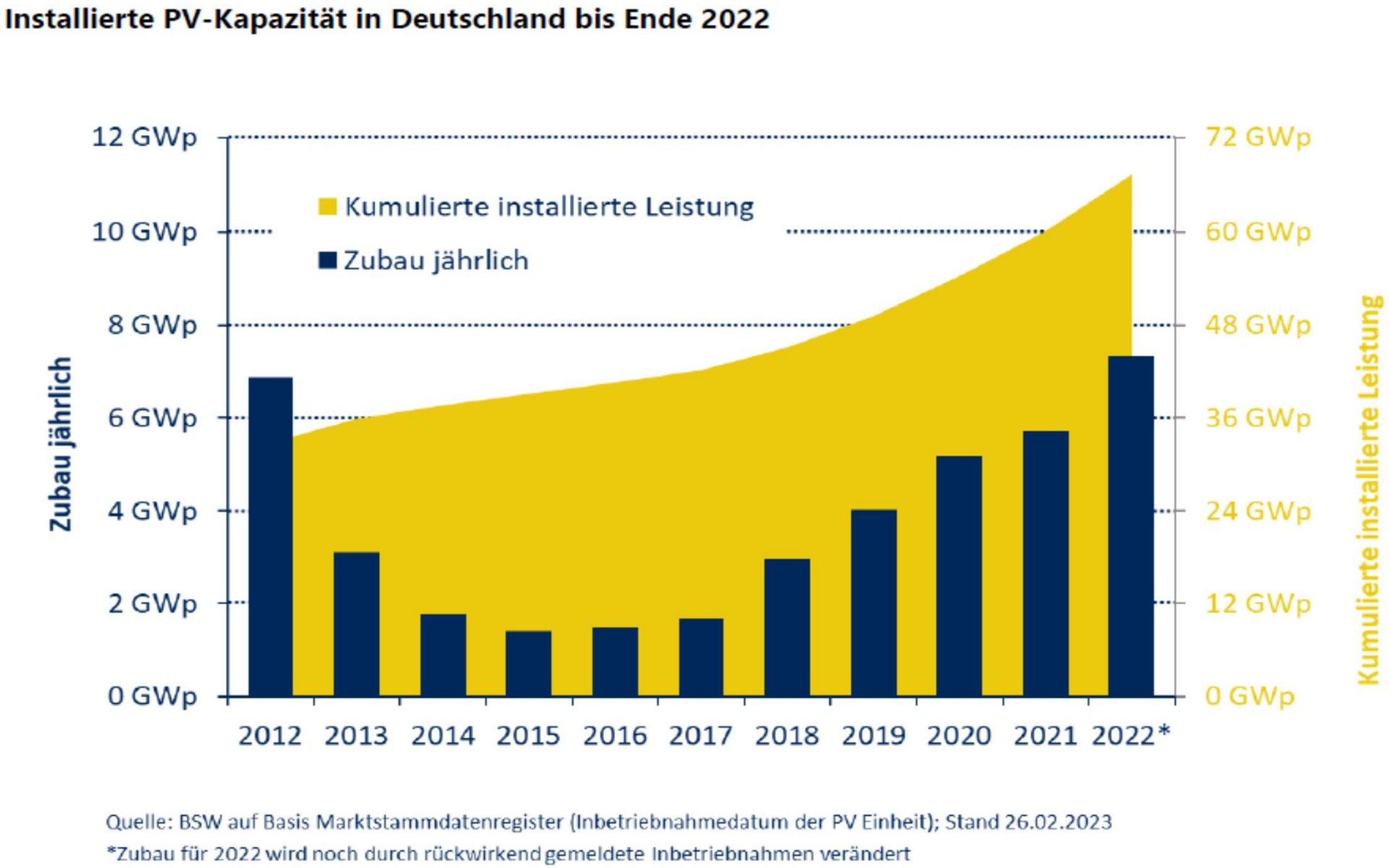
Grafik Bouse 2023

* Daten 2022 vorläufig, Stand 11/2023

Quellen: BSW-Solar; Faktenblatt Solarstrombranche (Photovoltaik), Ausgabe 3/2023 aus www.solarwirtschaft.de
BMWK – Zeitreihen Entwicklung erneuerbarer Energien in Deutschland 1990-2022, 9/2023
BMWI – Erneuerbare Energien in Zahlen - Nationale und internationale Entwicklung 2022, S. 19, Stand 10/2023

Entwicklung installierte PV-Kapazität in Deutschland Ende 2012-2022 (2)

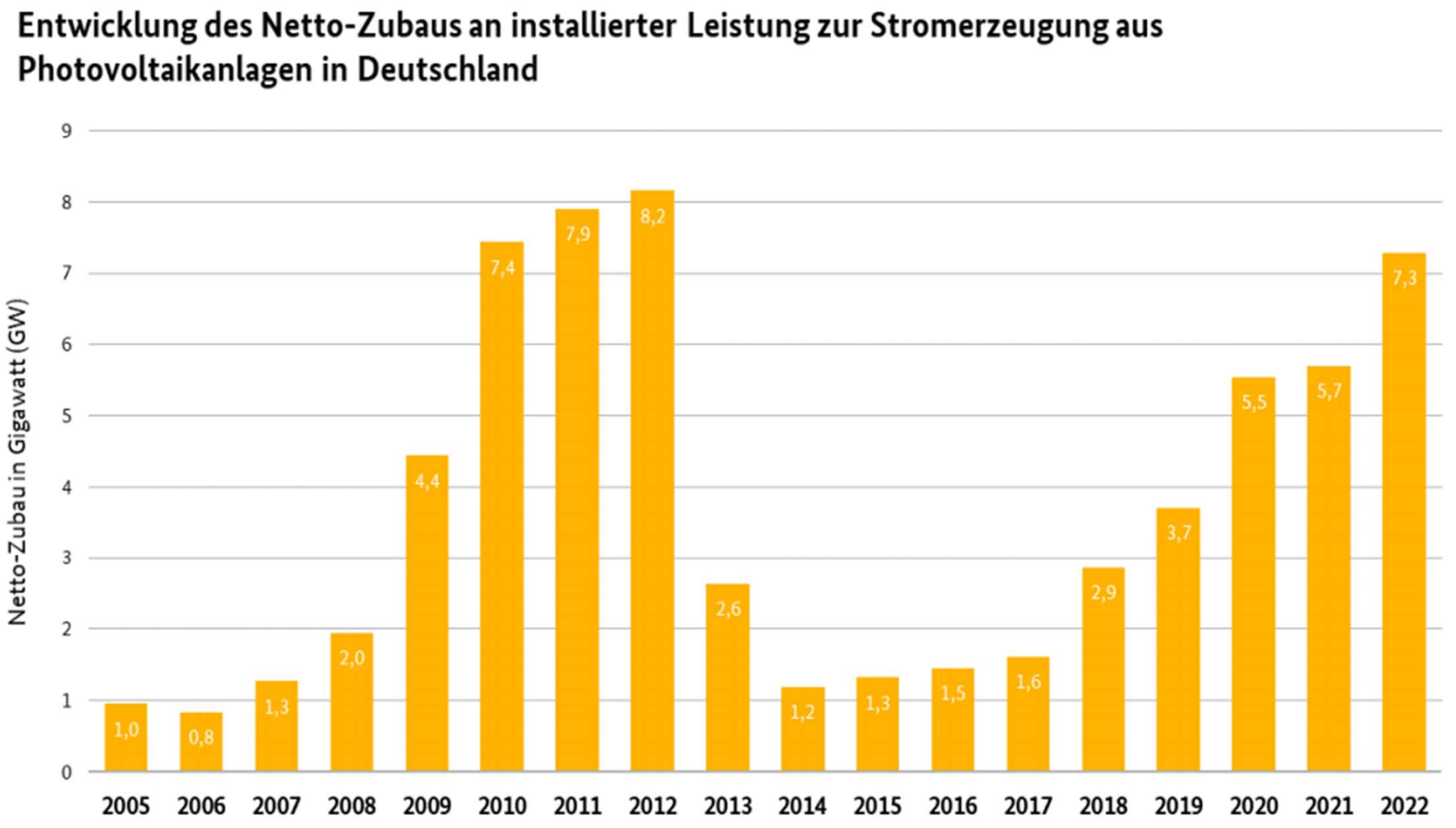
Ende 2022: Installierte PV-Kapazität 67,5 GW,
davon neu installierte Jahresleistung 7,3 GW



Quelle: BSW-Solar, Faktenblatt Solarstrombranche (Photovoltaik) in Deutschland 2022, Ausgabe 3/2023

Entwicklung Netto-Zubau an installierter Leistung zur Stromerzeugung aus Photovoltaikanlagen in Deutschland 2005-2022

Jahr 2022: 7,3 GWp



Quelle: BMWK-Entwicklung erneuerbarer Energien in Deutschland 2022, Grafiken 02.2023

Entwicklung installierte Speicher-Leistung nach Technologien in Deutschland 2017-2023 (1)

Ende 2023: 16,3 GW, Veränderung zum VJ + 20,7%

davon Pumpspeicher 9,4 GW

4.4.3 Speicher

Mit dem Anstieg der Anteile Erneuerbarer Energien werden Speichertechnologien wie Batteriespeicher, Pumpspeicher oder die Umwandlung von Strom in synthetische Gase wie Wasserstoff oder Wasserstoffderivate immer wichtiger. Speicher können überschüssigen Strom in Zeiten von viel Sonne und Wind speichern und diesen in sonnen- und windarmen Zeiträumen zurück ins Netz speisen. Damit bieten sie neben einem verstärkten europäischen Stromaustausch sowie dem gesteuerten Betrieb von E-Pkw, Elektrolyseuren und Wärmepumpen auch eine Möglichkeit, den Netzausbaubedarf zu verringern und den Netzbetrieb zu stabilisieren.

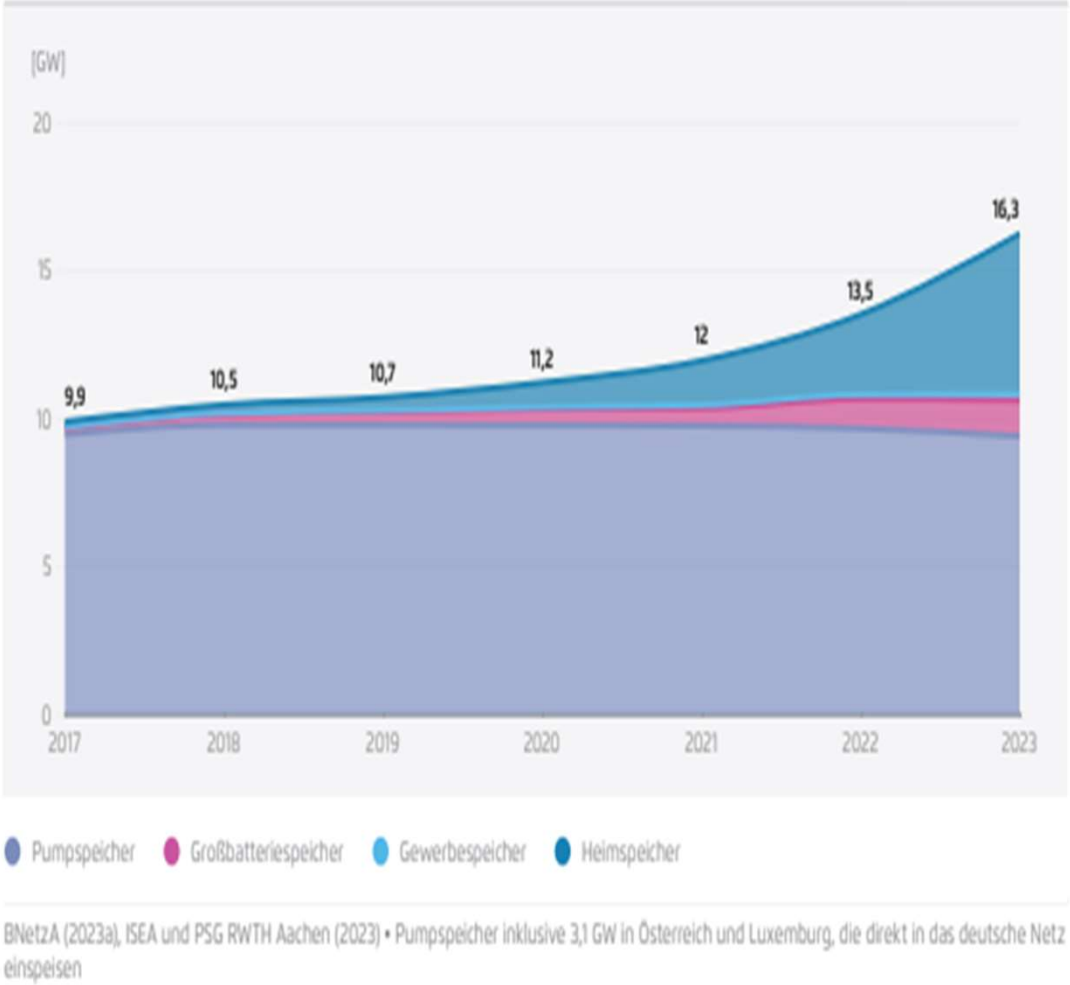
Insgesamt kamen die Speichertechnologien Ende 2023 auf eine installierte Leistung von 16,3 Gigawatt. In Deutschlang machen Pumpspeicher mit etwa 9,4 GW den größten Teil der installierten Speicherleistung aus[9]; ihr Potenzial ist hierzulande weitestgehend ausgeschöpft.

Die Anzahl von Batteriespeichern nimmt dagegen dynamisch zu. Bislang dominieren zwei Sorten von Speichern: eine große Anzahl kleiner Heimspeicher, die in Kombination mit einer Photovoltaik-Anlage in Privathaushalten zur Eigenverbrauchserhöhung genutzt werden und einzelne große Speicher, die primär zur Bereitstellung von Regelleistung eingesetzt werden. Die dritte Klasse – Gewerbespeicher – dient sowohl der Eigenverbrauchserhöhung als auch der Lastspitzenkappung[10] bei Gewerben oder der Schnellladung von Elektrofahrzeugen.

Die Gesamtleistung der Heim-, Groß- und Gewerbespeicher in Deutschland entsprach Ende 2023 mit 7,2 Gigawatt etwa Dreiviertel der Leistung von Pumpspeicherkraftwerken. Neben der Leistungskapazität der Speicher (Gigawatt) ist die eingespeicherte Strommenge eine wichtige Kenngröße (Gigawattstunden), da die Leistungskapazität allein keine Informationen liefert, wie lange die Leistung abgerufen werden kann. Die Speicherkapazität der Heim-, Groß- und Gewerbespeicher betrug 11,2 Gigawattstunden (ISEA RWTH Aachen 2023); das entspricht knapp einem Fünftel des durchschnittlichen stündlichen Strombedarfs in Deutschland.

Darüber hinaus nimmt auch die Anzahl von Batteriespeichern in elektrischen Fahrzeugen zu (siehe Kapitel 5.3). Ende 2023 waren in Deutschland knapp 1,3 Millionen reine Elektrofahrzeuge zugelassen. Einen Beitrag zur Systemstabilität können Elektrofahrzeuge dann liefern, wenn sie systemdienlich geladen werden. Dies geschieht derzeit noch zu selten. Die Speicher aus der Elektromobilität sind in der ausgewiesenen Speicherleistung von 17 Gigawatt nicht enthalten, da E-Pkw bislang in der Regel keinen Strom zurück ins Netz speisen können. Dabei bietet die wachsende Fahrzeugflotte der E-Pkw und Plug-in-Hybride ein enormes theoretisches Potenzial von zum Jahresende 2023 etwa 146 Gigawatt Leistung und 100 GWh Speicherkapazität[11].

Batteriespeicher erhöhten die installierte Speicherleistung 2023 stark → Abb. 4_22



BNetzA (2023a), ISEA und PSG RWTH Aachen (2023) • Pumpspeicher inklusive 3,1 GW in Österreich und Luxemburg, die direkt in das deutsche Netz einspeisen

9 Exklusive Batteriespeichern in E-PKW

Quelle: Agora Energiewende: Die Energiewende in Deutschland: Stand der Dinge 2023, S. 60/61, 1/2024

Übersicht Solarstromspeicher für Gebäude und Elektromobilität in Deutschland 2022, Stand 3/2023 (2)

Statistische Zahlen der deutschen Solarstrombranche (Speicher/Mobilität)

Nachfolgend finden Sie eine Zusammenfassung aktueller Zahlen zu Solarstromspeichern und Elektromobilität in Deutschland.

Speicherbranche in Deutschland	Kurzprofil zum Ende 2022 (gerundet)
Im Jahr 2022 neu installierte Heimspeicher[1]	214.000
Kumulierte Anzahl der bis Ende 2022 installierten Heimspeicher[1]	627.000
Durchschnittliche Kapazität der in 2022 installierten solaren Heimspeicher[1]	9 kWh
Batteriekapazität der in 2022 installierten solaren Heimspeicher[1]	1,9 GWh
Anteil neu installierter PV-Anlagen im Heimsegment in Kombination mit Heimspeicher[1]	70 %
Anteil nachgerüsteter Heimspeicher an Speicherinstallationen[2]	10 %
Kumulierte Batteriekapazität der Ende 2022 installierten Batteriespiecher[1]	6,7 GWh
Kumulierte Batteriekapazität der Ende 2022 installierten solaren Heimspeicher[1]	5,2 GWh
Kumulierte Batteriekapazität der Ende 2022 installierten solaren gewerblichen Batteriespeicher[1]	0,4 GWh
Kumulierte Batteriekapazität der Ende 2022 installierten solaren industriellen Batteriespeicher[1]	1,1 GWh
Beschäftige in Solarspeicher-Branche im Jahr 2022 in Vollzeitäquivalenten[6]	6.500
Umsatz der Solarspeicher-Branche aus Herstellung und Installation im Jahr 2022[6]	3 Milliarden Euro
In Deutschland im Jahr 2022 neu gemeldete Fahrzeuge mit reinem Elektro-Antrieb (BEV)[3]	470.600
Zusätzlicher Strombedarf bei 1 / 5 / 10 Millionen Elektrofahrzeugen[4]	3 / 15 / 30 Mrd. kWh
Notwendige zusätzliche Photovoltaik-Leistung, um Strombedarf von einer Million Elektrofahrzeugen decken zu können[5]	3 GWp

[1] BSW-Solar, eigene Schätzung auf Basis eigener Erhebungen und Marktstammdatenregister, vorläufig

[2] BSW-Solar, eigene Erhebung: „Speicherpreismonitor Deutschland"

[3] KBA (2023) , siehe https://www.kba.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/Fahrzeugzulassungen/2023/pm01_2023_n_12_22_pm_komplett.html;jsessionid=A83311FCD52AC2C5F5969E5B68BA6495.live21322

[4] BSW-Solar, eigene Berechnungen; Annahmen: 15.000 km Fahrleistung pro Jahr / Durchschnittsverbrauch 20 kWh pro 100 km Fahrleistung

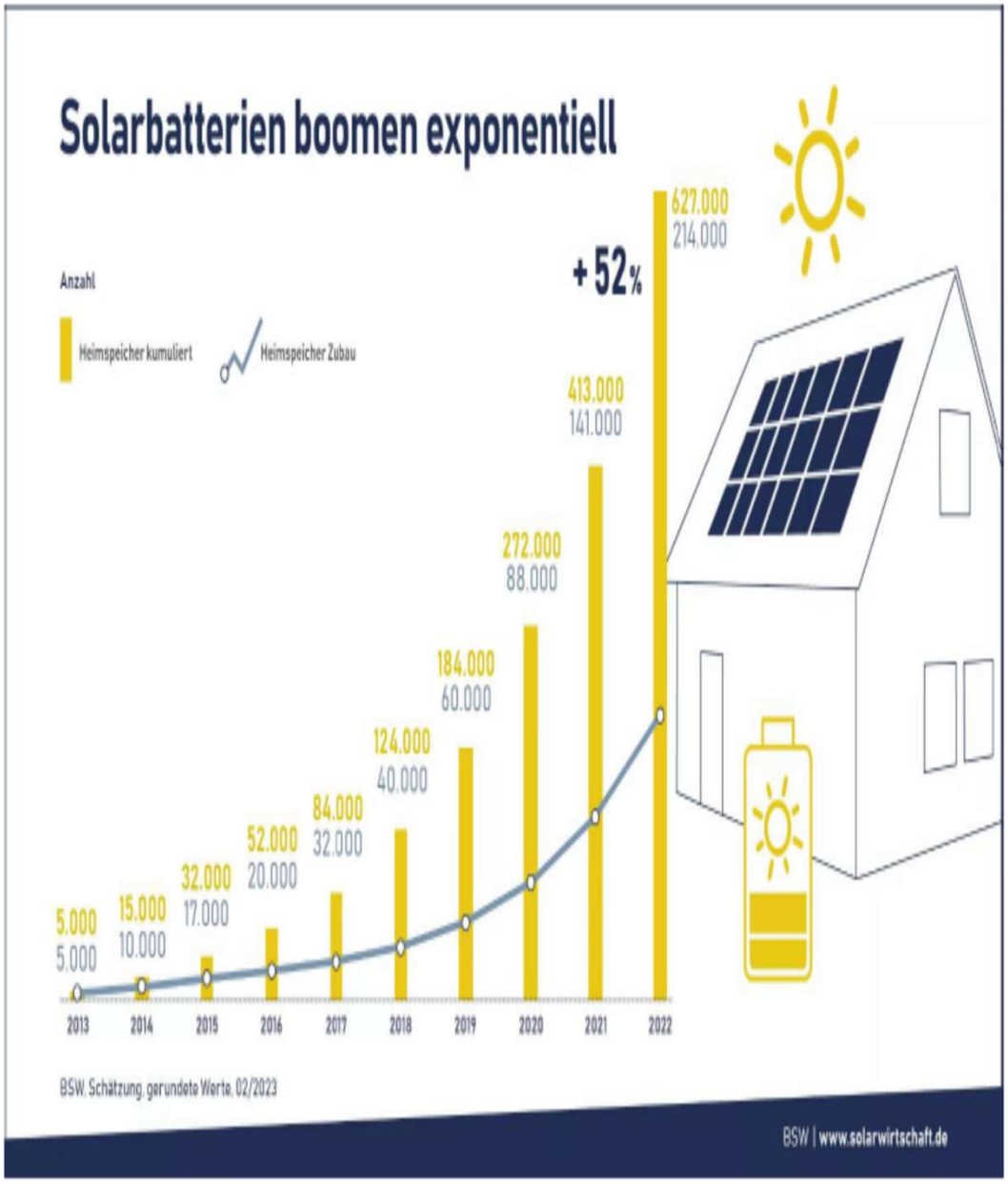
[5] BSW-Solar, eigene Berechnungen, bilanzielle Betrachtung: Annahmen siehe Fußnote 5

[6] BSW-Solar & EuPD Research & ees Europe (2023), vorläufige Schätzung

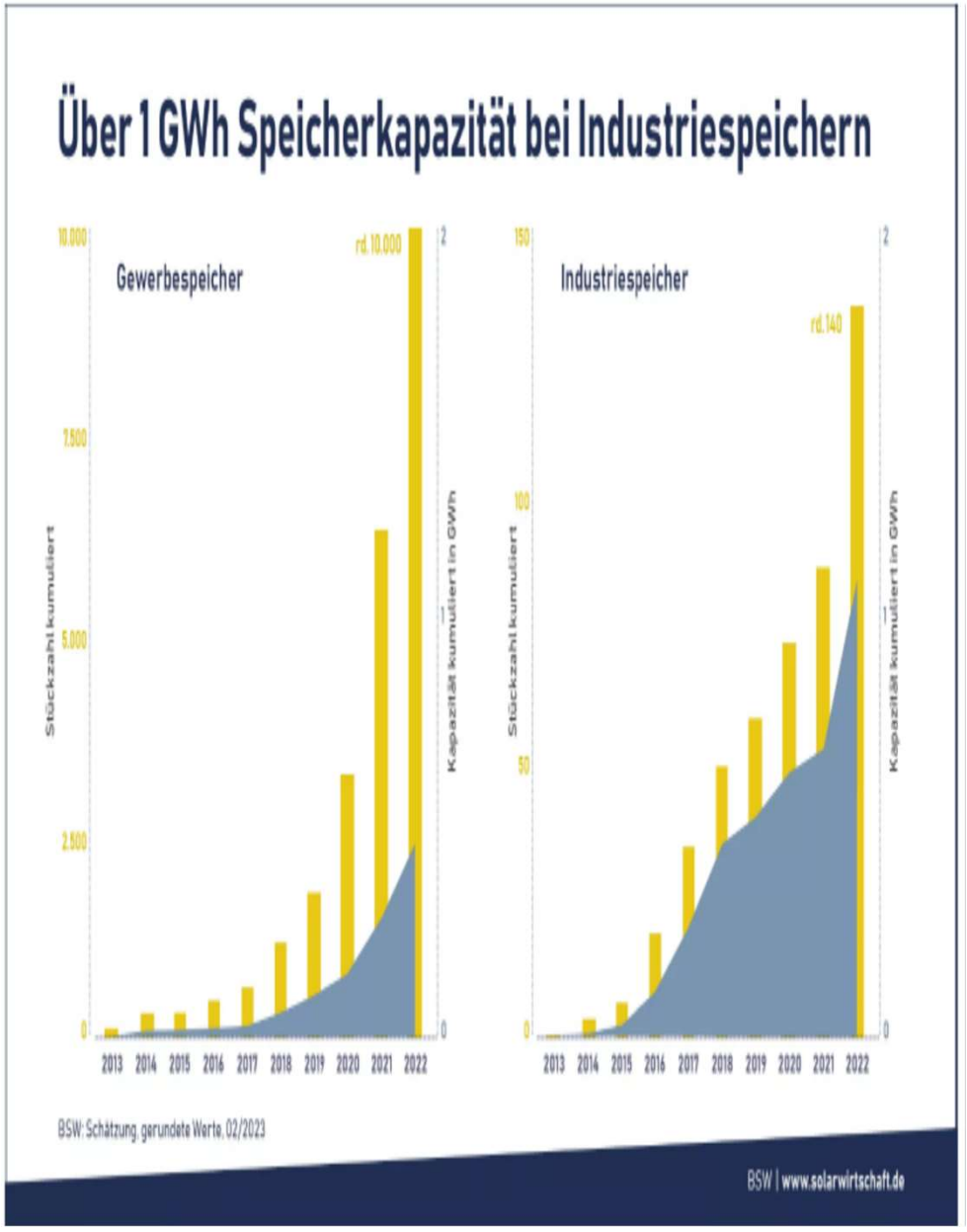
Quelle: BSW-Solar, Faktenblatt Solarspeicherbranche (Photovoltaik) 2022, Ausgabe 3/2023

Entwicklung Solarbatterien-Boom in Deutschland 2013-2022 (3)

Jahr 2022:
Bestand 627.000 Anlagen, davon Zubau 214.000 Anlagen

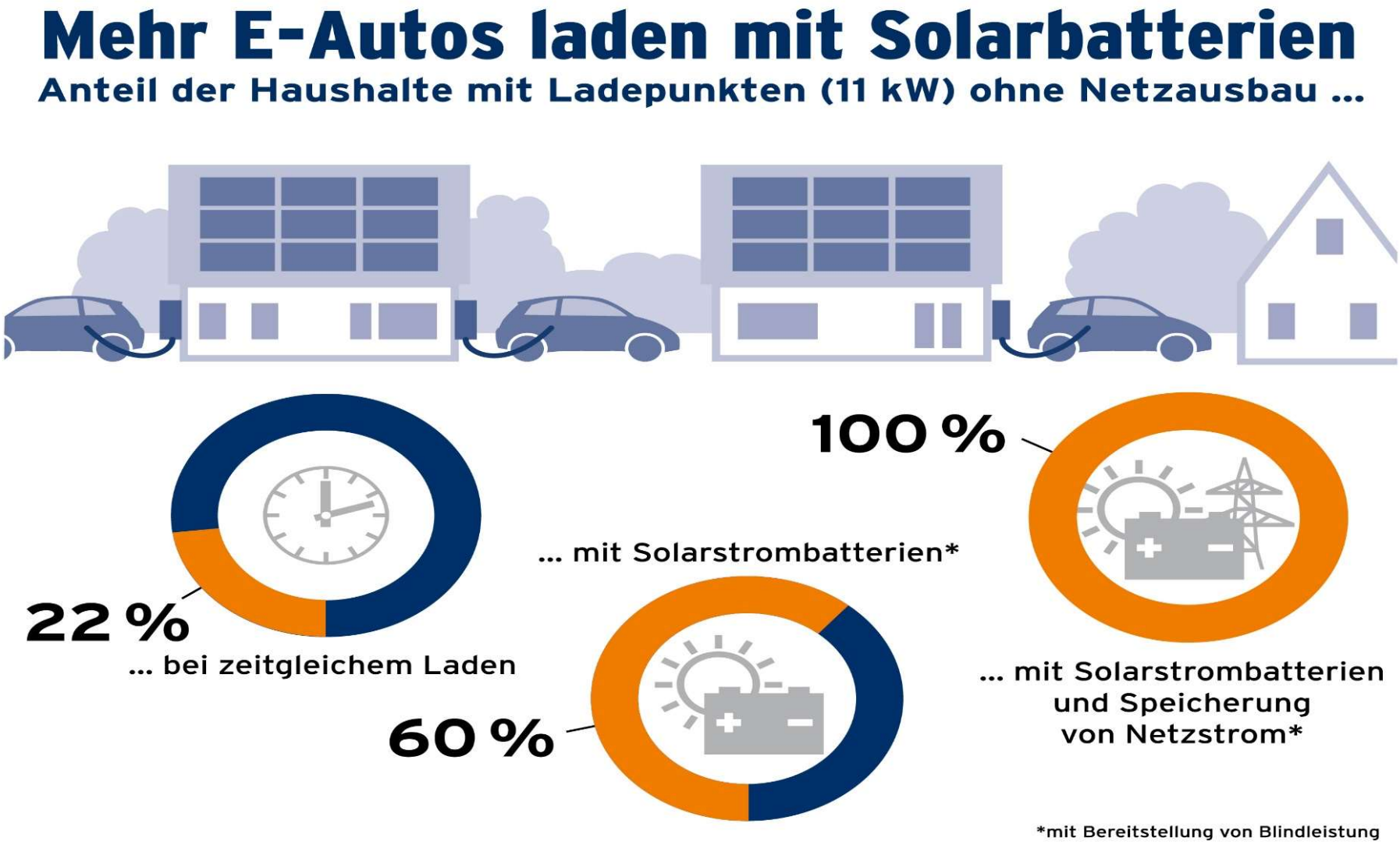


Jahr 2022:
Gewerbe: rd.10.000 Stück, Industrie 140 Stück



Quelle: BSW-Solar, Solarbatterie-Boom , Ausgabe 3/2023

Mehr E-Autos laden mit Solarstrombatterien in Deutschland, Stand 3/2020 (4)



Energie & Wirtschaft, Energieeffizienz

Jahresvolllaststunden beim Einsatz von Energieträgern mit erneuerbare Energien zur Stromerzeugung in Deutschland 2017/2020 (1)

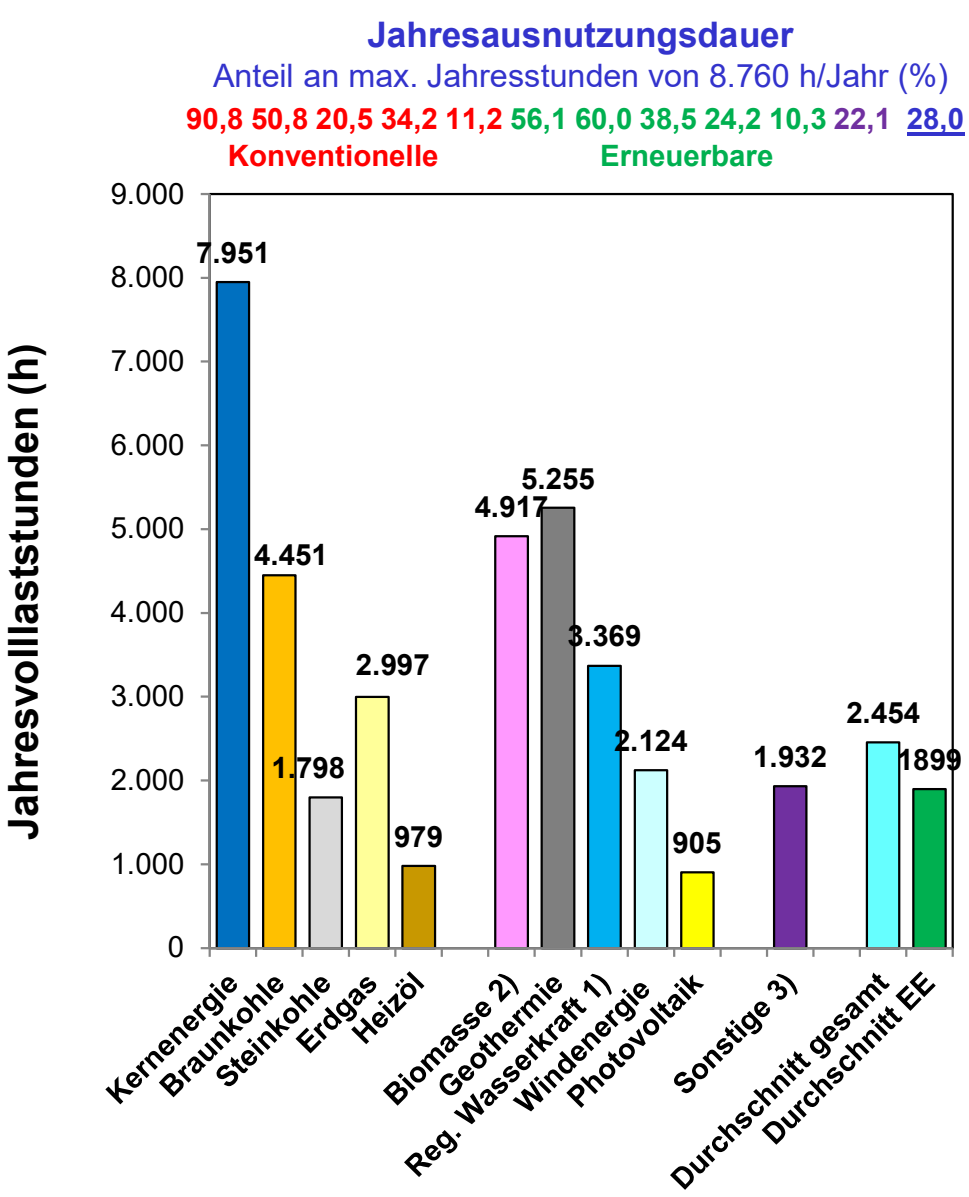
Nr.	Energieträger	Jahr 2020			Jahr 2017			Hinweise
		Brutto-Strom-erzeugung (GWh)	Installierte Leistung (MW)	J-Volllast-Stunden (h/a)	Brutto-Strom-erzeugung (GWh)	Installierte Leistung (MW)	J-Volllast-Stunden (h/a)	
1	Reg. Wasserkraft	18.322	5.438	3.369	20.150	5.605	3.595	
2	Windenergie an Land	104.796	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	Klärgas	1.578	372	4.242	1.460	255	5.725	
10	Deponiegas	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 Energieträgern mit Erneuerbare Energien zur Stromerzeugung in Deutschland 2020 (2)



Energieträger	Bruttostrom-erzeugung	Installierte Nennleistung	Jahres-Volllaststunden
	GWh	GW	h/a
Kernenergie	64.400	8,100	7.951
Braunkohle	91.700	20,600	4.451
Steinkohle	42.800	23,800	1.798
Erdgas	95.000	31,700	2.997
Heizöl	4.700	4,800	979
Biomasse [2]	50.861	10.344	4.917
Geothermie	247	0,047	5.255
Reg. Wasserkraft [1]	18.322	5,438	3.369
Windenergie	132.102	62,188	2.124
Photovoltaik	48.641	53.721	905
Sonstige [3]	25.047	12,962	1.932
Durchschnitt ges.	**573.600**	**233,700**	**2.454**
Durchschnitt EE	**250.157**	**131,738**	**1.899**

Vollbenutzungsstunden (h/Jahr) = Bruttostromerzeugung (GWh x 10^3 / installierte Leistung (MW) = max. 8.760 h/Jahr

* Daten 2020 vorläufig, Stand 1/2022
1) Lauf- und Speicherkraftwerke sowie Pumpspeicherkraftwerke mit natürlichem Zufluss
2) Biomasse mit Deponie -und Klärgas und Anteil biogener Abfall 50%
3) Nicht biogener Müll (50%), nicht reg. Wasserkraft (Pumpstromspeicher) u.a.

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

Quellen: BMWI - Energiedaten gesamt, Tab. 22, 1/2021
BMWi - Entwicklung EE in Deutschland 2018, Zeitreihen 9/2021

Mittlere Energieeffizienz beim Einsatz gesamte Energien

Jahresvolllaststunden 2.454 h/a = 28,0% Anteil an der max. Jahresausnutzungsdauer

Installierte Leistung und Bruttostromerzeugung einzelner erneuerbare Energien in Deutschland bis 2022 (1)

Leistung und Stromerzeugung

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

Die weitere Darstellung in Abb. 8 verdeutlicht dies. Hier sind für die Jahre 2020, 2021 und 2022 die installierten Leistungen und die erzeugten Strommengen der verschiedenen erneuerbaren Energieträger als Anteile in Säulengrafiken direkt gegenübergestellt. Während die beiden Anteile bei der Windenergie an Land in etwa gleich sind, ist der Anteil der Photovoltaik an der installierten Leistung viel höher als an der Stromerzeugung. Bei Biomasse, Windenergie auf See und Wasserkraft ist es hingegen umgekehrt, d.h. der Anteil an der Stromerzeugung liegt deutlich über dem Anteil an der installierten Leistung.

Die Ursache dafür liegt bei PV- und Windenergieanlagen in der Verfügbarkeit der natürlichen Ressourcen (Sonneneinstrahlung, Windaufkommen) und den entsprechenden technischen Potenzialen, diese Ressourcen in Strom umzuwandeln. Ausdrücken lässt sich dies anhand einer technologiespezifischen Kenngröße, die beide Effekte abbildet, den so genannten Volllaststunden. Sie sind ein Gradmesser für die Ausnutzung des Stromerzeugungsvermögens der Anlagen. In Deutschland unterscheiden sich die Volllaststundenzahlen[1] bei der Nutzung erneuerbarer Energien erheblich: Während Photovoltaik etwa zwischen 900 und 1.000 Volllaststunden pro Jahr aufweist, liegen diese bei der Windenergie an Land über alle Standorte gemittelt zwischen 1.600 und 2.000 und bei der Windenergie auf See je nach Standort etwa zwischen 3.000 und 4.000. Pro installierter Leistung liefert also die Windenergie an Land etwa doppelt so viel und die Windenergie auf See mehr als dreimal so viel Strom wie die Photovoltaik. Ein Vorteil der Stromerzeugung aus Windenergie ist auch der im Tagesablauf gleichmäßigere Verlauf, wohingegen Photovoltaikanlagen nachts nicht einspeisen. Über das Jahr betrachtet ergänzen sich die beiden Energieträger gut, da Photovoltaikanlagen ihren Erzeugungsschwerpunkt im Sommerhalbjahr haben, Windenergieanlagen hingegen im Winterhalbjahr. Zudem weht oft bei sonnigem Wetter weniger Wind und bei bewölktem Wetter mehr.

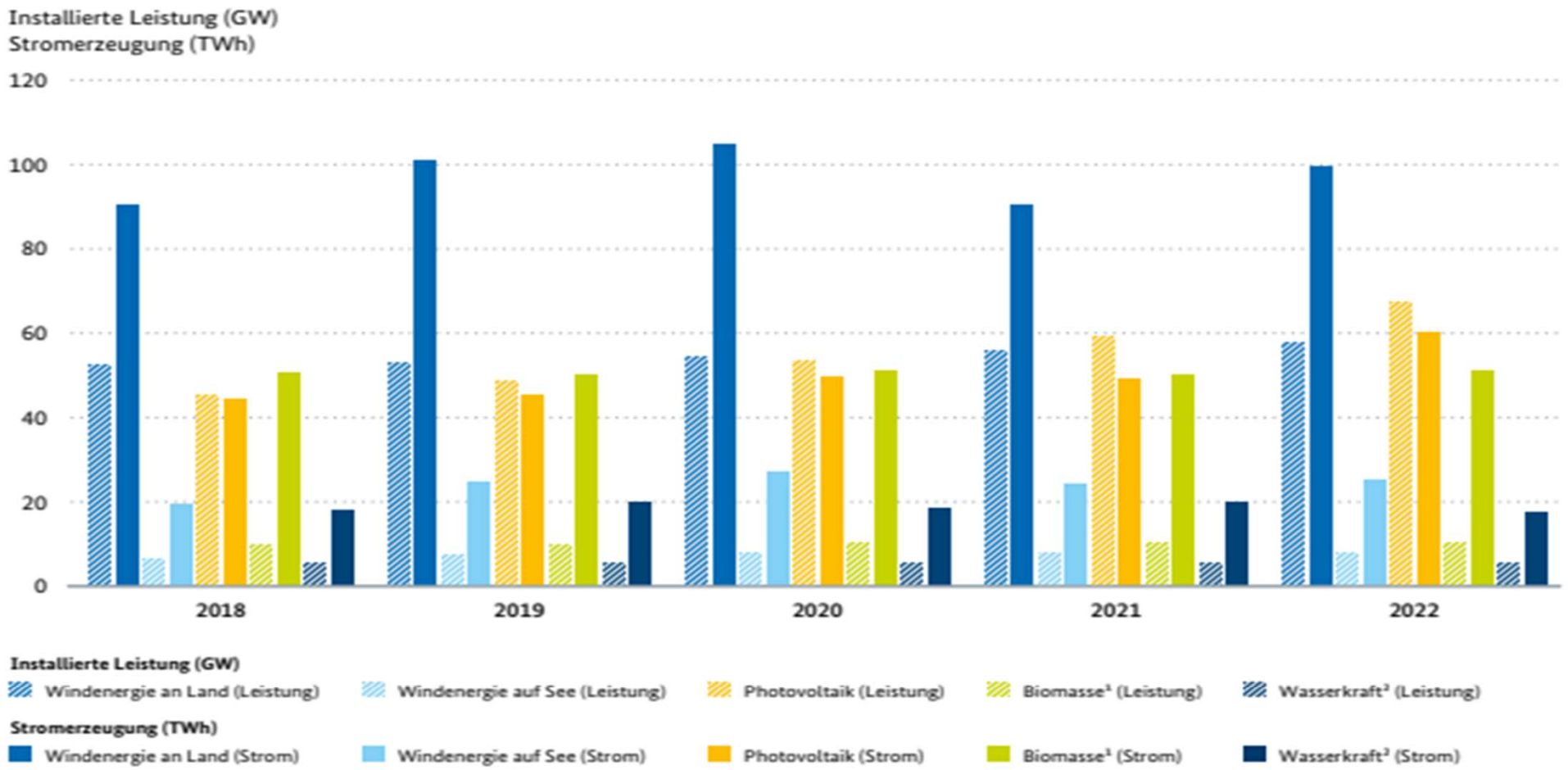
Bei der Wasserkraft liegen die Volllaststunden je nach Niederschlagsverhältnissen etwa zwischen 3.100 und 3.600 pro Jahr. Bei Biomasseanlagen sind derzeit etwa 5.000 Volllaststunden zu verzeichnen. Hier hängt die Ausnutzung der Anlagenkapazität im Wesentlichen von der Betriebsweise und nur in geringem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

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

Quelle: BMWK – Erneuerbare Energien in Zahlen, Nationale und internationale Entwicklung 2022, S. 22/23, 10/2023

Entwicklung Bruttostromerzeugung und installierte Leistung je erneuerbare Energieträgern in Deutschland 2018-2022 (2)

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.

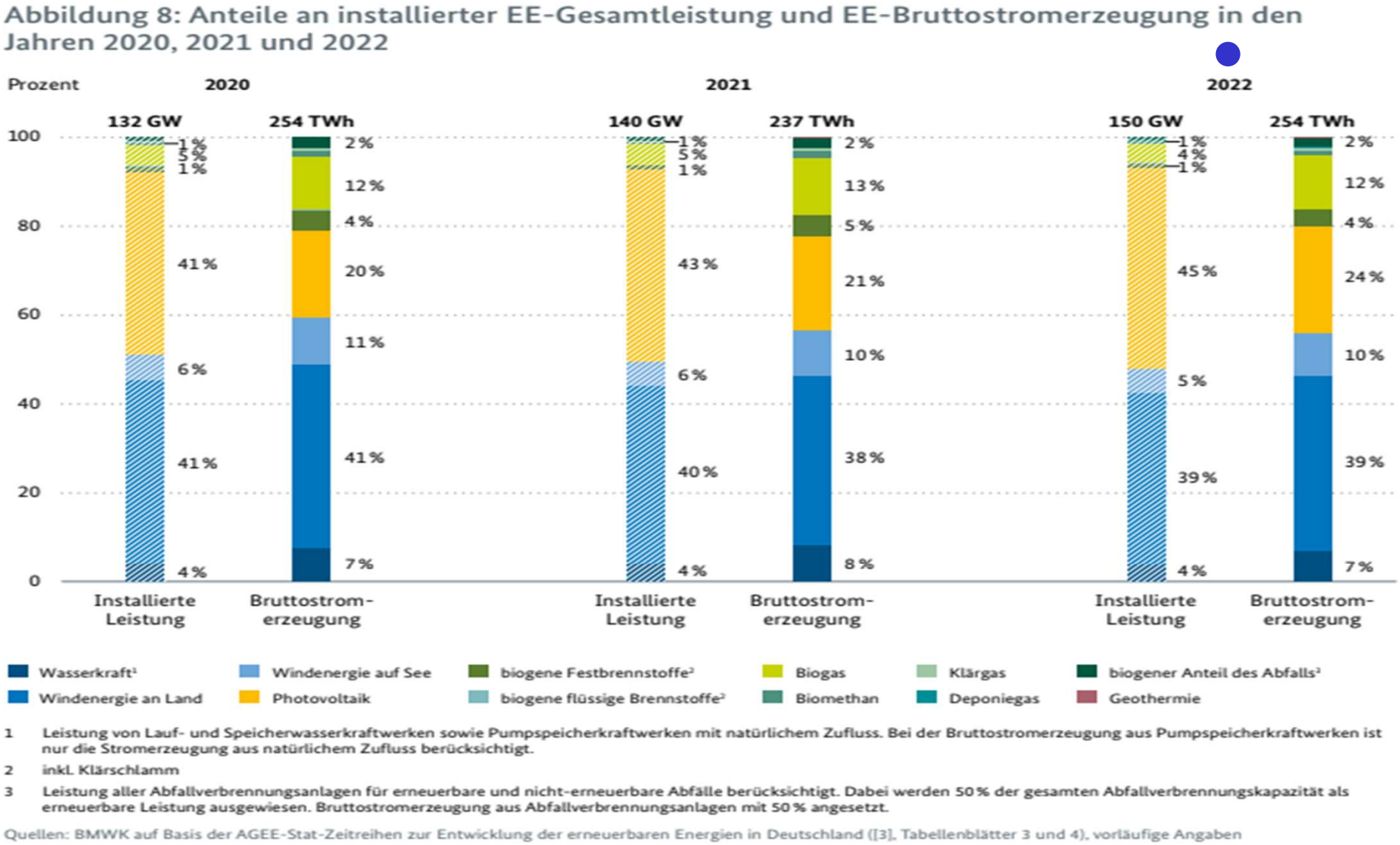
Quellen: BMWK auf Basis der AGEE-Stat-Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland ([3], Tabellenblätter 3 und 4), vorläufige Angaben

Quelle: BMWK – Erneuerbare Energien in Zahlen, Nationale und internationale Entwicklung 2022, S. 23, 10/2023

Anteile an installierter EE-Gesamtleistung und EE-Bruttostromerzeugung in Deutschland 2020-2022 (3)

Jahr 2022: Leistung 150 GW, BSE 254 TWh

Anteile Gesamtwindenergie: Leistung 44,1%, BSE 49,1%



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

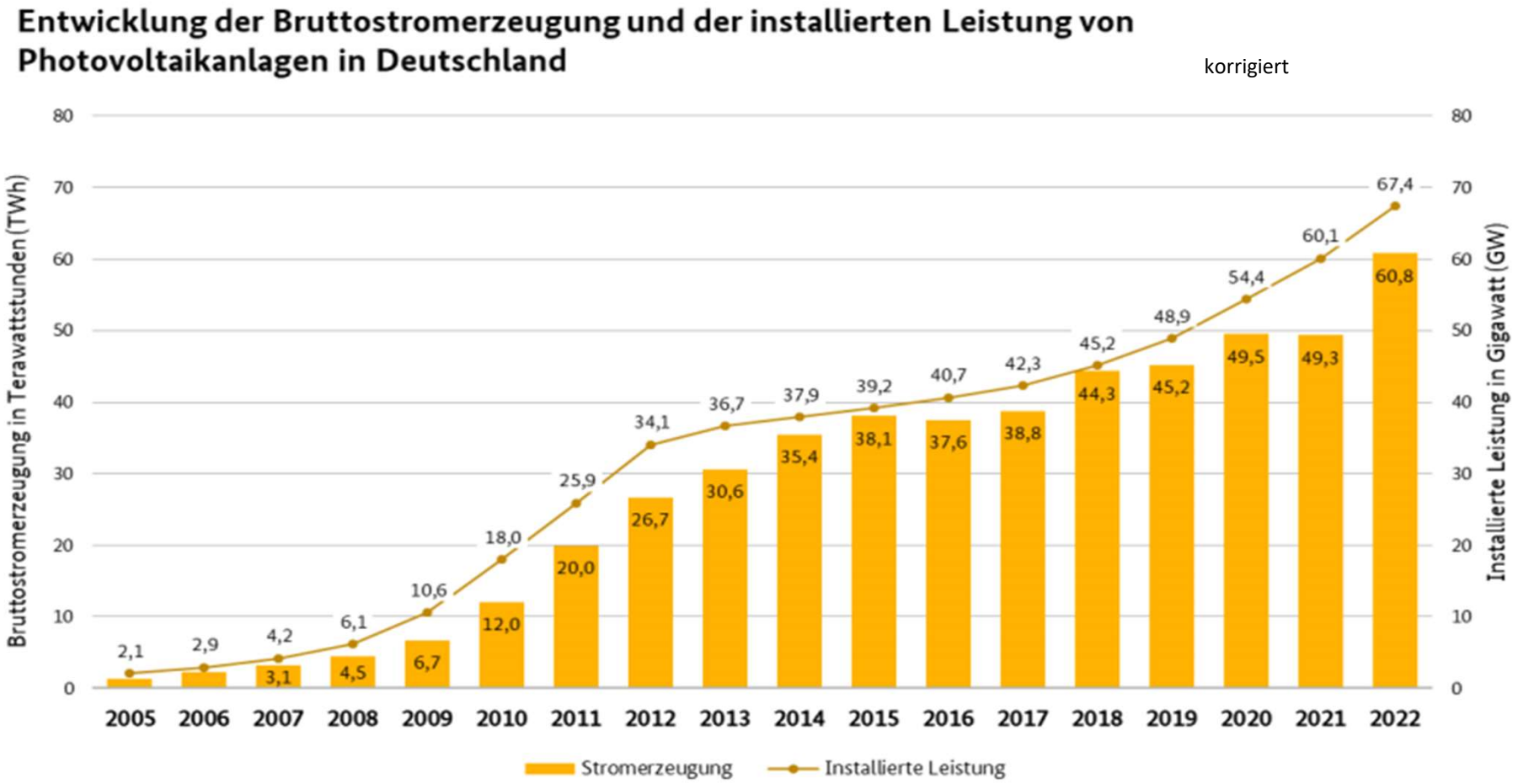
Quelle: BMWK- Erneuerbare Energien in Zahlen, Nationale und internationale Entwicklung 2022, S. 23, 10/2023

Entwicklung von Strombereitstellung und installierte Leistung von Photovoltaikanlagen in Deutschland 1990-2022

Jahr 2022:

Stromerzeugung 60.304 GWh = 60,3 TWh, Installierte Leistung 67.479 = 67,5 GWp

Jahresvolllaststunden 894 h/Jahr von max. 8.760 h/Jahr [1)]



* Daten 2022 vorläufig, Stand 2/2023 Energieeinheit: 1 GWh = 1 Mio. kWh; 1 TWh = 1 Mrd. kWh; Leistungseinheit 1 MW = 1.000 Kilowatt; 1 GW = 1 Mio. KW

1) Ermittlung der Jahresvolllaststunden 2022: Stromerzeugung / installierte Leistung Ende 2022 = 60.304 GWh / 67,479 GWp = 894 h/Jahr

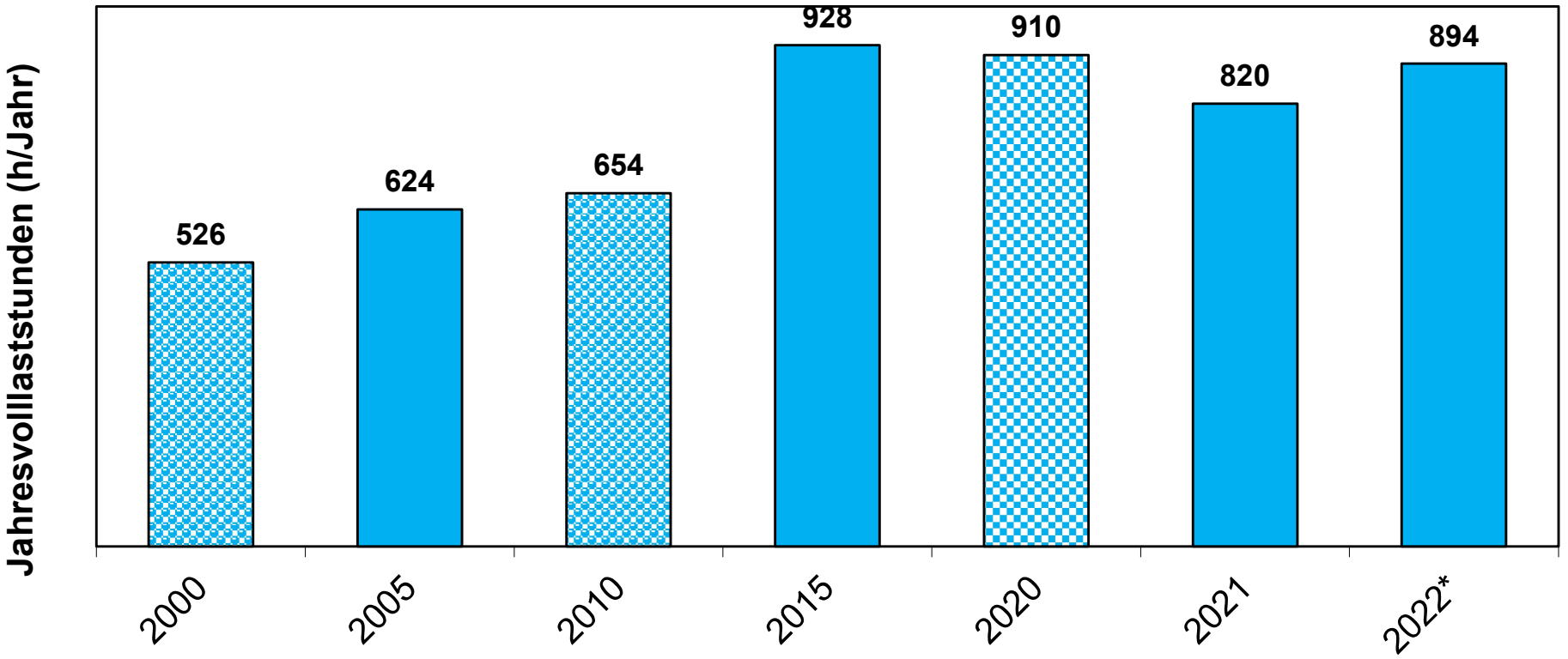
Quelle: Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat); Stand: Februar 2023

Quellen: BMWI – Entwicklung der erneuerbare Energien in Deutschland 2022, Grafik und Zahlenreihen, 2/2023
BMWK- Erneuerbare Energien in Zahlen, Nationale und internationale Entwicklung 2022, S. 23, 10/2023

Entwicklung der Jahresvolllaststunden von Photovoltaikanlagen in Deutschland 2000-2022

Jahr 2022:

Photovoltaikanlagen k.A.
Installierte Leistung zum J-Ende: 67.479 MWp = 67,5 GWp
∅ installierte Leistung k.A. kWp
Brutto-Stromerzeugung GWh = 60.304 TWh (Mrd. kWh)
Jahresvolllaststunden 902 h/a [1)]
(Stromerzeugung 60.304 GWh / Leistung 67,479 GWp)

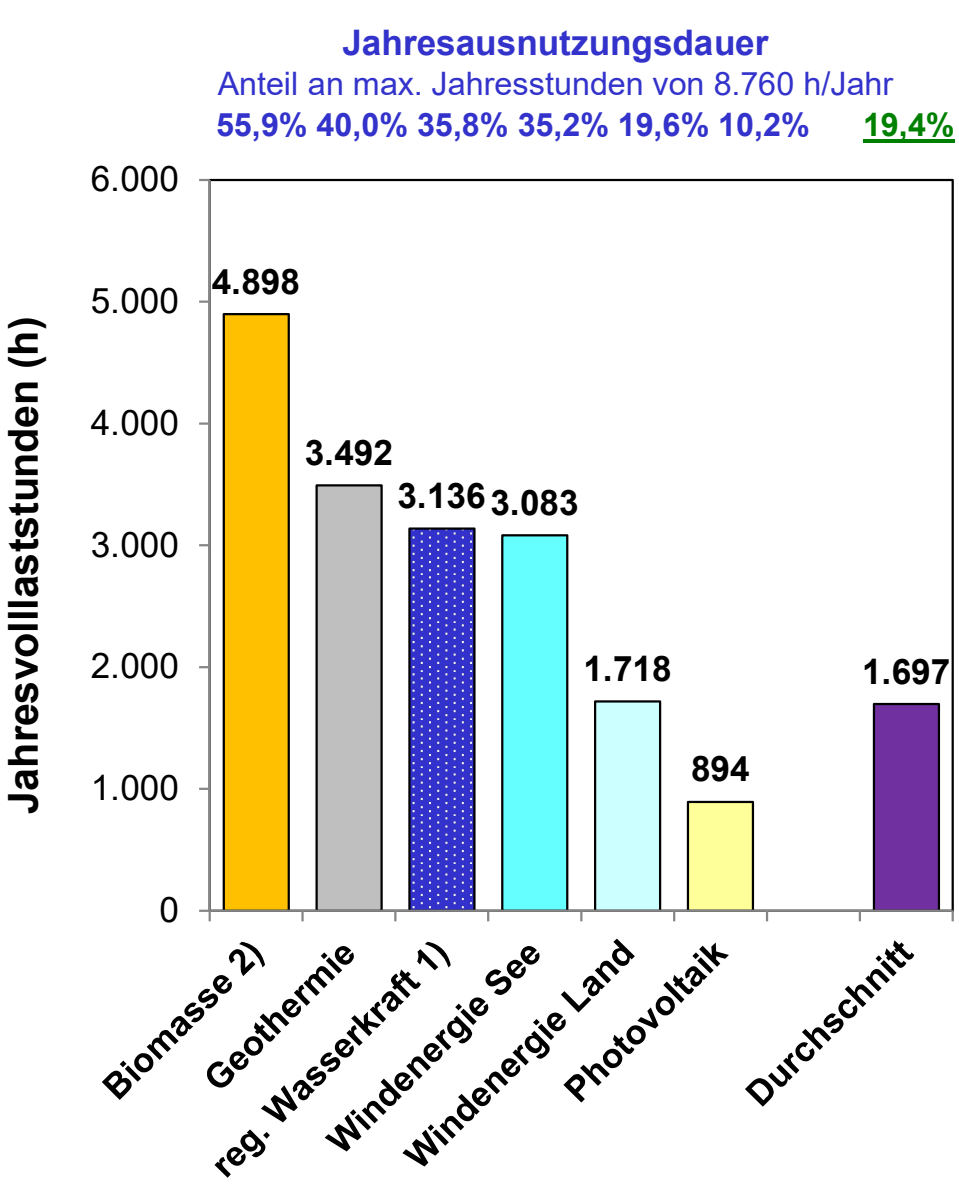


* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

1 Volllaststunden sind ein Maß, das die Ausnutzung einer Stromerzeugungsanlage beschreibt. Der Wert der Volllaststunden wird berechnet, indem man die Stromerzeugungsmenge eines Jahres durch die Nennleistung der Anlage teilt. Die Volllaststunden beschreiben die Anzahl der Stunden eines Jahres, in denen eine Anlage auf Nennleistung (d.h. Volllast) laufen müsste, um die tatsächlich erzeugte Jahresstrommenge bereitzustellen.
Genaueres Ergebnis mit installierter J-Durchschnittleistung anstelle installierter Leistung zum Jahresende

Quelle: BMWK- Entwicklung der erneuerbare Energien in Deutschland 1990-2022, Zahlenreihe 2/2023 ; www.erneuerbare-Energien.de;
BMWK- Erneuerbare Energien in Zahlen, Nationale und internationale Entwicklung 2022, S. 23, 10/2023

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. Wasserkraft1)	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 10^3 / 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

Niedrigste Energieeffizienz beim Einsatz Photovoltaik

Jahresvolllaststunden 894 h/a = 10,2% Anteil an der max. Jahresausnutzungsdauer

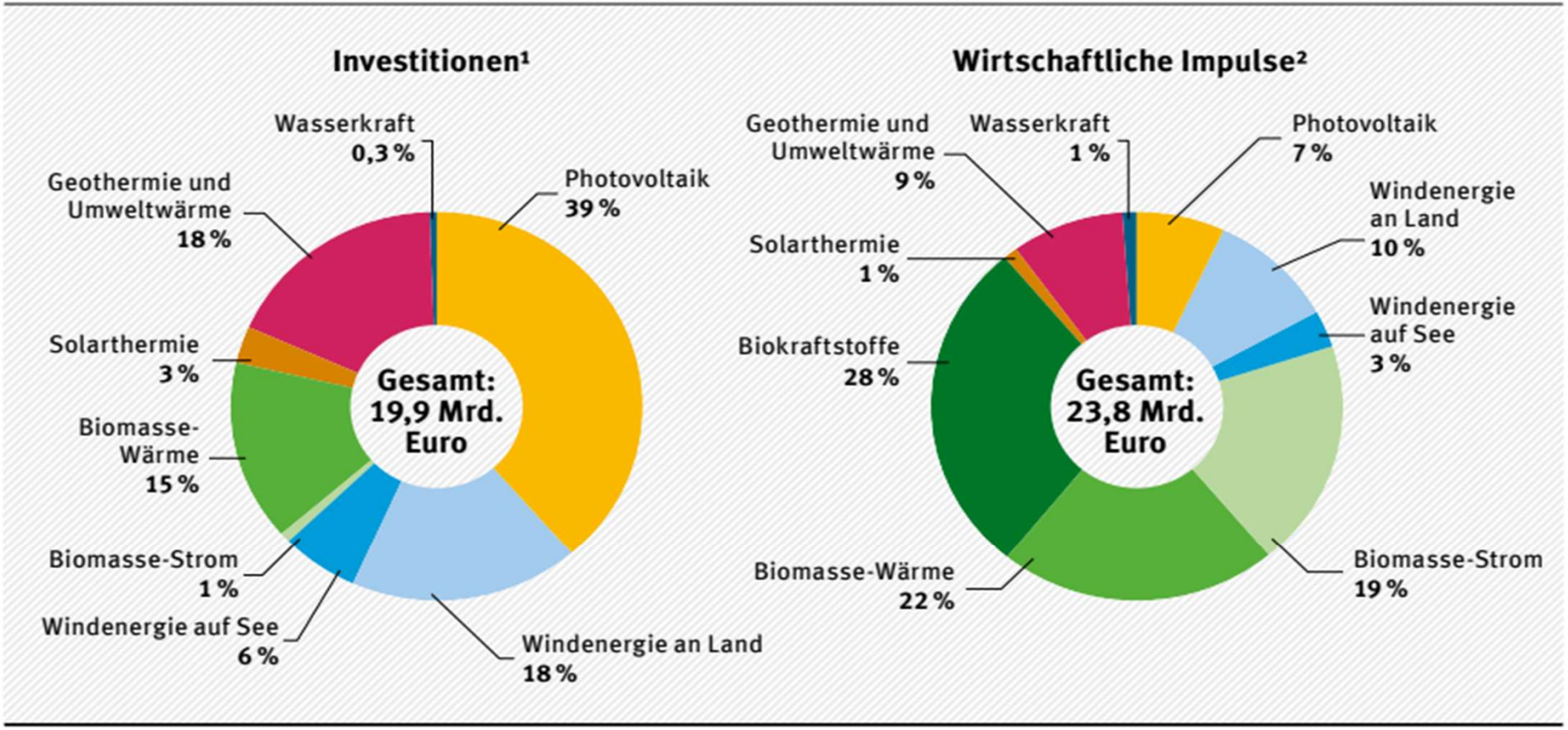
Wirtschaftliche Effekte erneuerbarer Energien in Deutschland im Jahr 2022

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)

Quelle: Berechnung des Zentrums für Sonnenenergie-und Wasserstoff-Forschung (ZSW) aus UBA & AGEE-Stat - EE in Deutschland bis 2022, 3/2023

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

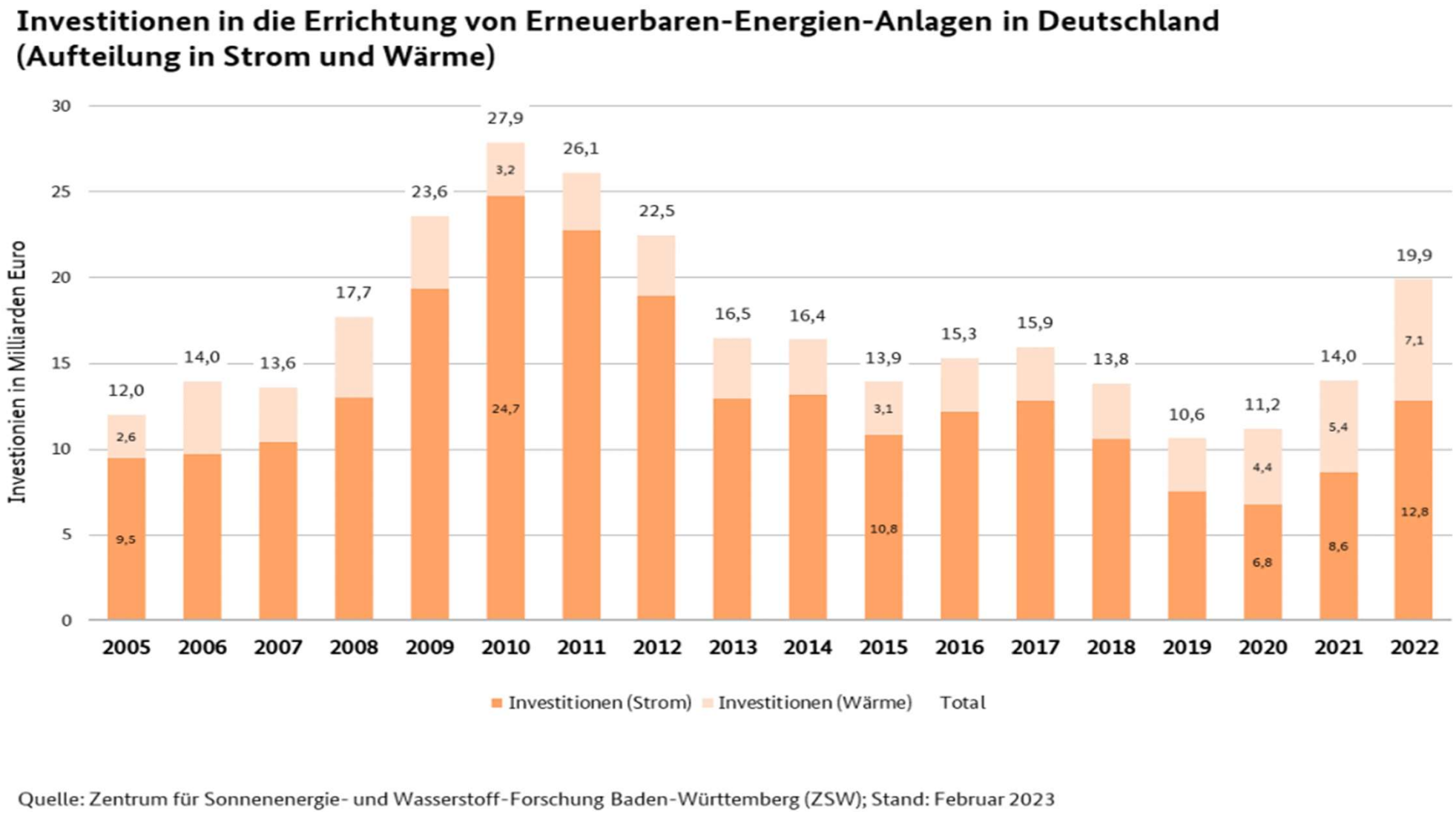
Quelle: Eigene Berechnung des Zentrums für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung (ZSW), Stand: Februar 2023

Quellen: UBA & AGEE-Stat - EE in Deutschland bis 2022, 3/2023; BMWI - Erneuerbare Energien in Deutschland im Jahr 2022, Grafiken 2/2023 aus www.erneuerbare-energien.de

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%)



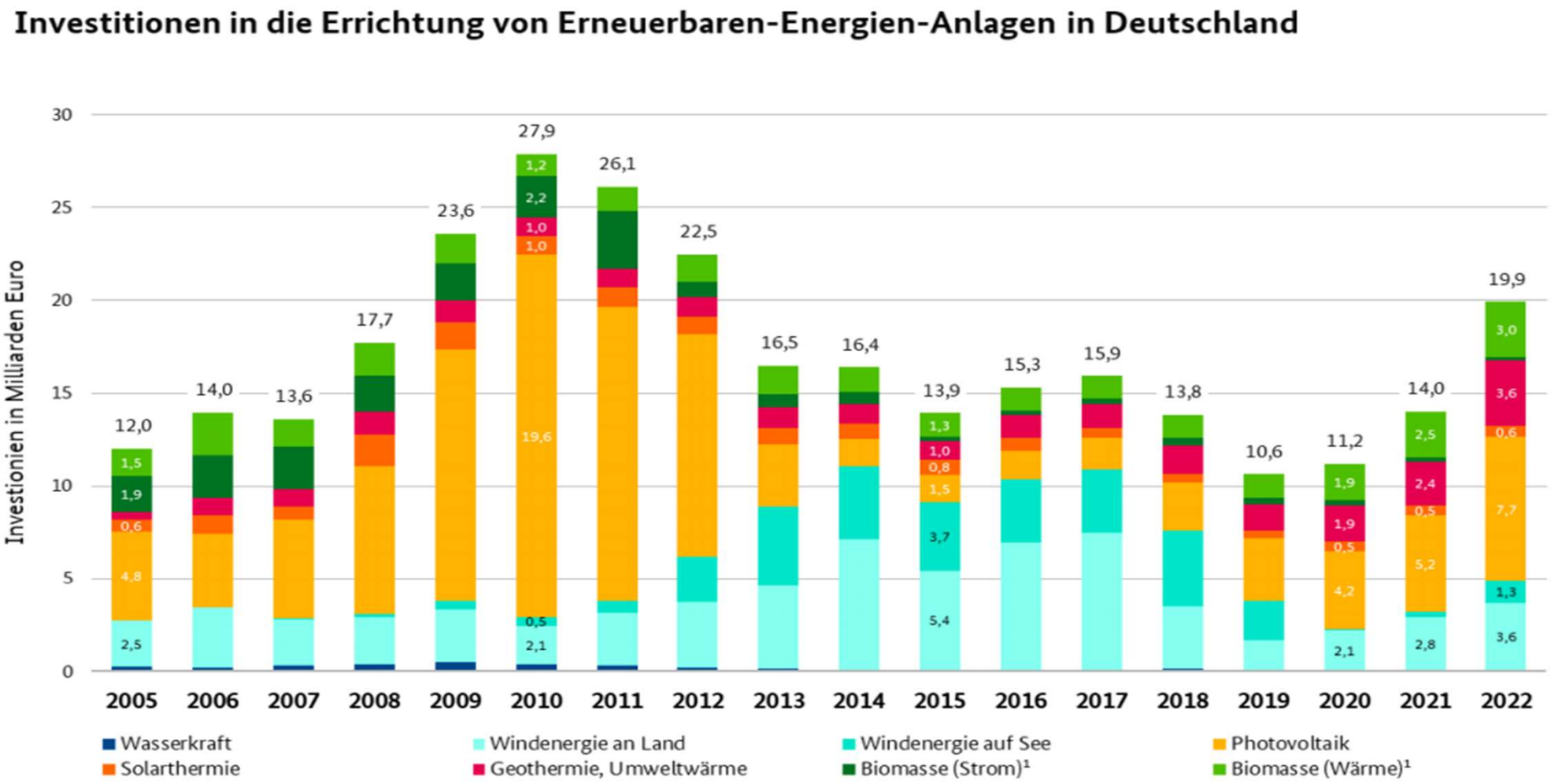
Quelle: Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW); Stand: Februar 2023

Quelle: BMWI - Erneuerbare Energien in Deutschland im Jahr 2022, Grafiken 2/2023 aus www.erneuerbare-energien.de;

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%)



¹ Feste, flüssige und gasförmige biogene Brennstoffe

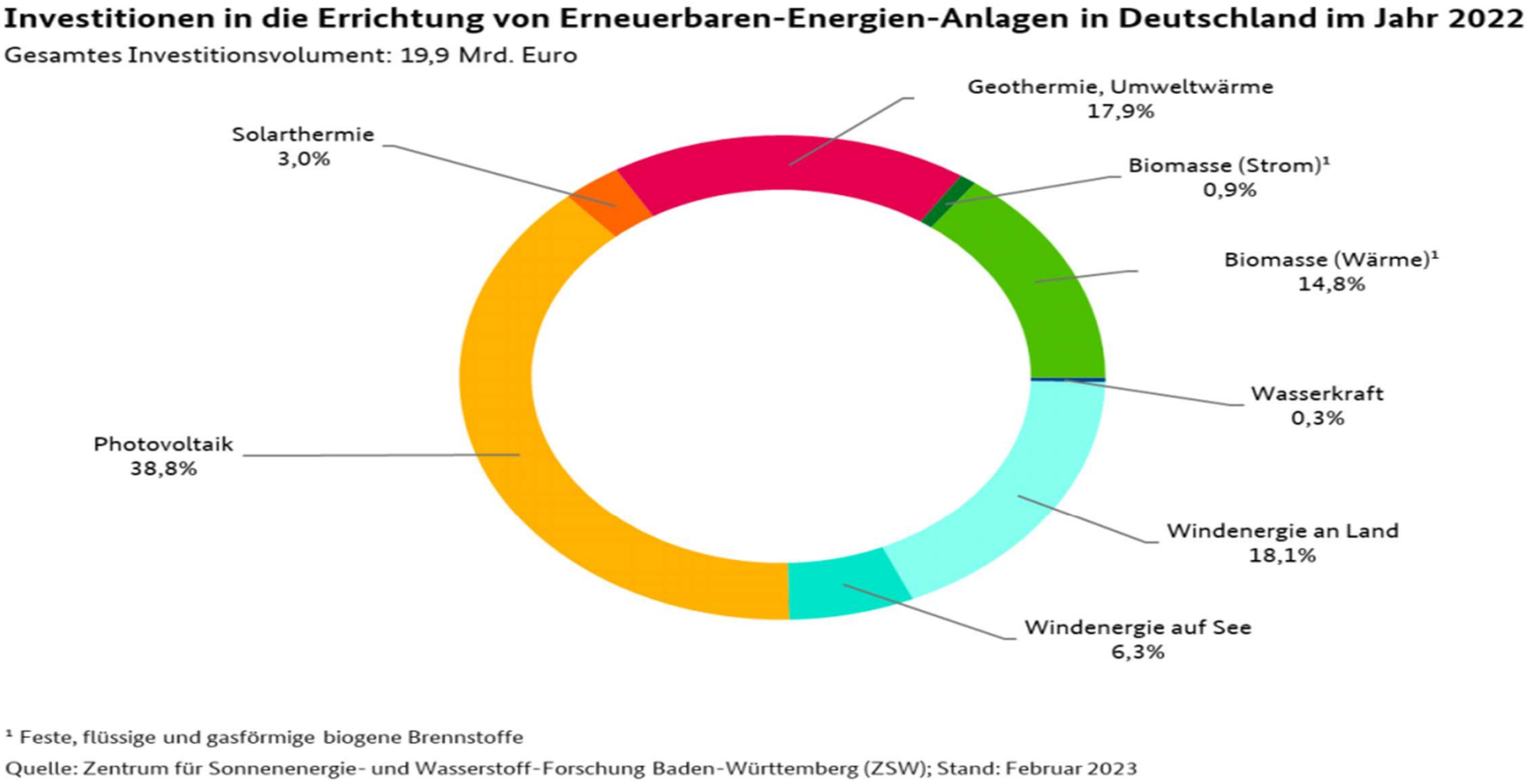
Quelle: Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW); Stand: Februar 2023

Quelle: BMWI - Erneuerbare Energien in Deutschland im Jahr 2022, Grafiken 2/2023 aus www.erneuerbare-energien.de;

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%)



* 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

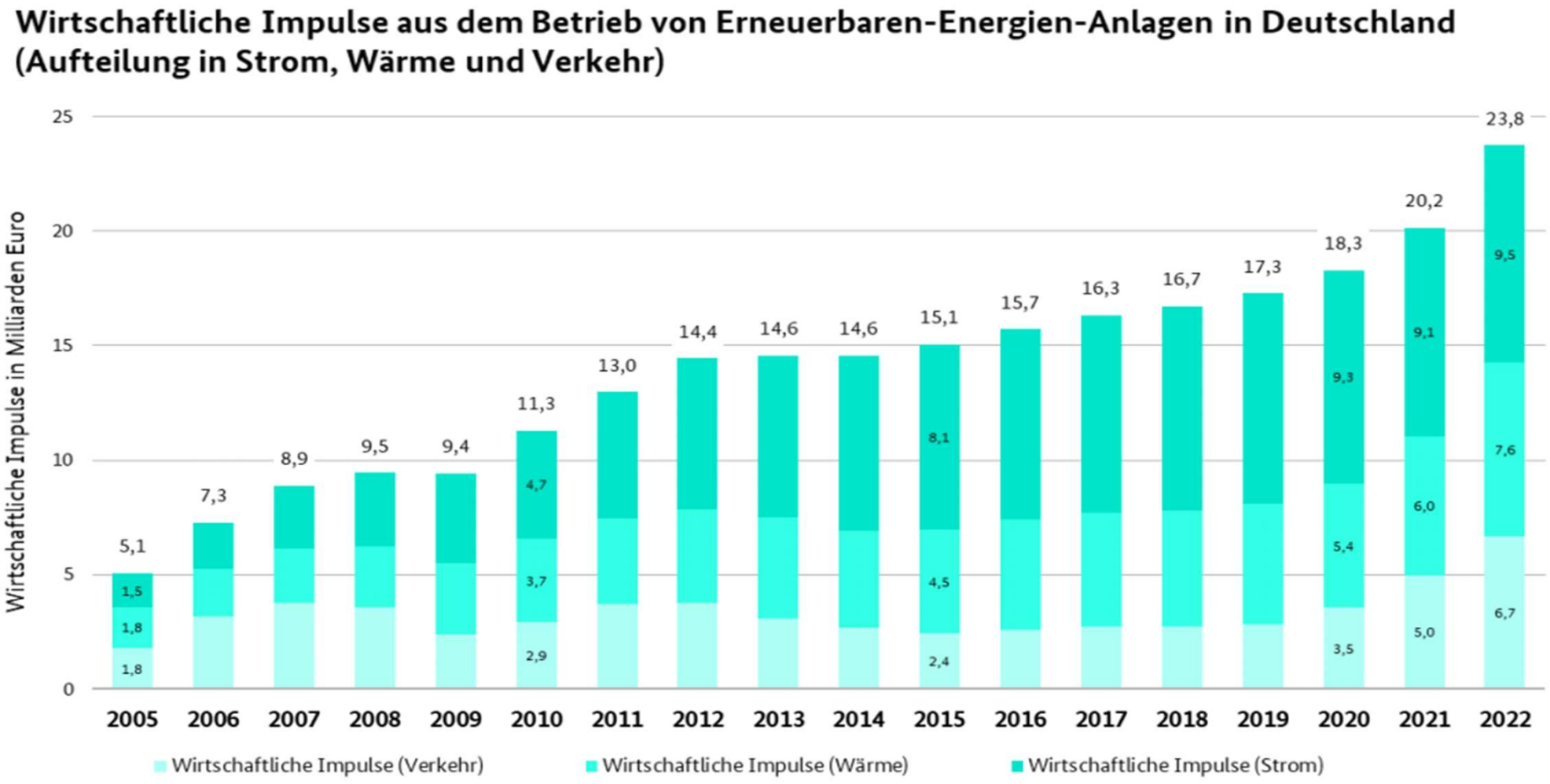
Quelle: Eigene Berechnung des Zentrums für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung (ZSW), Stand: Februar 2023

Quelle: UBA & AGEE-Stat - EE in Deutschland 2022, 3/2023; 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 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%)



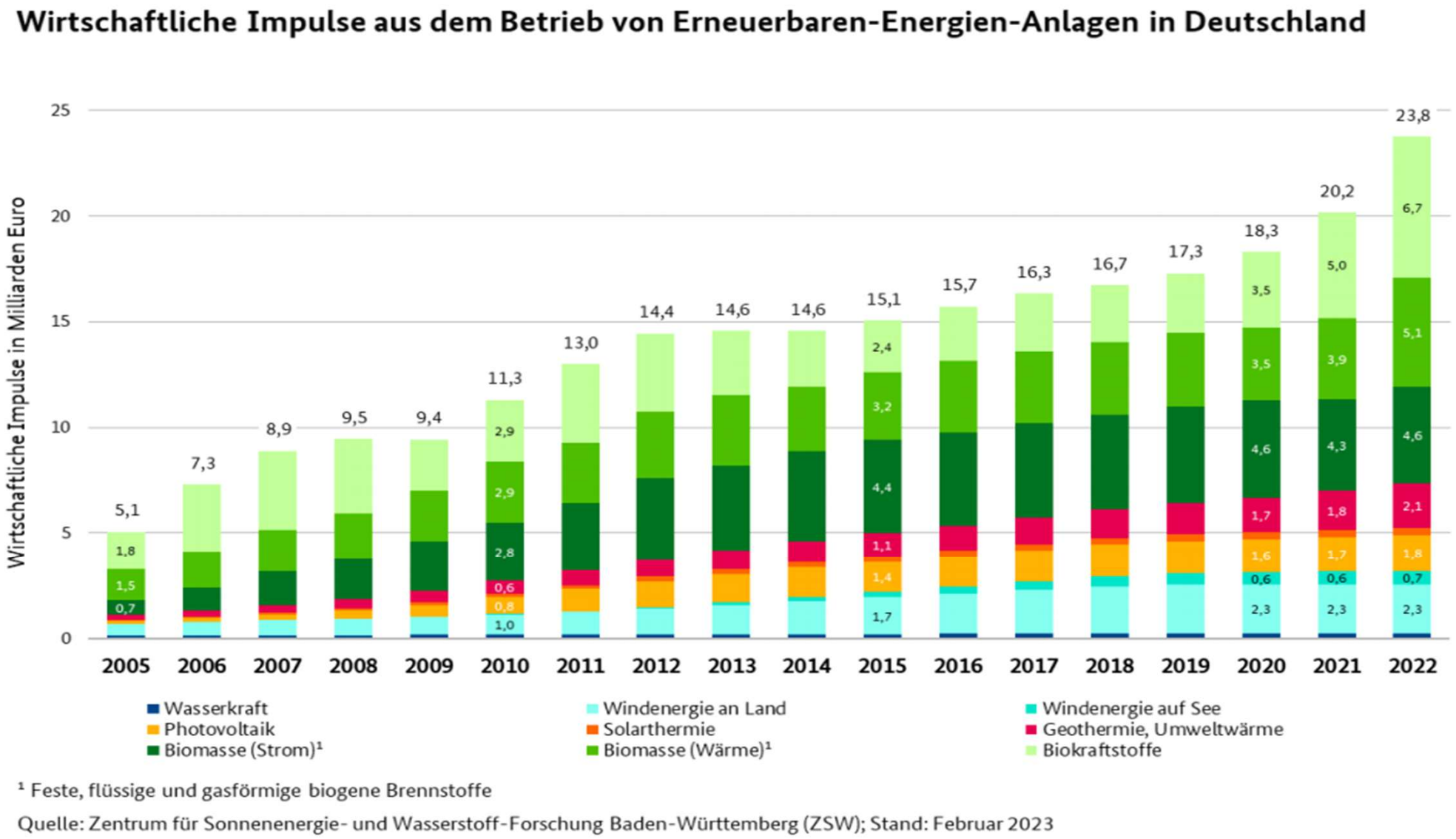
Quelle: Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW); Stand: Februar 2023

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%)



¹ Feste, flüssige und gasförmige biogene Brennstoffe

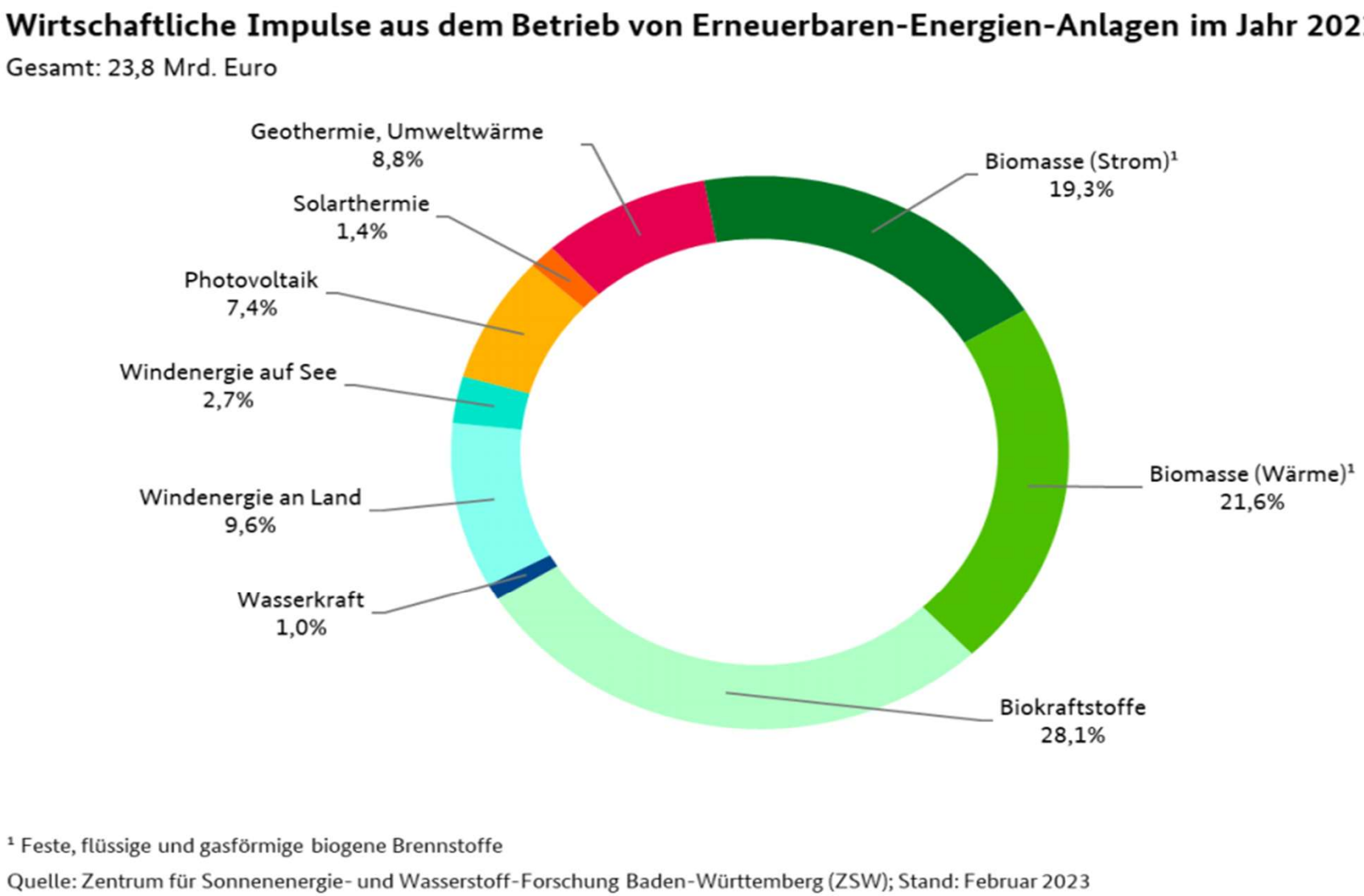
Quelle: Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW); Stand: Februar 2023

Quellen: BMWI - Erneuerbare Energien in Deutschland im Jahr 2022, Grafiken 2/2023 aus www.erneuerbare-energien.de

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. €

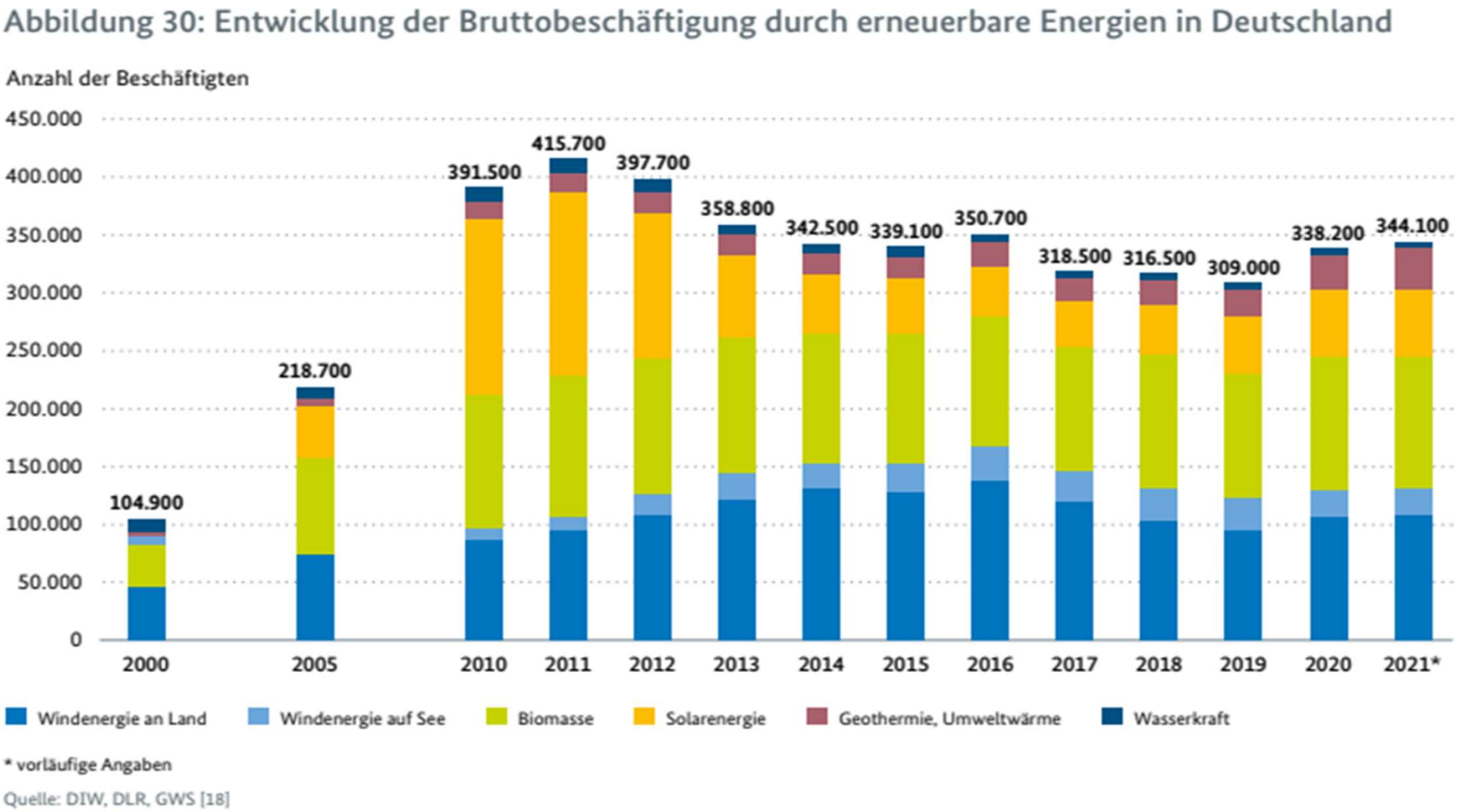
Beiträge Strom 9,5 Mrd. € (40,0%), Wärme 7,57 Mrd. € (31,9%), Kraftstoffe 6,68 Mrd. € (28,1%)



Quellen: BMWI - Erneuerbare Energien in Deutschland im Jahr 2022, Grafiken 2/2023 aus www.erneuerbare-energien.de

Entwicklung Bruttobeschäftigte durch erneuerbare Energien nach Technologien in Deutschland 2000-2021 (1)

Jahr 2021: Gesamt 344.100 Beschäftigte

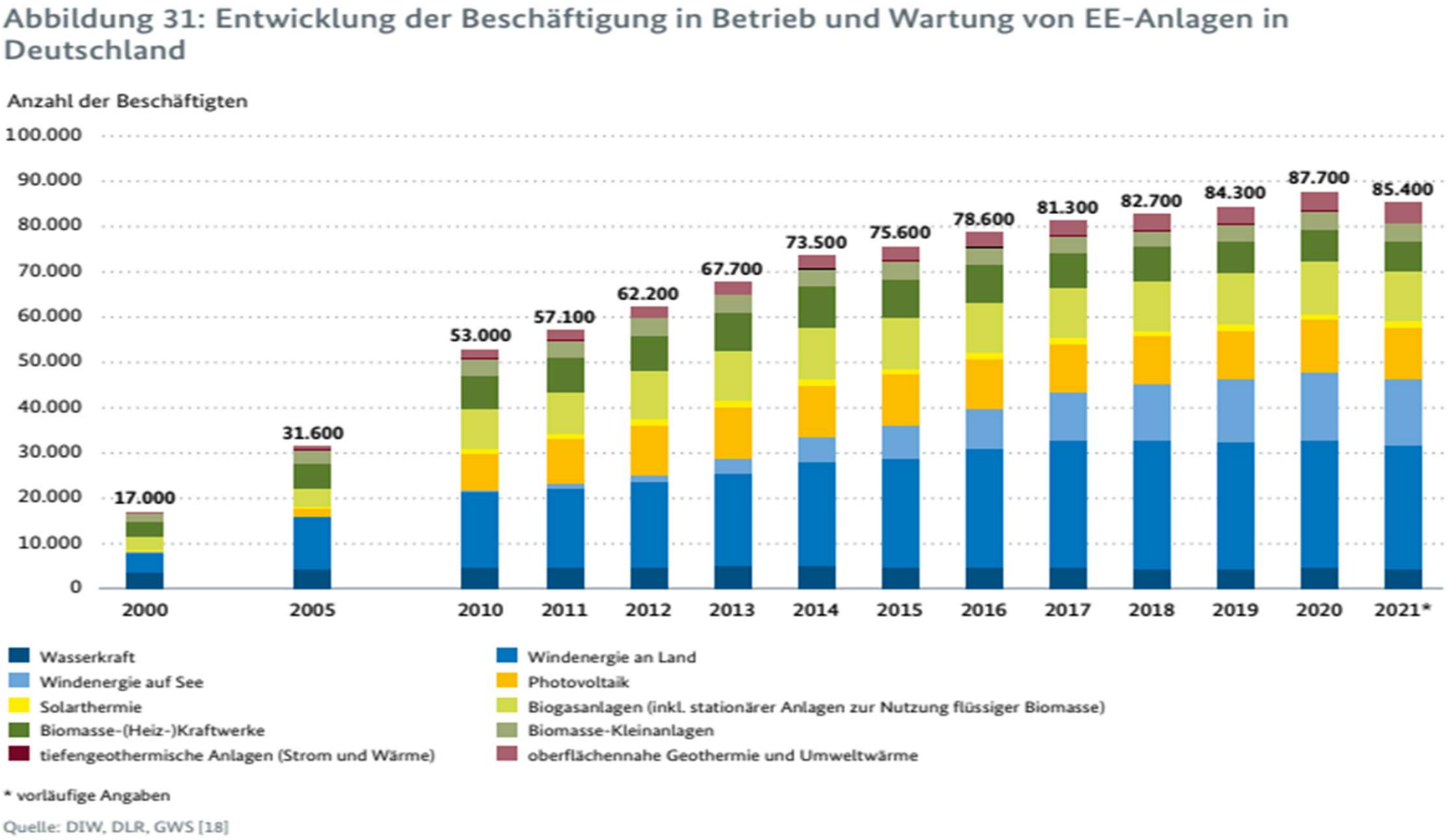


* Daten 2021 vorläufig, Stand 10/2023

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



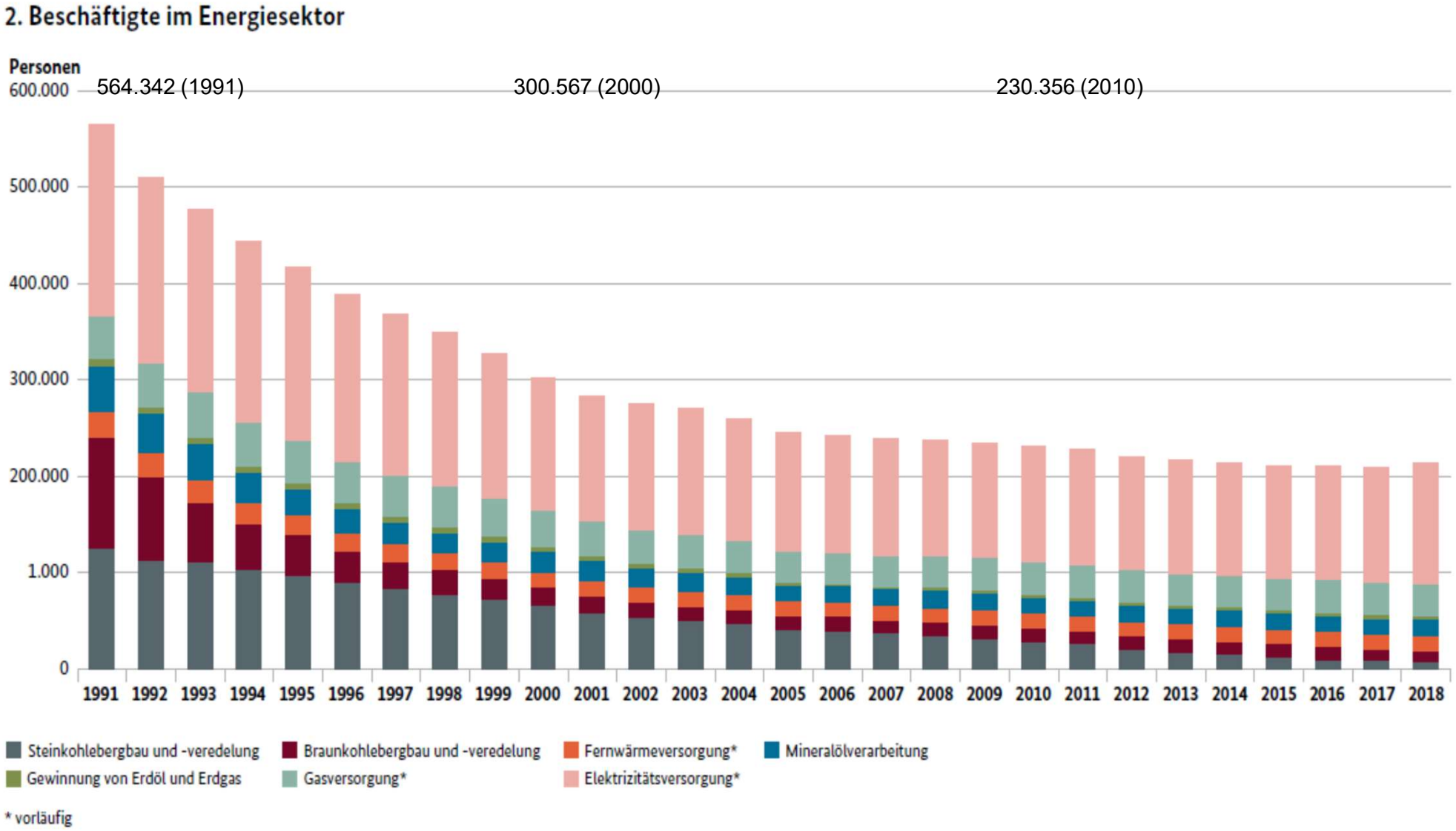
* Daten 2021 vorläufig, Stand 2/2023

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

Jahr 2018: Gesamt 212.833 Beschäftigte ; Veränderung 1991/2018 – 62,3%

davon Elektrizitätsversorgung (Anteil 59,6%), Veränderung 1991/2018 – 36,8%



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 benachteiligen 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

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]

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.

Quelle: BMWI – Erneuerbare Energien in Zahlen - Nationale und internationale Entwicklung 2022, S. 40-44, 10/2023, www.erneuerbare-Energien.de

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.

Quelle: BMWI – Erneuerbare Energien in Zahlen - Nationale und internationale Entwicklung 2022, S. 40-44, 10/2023, www.erneuerbare-Energien.de

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 Mehrparteiengebäuden

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 Mehrparteiengebäuden 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 Bundesregierung 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

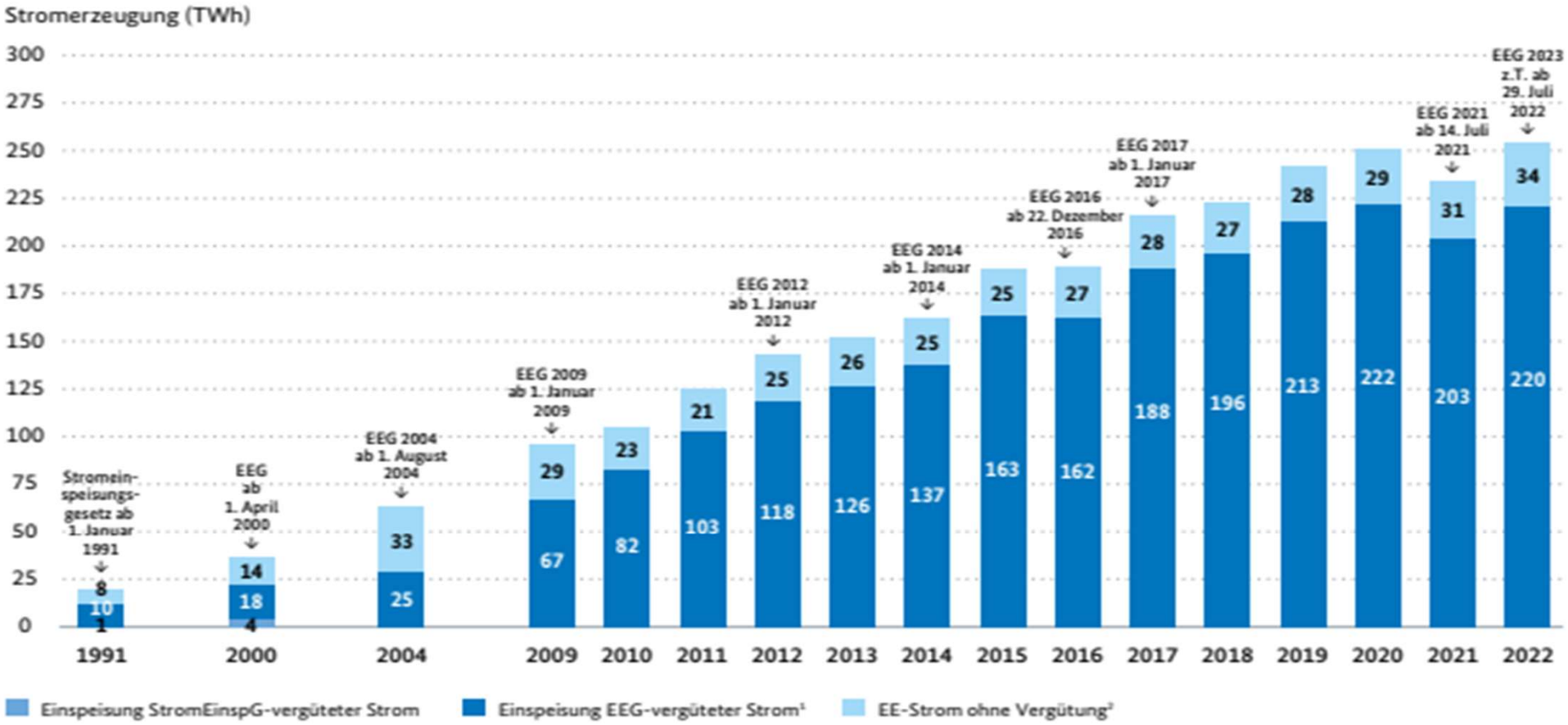
Quelle: BMWI – Erneuerbare Energien in Zahlen - Nationale und internationale Entwicklung 2022, S. 40-46, 10/2023, www.erneuerbare-Energien.de

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 selbstverbrauchter 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])

aus BMWI – Erneuerbare Energien in Zahlen - Nationale und internationale Entwicklung , S. 45, 10/2023, www.erneuerbare-Energien.de

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 Forschungskooperationen. 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 schnellaufenden 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.

Quelle: BMWI – Erneuerbare Energien in Zahlen, Nationale und internationale Entwicklung 2022, S. 64, 10/2023

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

Quelle: BMWI – Erneuerbare Energien in Zahlen - Nationale und internationale Entwicklung 2022, S. 65, Stand 10/2023, www.erneuerbare-Energien.de

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.

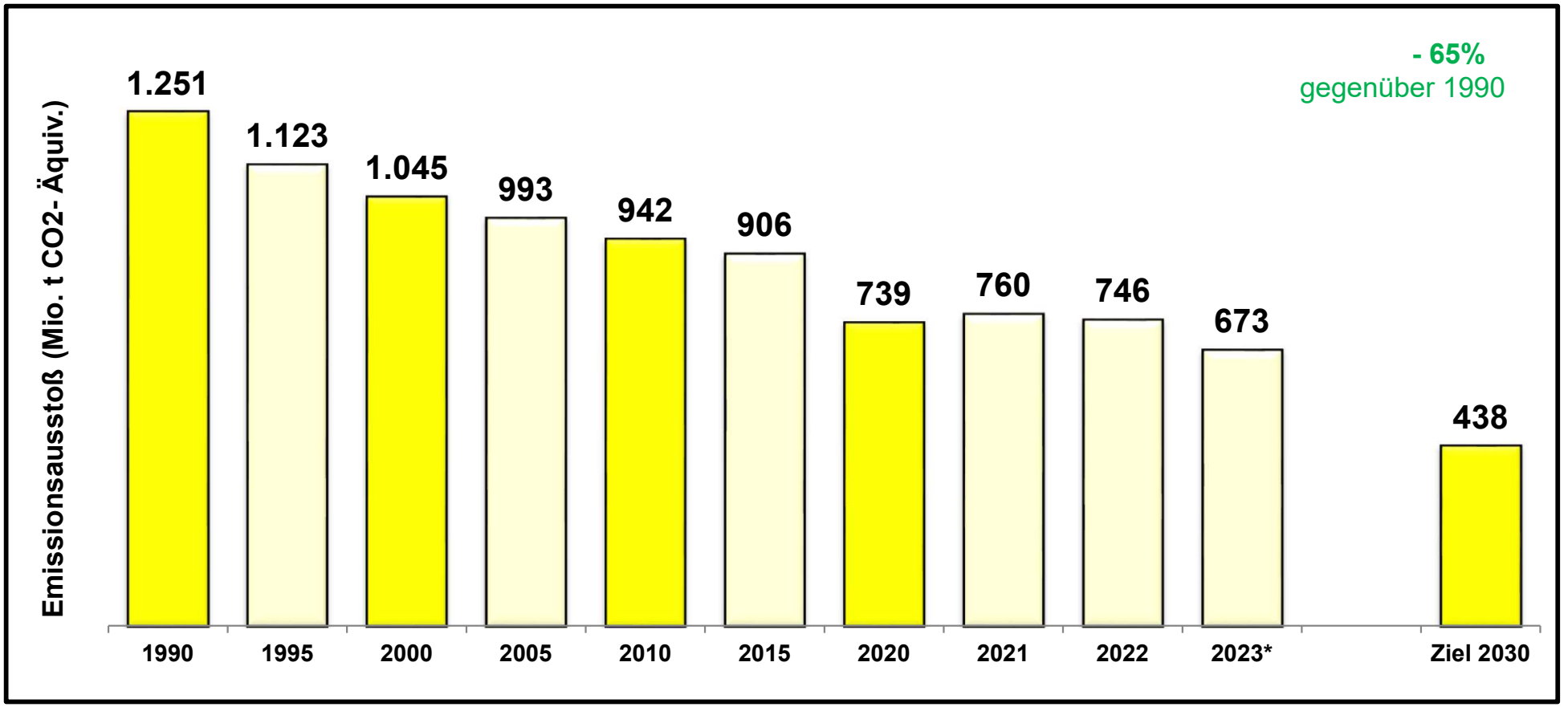
Quelle: UBA – Indikatorenbericht, Daten zur Umwelt 1/2024

Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen (THG) (ohne LULUCF) in Deutschland 1990-2023, Ziel 2030 nach Novelle Klimaschutzgesetz 2023

Jahr 2023: Gesamt 673 Mio. t CO_2-Äquivalent ohne LULUCF; Veränderung 1990/2023 – 46,2%

8,0t CO_2-Äquivalent/Kopf

ohne CO_2 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 CO_2, CH_4, N_2O **aus 1990** und F-Gase HFCs, PFCs und SF_6 **aus 1995**.
Für das Treibhausgas-Minderungsziel im Rahmen des Kyoto-Prozesses wird je nach emittiertem Gas das Basisjahr 1990 bzw. 1995 zugrunde gelegt.

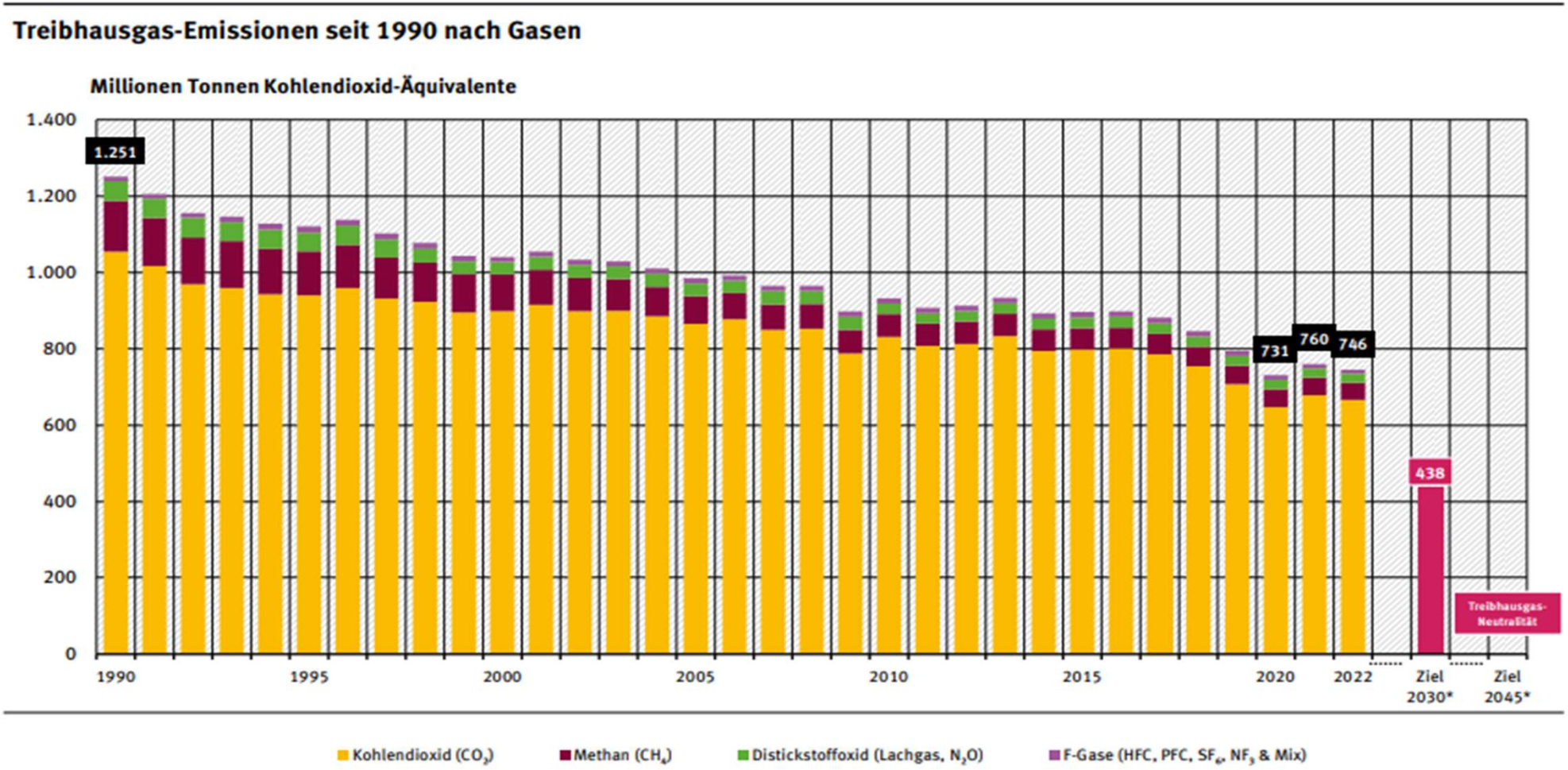
2) Nachrichtlich Jahr 2021: Schätzung CO_2 aus Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft 11,5 Mio t CO2 äquiv, somit THG mit LULUCF 774 – 11,5 = 762 Mio t $CO_{2\ äquiv}$.

Quellen: Umweltbundesamt (UBA) aus BMWI Energiedaten, Tab. 10; 1/2022; Stat. BA 3/2022; Agora Energiewende 2023, 1/2024

Entwicklung Treibhausgas-Emissionen (THG) nach Gasen (ohne LULUCF) in Deutschland 1990-2022, Ziele 2030/45

Jahr 2022: Gesamt 746 Mio. t CO_2-Äquivalent; Veränderung 1990/2022 – 40,4%*

8,9 t CO_2-Äquivalent/Kopf



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)

Daten 2022 vorläufig, Stand 3/2023

Durchschnittliche Bevölkerung 2022 83,4 Mio.

Quelle: UBA 3/2023

Treibhausgasemissionen nach Sektoren in Deutschland 2023, Auszug (1)

1.1 Sektorüberblick

Deutschlands Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) sanken im Jahr 2023 auf 673 Millionen Tonnen $CO_{2\text{-}Äq}$ (Mio. t $CO_{2\text{-}Äq}$) und damit auf den niedrigsten Stand seit 70 Jahren. Gegenüber 2022 beträgt der Rückgang 73 Mio. t $CO_{2\text{-}Äq}$ beziehungsweise 10 Prozent. Bezogen auf 1990, das Referenzjahr für Deutschlands Klimaziele, fielen die Emissionen um 578 Mio. t $CO_{2\text{-}Äq}$ beziehungsweise 46 Prozent. Die Emissionen lagen 49 Mio. t $CO_{2\text{-}Äq}$ unter dem aus dem Klimaschutzgesetz für 2023 abgeleiteten Jahresziel von 722 Mio. t $CO_{2\text{-}Äq}$. Allerdings sind nur rund 15 Prozent des $CO_{2\text{-}Äq}$-Rückgangs 2023 langfristige Emissionseinsparungen, die sich vor allem aus dem Zubau Erneuerbarer Energien, Effizienzsteigerungen sowie dem Umstieg auf $CO_{2\text{-}Äq}$-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 Prozent[1] 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 schrumpfte[2].

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 CO_2-Ausstoß senkte.

Der Emissionsrückgang von 73 Millionen Tonnen $CO_{2\text{-}Äq}$ gegenüber dem Vorjahr lag damit noch über den Rückgängen in den Jahren 2009 (-67 Mio. t $CO_{2\text{-}Äq}$) und 2020 (-64 Mio. t $CO_{2\text{-}Äq}$), als die Wirtschaftsleistung aufgrund der Finanzkrise um -5,7 Prozent beziehungsweise aufgrund der Coronakrise um -3,8 Prozent[3] einbrach.

Insgesamt erreichten die Sektoren Energiewirtschaft (-46 Mio. t $CO_{2\text{-}Äq}$) und Industrie (-20 Mio. t $CO_{2\text{-}Äq}$) die größten Einsparungen; beide Sektoren haben die Vorgaben des Klimaschutzgesetzes eingehalten. Die Sektoren Gebäude (-3 Mio. t $CO_{2\text{-}Äq}$) und Verkehr (-3 Mio. t $CO_{2\text{-}Äq}$) verzeichneten keine signifikanten Emissionsrückgänge und verfehlten ihr Sektorziel zum vierten beziehungsweise dritten Mal in Folge.

Der Landwirtschaftssektor verursachte 61 Mio. t $CO_{2\text{-}Äq}$, ein Rückgang um 1 Mio. t $CO_{2\text{-}Äq}$ gegenüber dem Vorjahr. Abfallwirtschaft und Sonstige trugen 2023 unverändert 4 Mio. t $CO_{2\text{-}Äq}$ zu den Gesamtemissionen bei.

1.2 Energiewirtschaft

Die Emissionen der Energiewirtschaft sanken im Jahr 2023 auf 210 Mio. t $CO_{2\text{-}Äq}$ und verzeichneten damit ein sattes Minus von 46 Mio. t $CO_{2\text{-}Äq}$ (-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 $CO_{2\text{-}Äq}$ im Jahr 2030. Um dieses Ziel zu erreichen, sind zwischen 2022 und 2030 durchschnittlich rund 18,5 Mio. t $CO_{2\text{-}Äq}$ Minderung pro Jahr nötig. Rechnet man dies auf 2023 um, liegt das Zwischenziel bei 238 Mio. t $CO_{2\text{-}Äq}$. Diese Marke wurde mit 28 Mio. t $CO_{2\text{-}Äq}$ 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

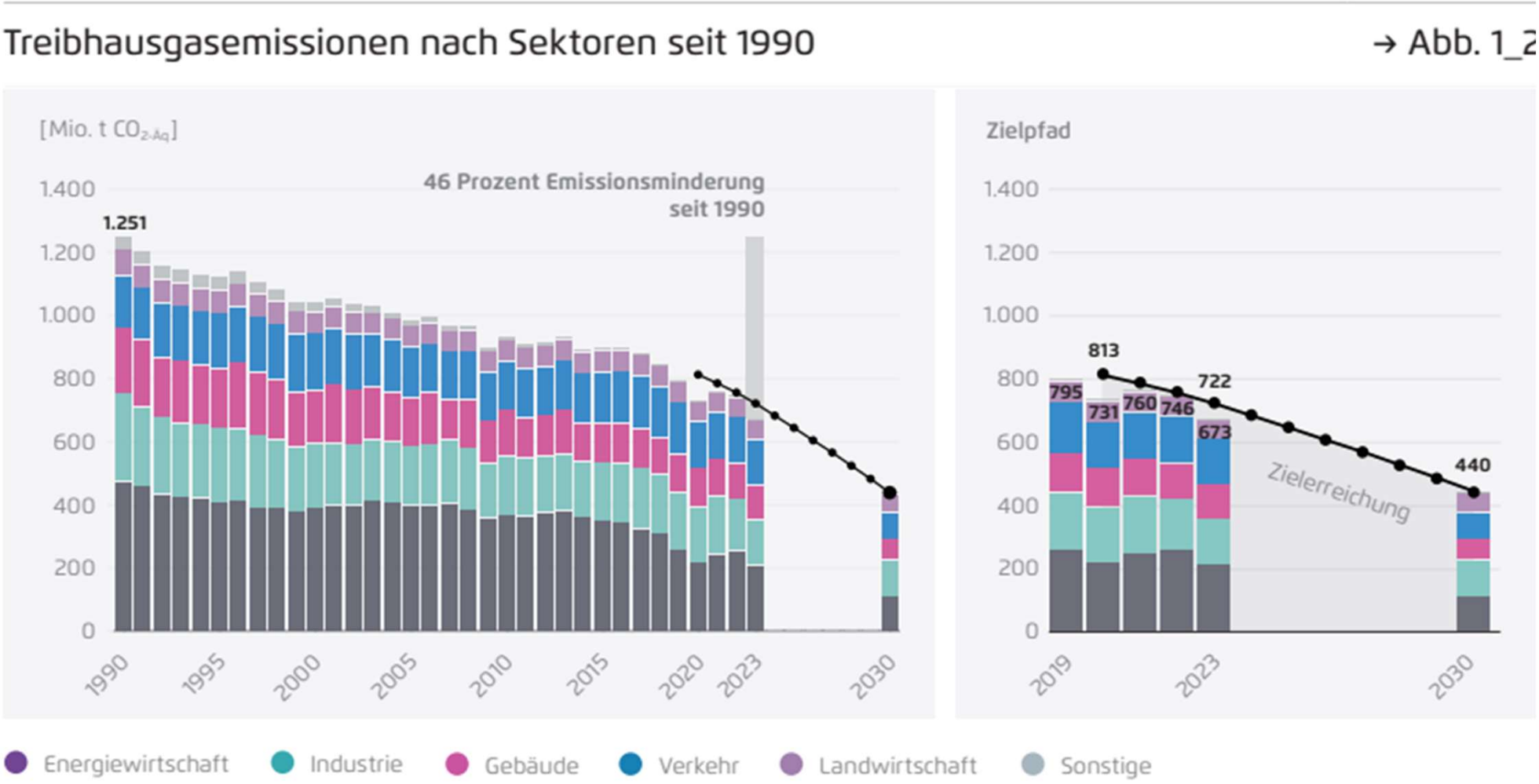
* Daten 2023 vorläufig, Stand: 1/2024 **Ziele der Bundesregierung 2030 Bevölkerung (Jahresdurchschnitt nach Zensus 2011) 2023: 83,8 Mio

Quelle: Agora Energiewende: Die Energiewende in Deutschland: Stand der Dinge 2023, S.11/12, 1/2024

Treibhausgasemissionen nach Sektoren in Deutschland 1990-2023, Ziel 2030 (2)

Jahr 2023: Gesamt 673 Mio. t CO_2-Äquivalent ohne LULUCF; Veränderung 1990/2023 – 46,2%

8,0t CO_2-Äquivalent/Kopf



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

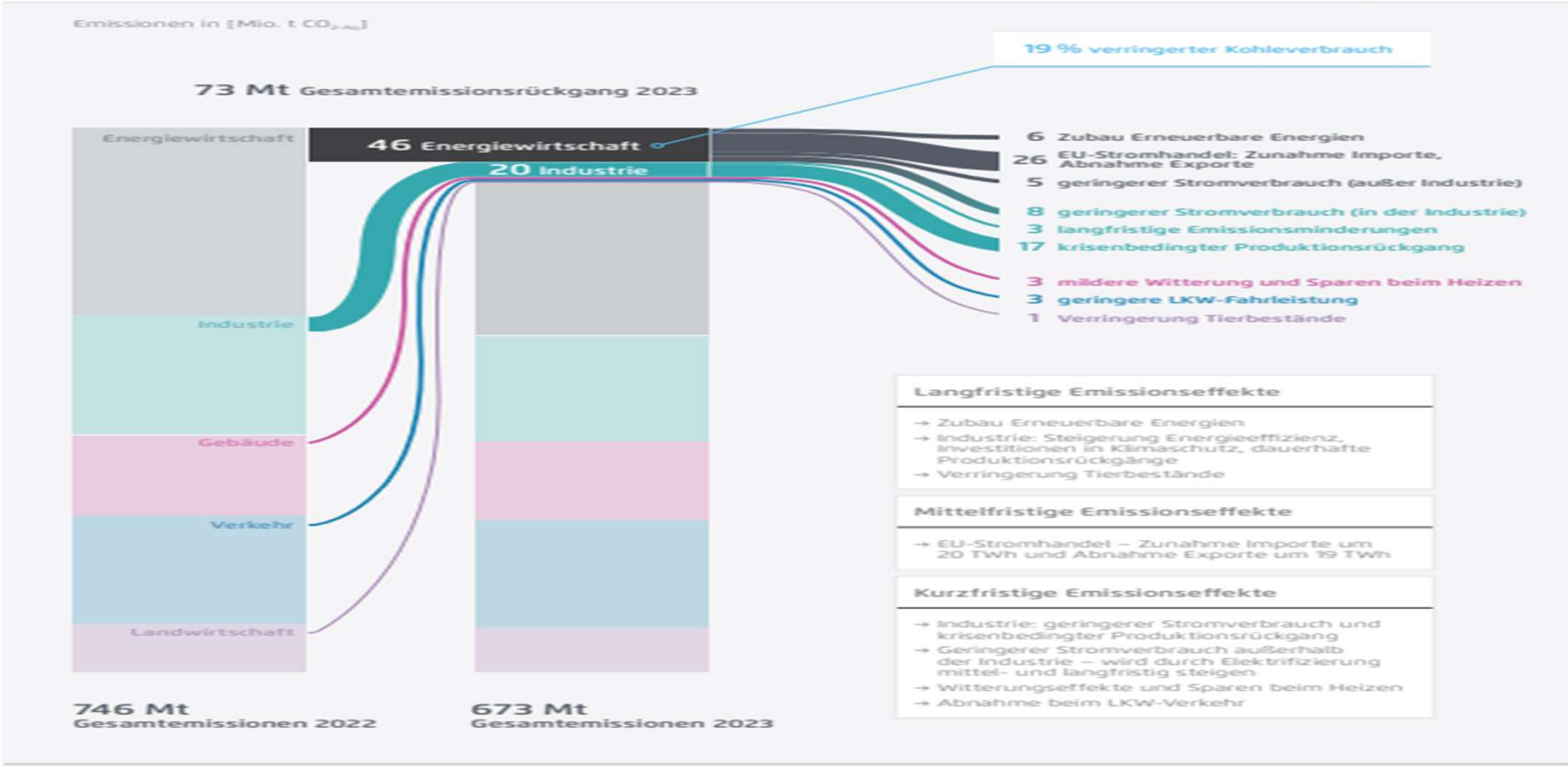
Treibhausgasemissionen in Deutschland 2022/23 **(3)**

Jahr 2023: Gesamt 673 Mio. t CO_2-Äquivalent ohne LULUCF; Veränderung 1990/2023 – 46,2%

8,0t CO_2-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 Treibhausgasemissionen nach Sektoren in Deutschland 1990-2020 und Ziele nach Novelle Klimaschutzgesetz bis 2030 (4)

Gesamt Jahr 1990 = Ist 1.249; Jahr 2020 = Ist 739; Jahr 2030 Ziel 438 Mio. t CO_2-Äquivalent ohne LULUCF

Datenanhang zu Abbildung 15: Entwicklung der Treibhausgase und vorgesehene Jahresemissionsmengen nach Sektoren in Millionen Tonnen CO_2-Äquivalente

Entwicklung der Treibhausgase nach Sektoren

Sektor	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2019	2020
Energiewirtschaft	466	400	385	397	368	347	258	221
Industrie	284	244	208	191	188	188	187	178
Verkehr	164	176	181	160	153	162	164	146
Gebäude	210	188	167	154	149	124	123	120
Landwirtschaft	87	74	72	69	69	72	68	66
Abfallwirtschaft und Sonstiges	38	38	28	21	15	11	9	9

Vorgesehene Jahresemissionsmengen nach Anlage 2 des Klimaschutzgesetzes

Sektor	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Energiewirtschaft	280		257								108
Industrie	186	182	177	172	165	157	149	140	132	125	118
Verkehr	150	145	139	134	128	123	117	112	105	96	85
Gebäude	118	113	108	102	97	92	87	82	77	72	67
Landwirtschaft	70	68	67	66	65	63	62	61	59	57	56
Abfallwirtschaft und Sonstiges	9	9	8	8	7	7	6	6	5	5	4

Quellen: UBA (2021a), UBA (2021b), Bundesregierung (2021)

Quelle: BMWI – Klimaschutz in Zahlen 2021, 6/2021

Entwicklung Treibhausgas-Emissionen (THG) nach Sektoren in Deutschland 1990/2021 (5)

Jahr 2021: Gesamt 772 Mio. t CO_2-Äquivalent ohne LULUCF; Veränderung 1990/2021 – 38,2%*

9,3 t CO_2-Äquivalent/Kopf

Pos.	Benennung	Treibhausgase Mio. t CO_2-Äquivalent		Anteile 2021 (%)	Veränderung 1990/2021 (%)
		1990	2021		
ohne CO_2 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

Emissionstrends und Handlungsfelder in den Sektoren in Deutschland 2020-2030

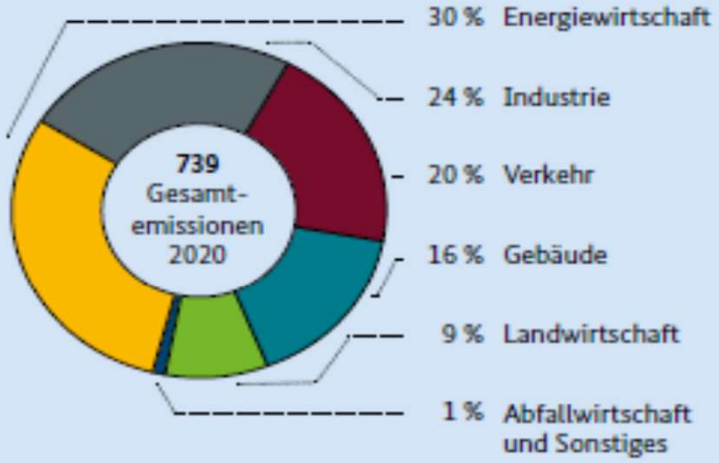
Jahr 2020: Gesamt 739 Mio. t CO_2-Äquivalent ohne LULUCF; Veränderung 1990/2021 – 40,8%

8,8 t CO_2-Äquivalent/Kopf

3. Emissionstrends und Handlungsfelder in den Sektoren

Zusammenfassung

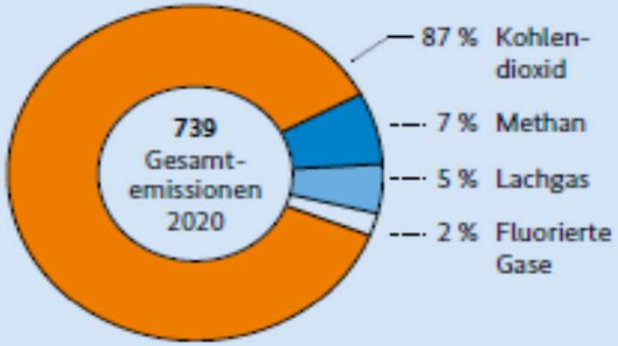
Abbildung 12: Treibhausgasemissionen in Deutschland nach Sektoren (2020)



Millionen Tonnen CO_2-Äquivalente

Quelle: UBA (2021a)

Abbildung 13: Treibhausgasemissionen in Deutschland nach Treibhausgasen (2020)



Millionen Tonnen CO_2-Äquivalente

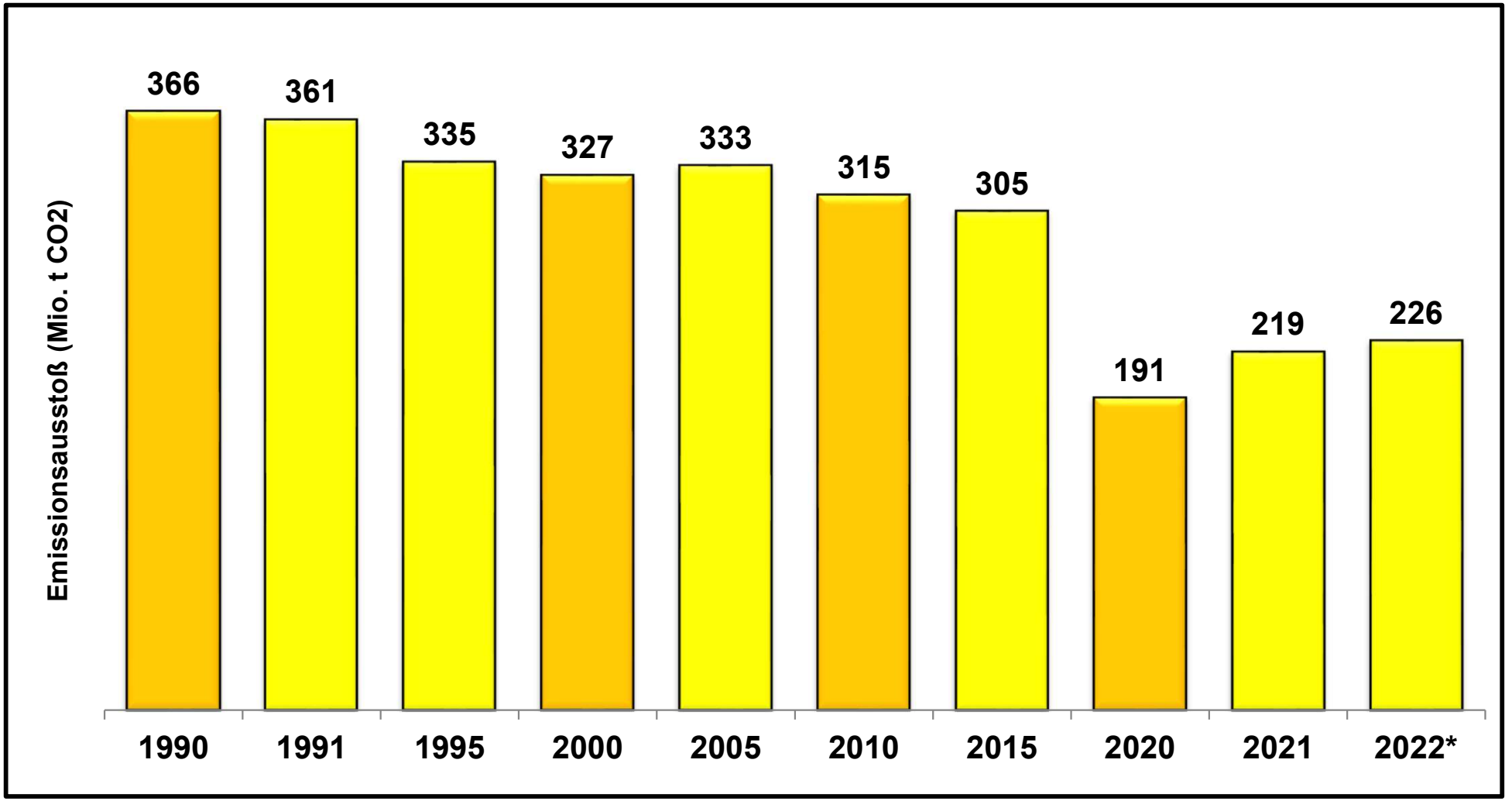
Quelle: UBA (2021a)

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.

Quelle: BMWI – Klimaschutz in Zahlen 2021, s. 26, 6/2021

Entwicklung energiebedingte Kohlendioxid CO_2-Emissionen zur Stromerzeugung in Deutschland 1990-2022 (1)

Jahr 2022: Gesamt 226 Mio. t CO_2; Veränderung 1990/2022 - 38,3%,
Strommix 432 g/kWh



Grafik Bouse 2023

* Daten 2022 vorläufig, Stand 1/2023

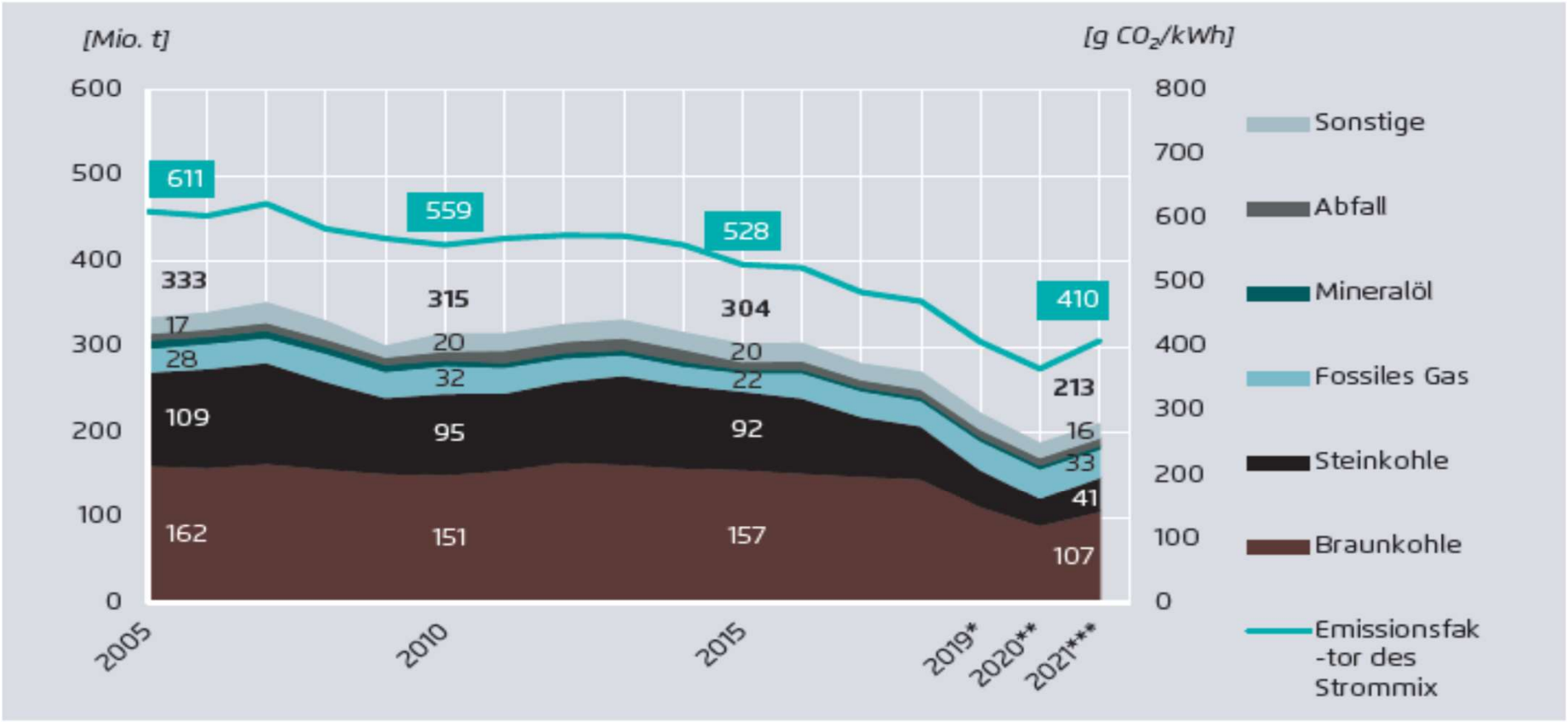
Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2022: 83,8 Mio.

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 CO_2-Emissionen der Stromerzeugung nach Energieträger und Beitrag Strommix in Deutschland von 1990 bis 2021 (2)

Jahr 2021:
Gesamt 213 Mio. t CO_2; Veränderung 1990/2020 – 41,8%, 2,6 t CO_2 /Kopf;
Strommix 410 g CO_2 /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.

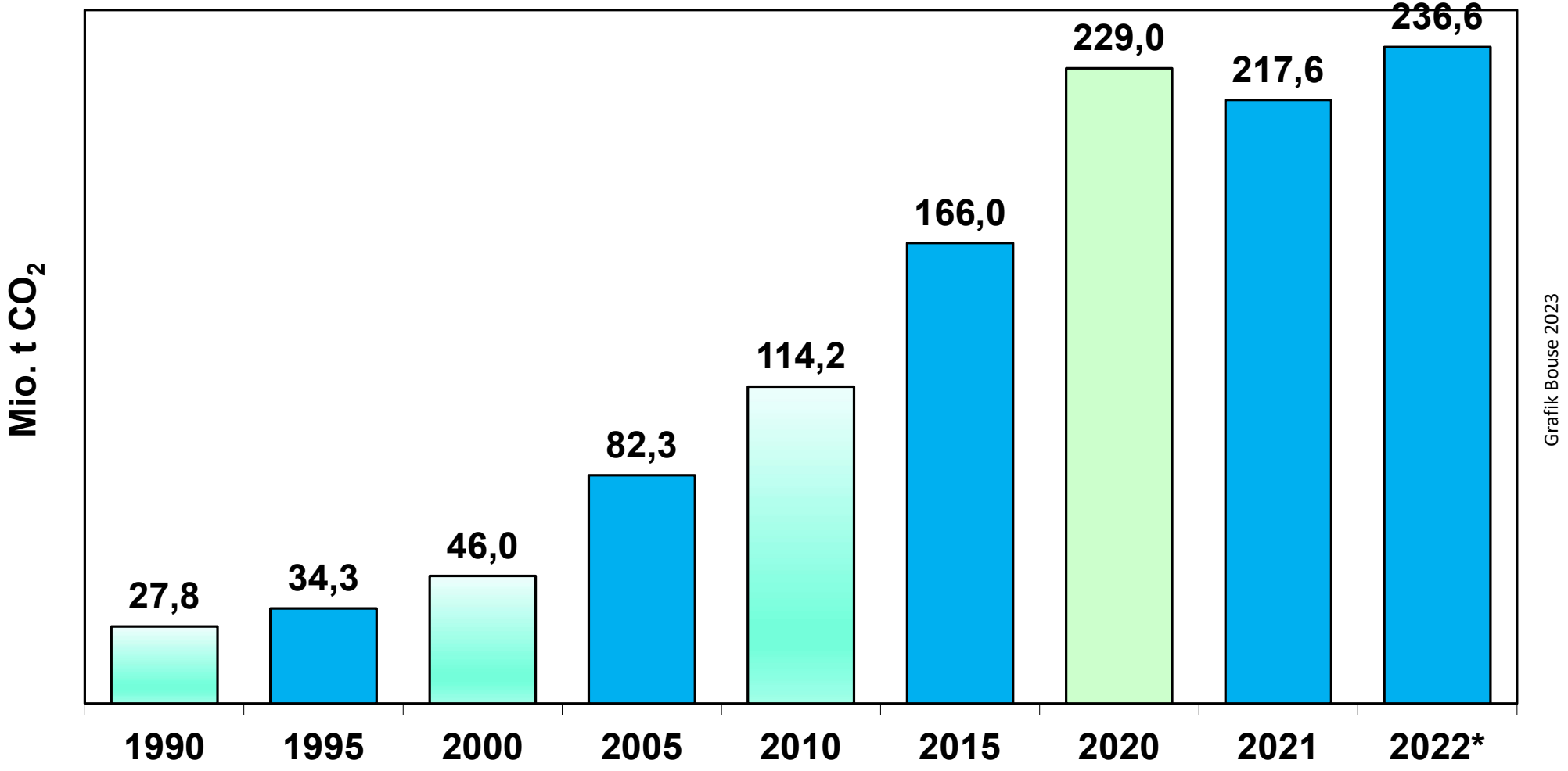
Quelle: Agora Energiewende – Energiewende in Deutschland 2021, 1/2022 , www.agora-energiewende.de

Entwicklung vermiedene Treibhausgasemissionen durch die Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland 1990-2022 (1)

Jahr 2022: Gesamt 236,6 Mio. t $CO_{2Äquv.}$,

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%



* 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 $CO_{2Äquv.}$, 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

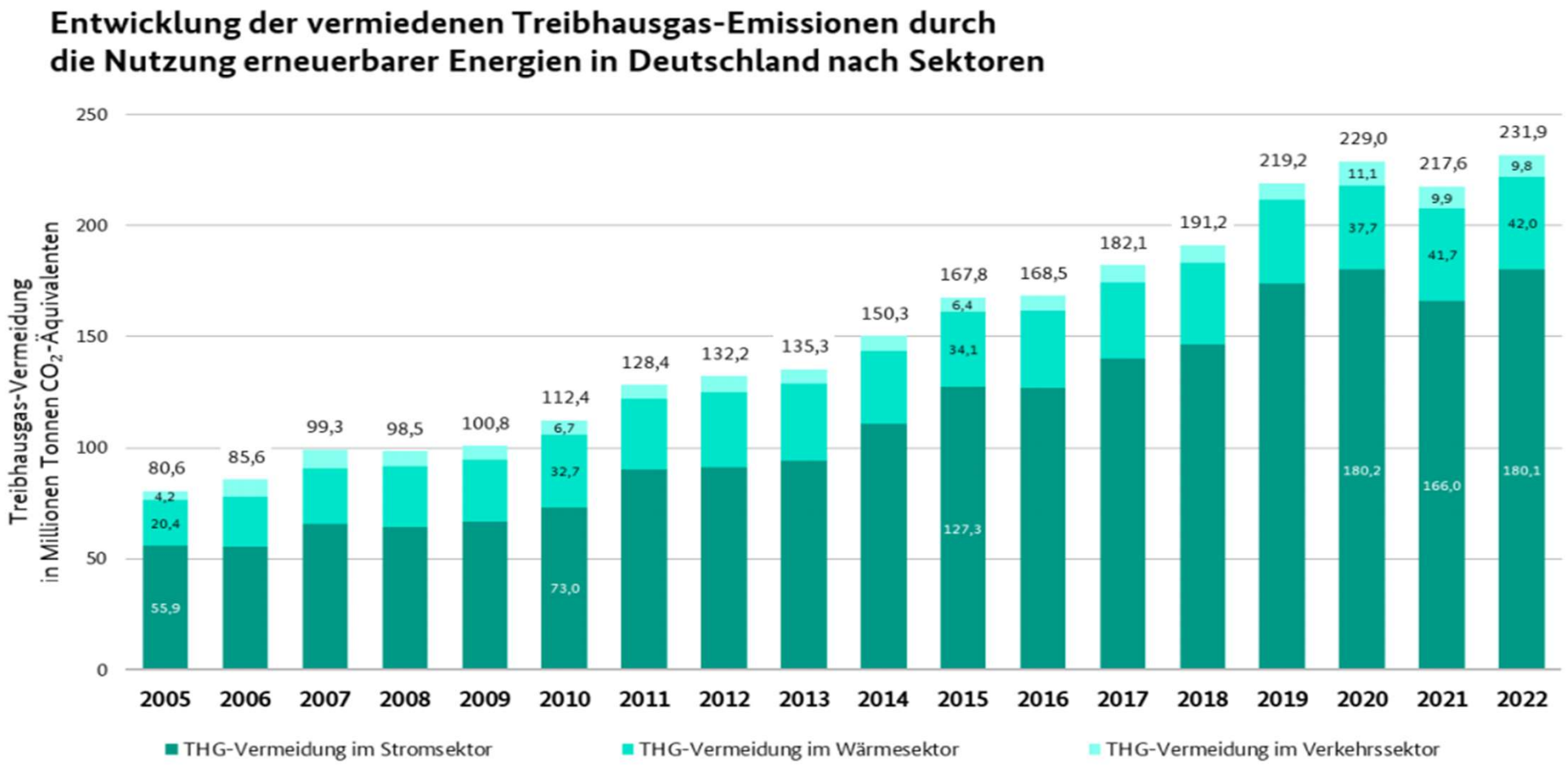
Quellen: UBA + AGEE Stat – Erneuerbare Energien in Deutschland 2010-2022, Ausgabe März 2021; BMWI & AGEE - Entwicklung EE in D 1990-2022, Zeitreihen 2/2023 und 10/2023

Entwicklung der vermiedenen Treibhausgasemissionen durch die Nutzung erneuerbarer Energien nach Nutzungsarten in Deutschland 1990-2022 (3)

Gesamt 236,6 Mio. t $CO_{2Äquv.}$, 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%



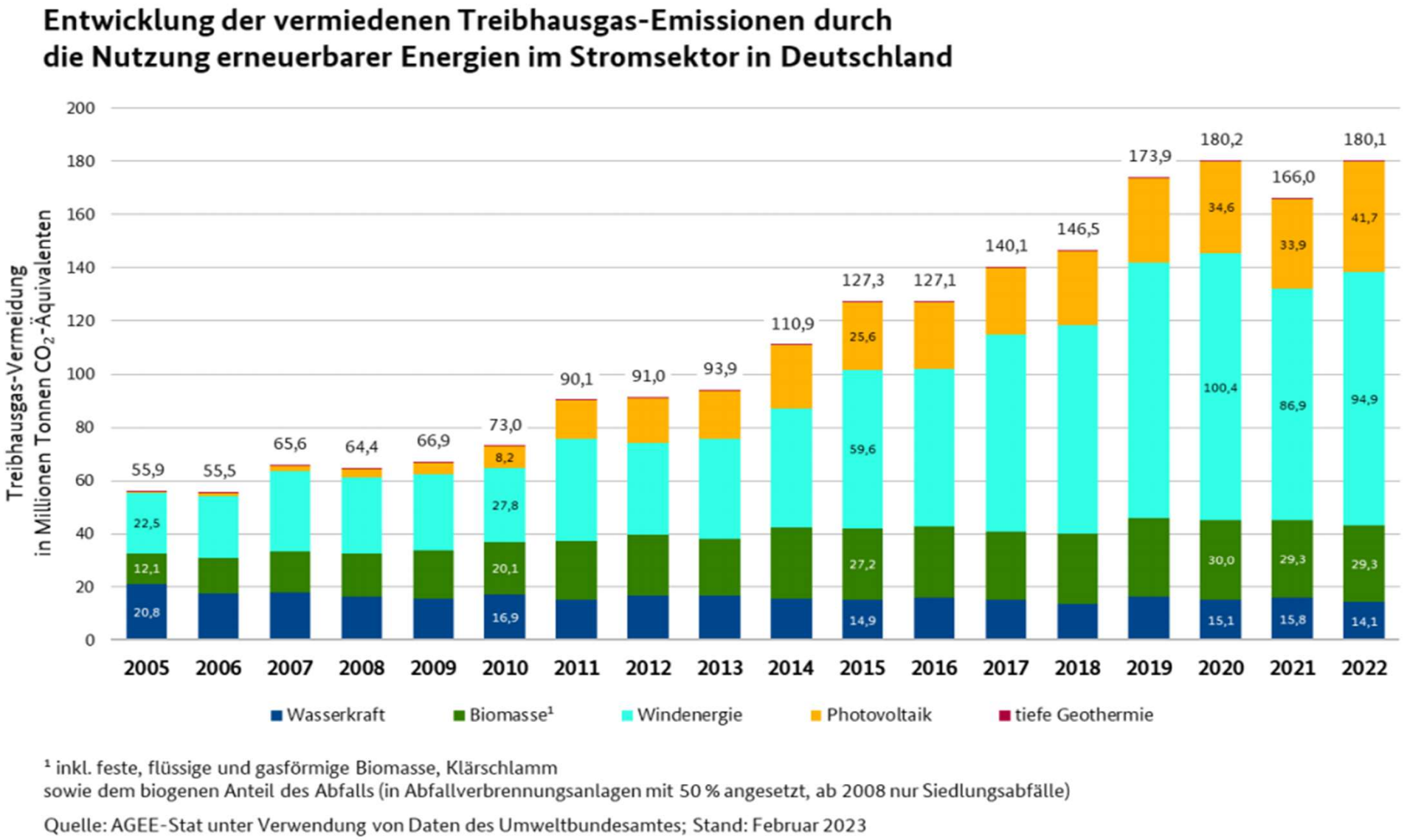
Quelle: AGEE-Stat unter Verwendung von Daten des Umweltbundesamtes; Stand: Februar 2023

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 $CO_{2Äquv.}$, korrigiert

Beitrag Windenergie 94,9 Mio. t CO2-Äqui, EE-Anteil 40,1% von gesamt 336,6 Mio. t CO2Äquv.,



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

Quelle: Umweltbundesamt (UBA) aus BMWI – Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland 2022, Grafiken/Zahlenreihen, 2/2023; UBA aus BMWI „Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung 2022“, S. 36-38, 10/2023

Netto-Emissionsbilanz erneuerbarer Energien im Strom-, Wärme – und Verkehrsbereich in Deutschland 2022 (5)

Jahr 2020: Gesamt 230,4 Mio. t $CO_{2Äquv.}$,

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

		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
Treibhausgas/Luftschadstoff		Vermeidungs-faktor	vermiedene Emissionen	Vermeidungs-faktor	vermiedene Emissionen	Vermeidungs-faktor	vermiedene Emissionen	vermiedene Emissionen (gesamt)
		(g/kWh)	(1.000 t)	(g/kWh)	(1.000 t)	(g/kWh)	(1.000 t)	(1.000 t)
Treibhaus-effekt[1]	CO_2	697	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_2O	-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
	NMVOC	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 (SF_6, FKW, H-FKW) sind nicht berücksichtigt.
2 weitere Luftschadstoffe mit Versauerungspotenzial (NH_3, HCl, HF) sind nicht berücksichtigt.
3 NMVOC und CO sind wichtige Vorläufersubstanzen für bodennahes Ozon, das wesentlich zum „Sommersmog" beiträgt.
4 Staub umfasst hier die Gesamtemissionen an Schwebstaub aller Partikelgrößen.
5 ohne Berücksichtigung des Holzkohleverbrauchs
6 ohne Berücksichtigung des Verbrauchs von Biodiesel (inkl. HVO) in Land- und Forstwirtschaft, Baugewerbe sowie Militär und des Stromverbrauchs im Verkehrssektor
7 auf Basis der Daten der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung BLE

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

Quelle: UBA aus BMWI „Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung 2022", S. 36-38, 10/2023

Nettobilanz der vermiedenen Treibhausgas-Emissionen (THG) durch die Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland 2022 (6)

Gesamt 236,6 Mio. t $CO_{2Äquv.}$,

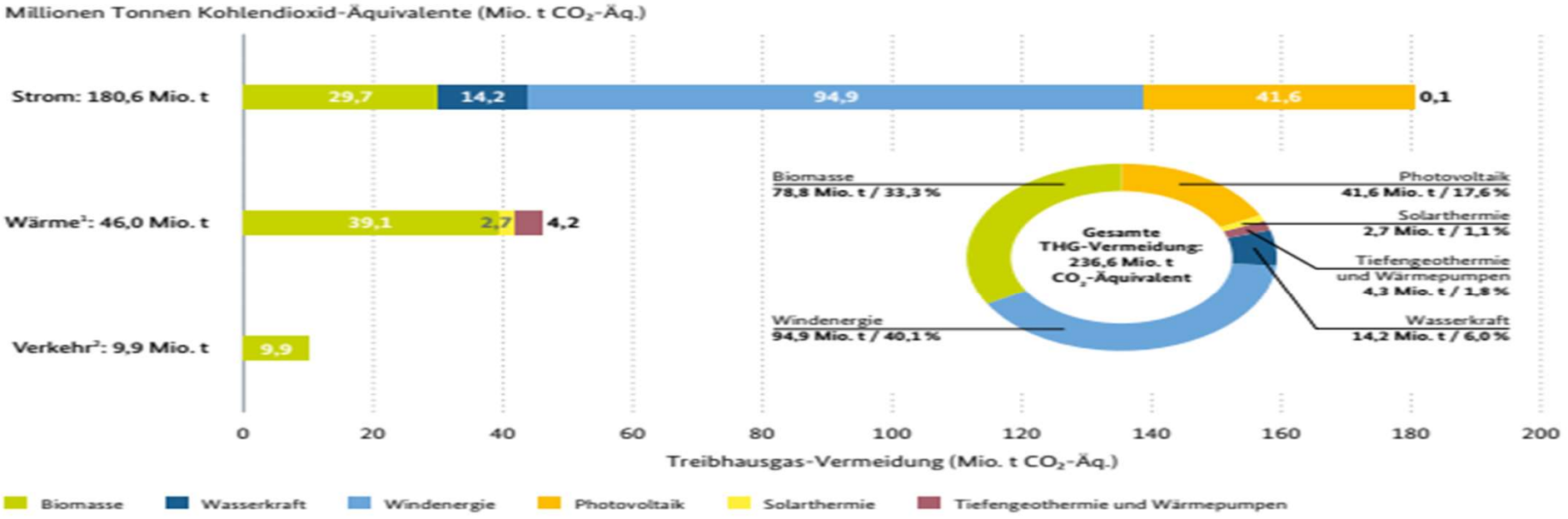
Strom 180,6 Mio. t CO2Äquv., (76,3%), Wärmebereich 46,0 Mio. t CO2Äquv., (19,5%), Verkehr 9,9 Mio. t CO2Äquv., (4,2%)

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 CO_2-Äquivalenten vermieden. Dabei wurden wiederum die meisten Treibhausgasemissionen durch die Stromerzeugung aus Windenergieanlagen vermieden (95 Mio. t CO_2-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 CO_2-Äquivalente weniger emittiert (siehe Abbildung 24).

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



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

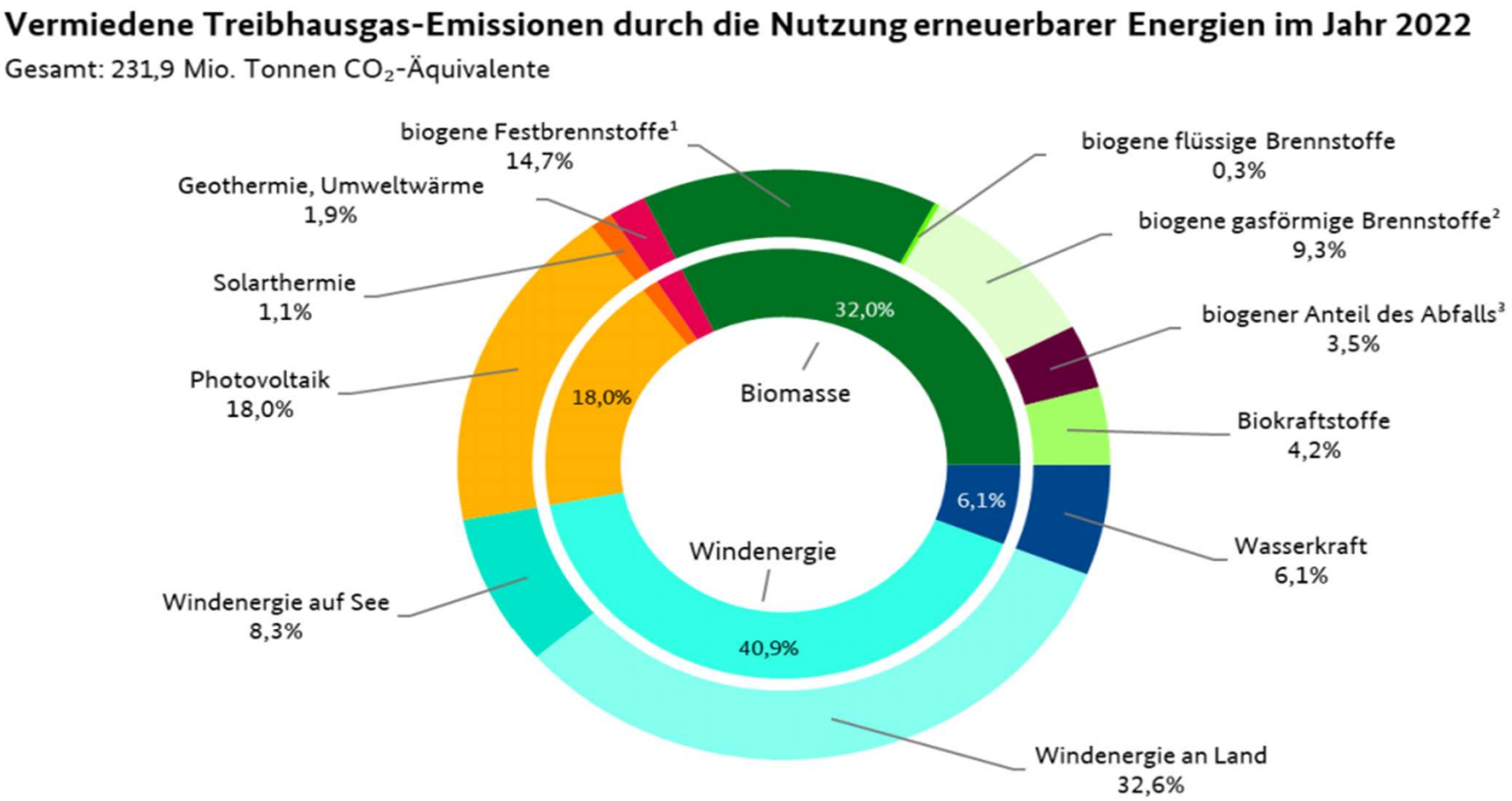
Quelle: UBA aus BMWI „Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung 2022“, S. 36-38, 10/2023

Entwicklung der vermiedenen Treibhausgas-Emissionen (THG) durch die Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland im Jahr 2022 (7)

Gesamt 236,6 Mio. t $CO_{2Äquv.}$, 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%



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

Beispiele von Photovoltaikanwendungen von Milliwatt bis Megawatt (1)

Solarzellen gibt es in allen denkbaren Größenordnungen.

Kleinstzellen gelangen in Taschenrechnern und Uhren zum Einsatz. Im Kilowatt-Bereich können Häuser mit Strom versorgt werden. Zu großen Solarfeldern zusammengestellt, dringen Solarzellen aber auch in den Megawatt-Bereich vor.

An Fläche ist ebenfalls kein Mangel: In Deutschland stehen insgesamt 2.300 km^2 auf Dächern, an Gebäudefassaden und an anderen Stellen innerhalb von Siedlungsflächen für eine solartechnische Nutzung zur Verfügung.

Geht man davon aus, dass sich Photovoltaik und Solarkollektoren diese Fläche teilen, so könnten mit Solarzellen 150 TWh (Mrd.) Strom pro Jahr erzeugt werden. Das entspricht knapp einem Drittel des gegenwärtigen Stromverbrauchs.

Quellen: BMU-Erneuerbare Energien - Investitionen für die Zukunft, Berlin 4/2006;
BMU-Erneuerbare Energien in Zahlen, Nationale und internationale Entwicklung, S. 59; Stand 7/2012

Beispiele von Photovoltaikanwendungen von Milliwatt bis Megawatt (2)

Netzgekoppelte Anlage Wohngebäude

Bildquelle PictureAlliance

Fotovoltaik-Fassade Bürogebäude

Bildquelle: AG Solar/Universität Essen

Quelle: BMU-Erneuerbare Energien - Investitionen für die Zukunft, Berlin 4/2006

Beispiele von Photovoltaikanwendungen von Milliwatt bis Megawatt (3)

Aber nicht nur auf Gebäuden, sondern auch auf freien Flächen werden FV-Anlagen installiert. So wurden im Jahr 2005 ca. 7 % der gesamten installierten Solarzellen-Leistung auf der freien Fläche errichtet. Insgesamt war Ende 2005 rund 300 ha Fläche durch FV-Anlagen mit einer Leistung von 70 MW belegt.

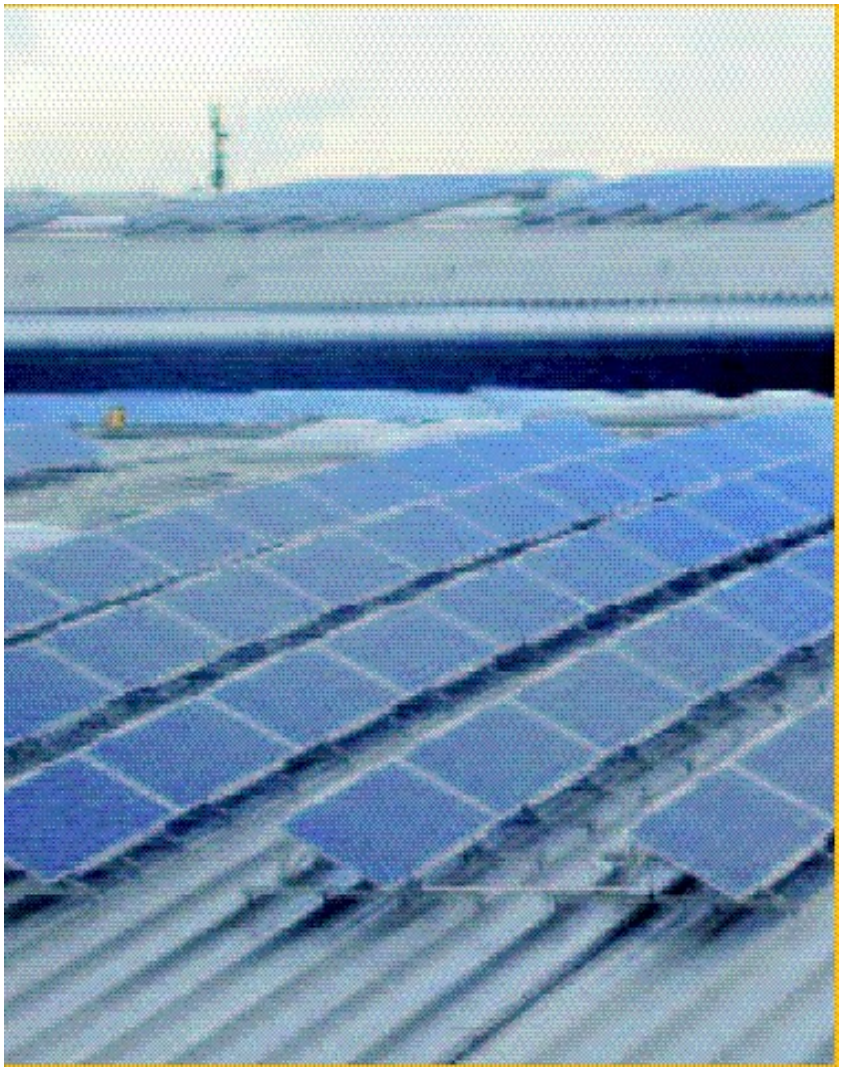
Diese Anlagen erhalten eine um ein Fünftel niedrigere Vergütung nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) als gebäudeintegrierte Anlagen, gleichzeitig unterliegt die Vergütung einer höheren Degression als die gebäudeintegrierten Anlagen.

Damit stellen Freiflächenanlagen eine deutlich kostengünstigere Alternative zu gebäudeintegrierten Anlagen dar.

Deutschland ist auch im Bereich der Freiflächenanlagen weltweit führend. Entsprechend gut sind in diesem Bereich deutsche Anbieter auf internationalen Märkten aufgestellt. Um den Verbrauch wertvoller Flächen zu vermeiden, werden nur Anlagen auf Flächen mit Vornutzung nach dem EEG vergütet, also etwa ehemalige Deponieflächen, Industrie- und militärische Brachen, aber auch zu Grünland umgewandeltes Ackerland (siehe Abschnitt “Erneuerbare Energien und Naturschutz”).

Fotovoltaik-Kraftwerk

Bildquelle: Arsenal Research / Christian Halter



Quelle: BMU-Erneuerbare Energien - Investitionen für die Zukunft, Berlin 4/2006

Beispiele für autarke Systeme

Tausende von netzautarken PV-Systemen (Inselsystemen) wurden in Deutschland installiert in:

- Parkautomaten
- Verkehrsleuchten
- Zigarettenautomaten
- Ferienhäusern
- Booten und Wohnmobilen
- Gartenleuchten
- Taschenrechnern
- ...

Quelle: Gerhard Stryi-Hipp, Geschäftsführer BSW -Bundesverband Solarwirtschaft e.V. – Vortrag „ EEG-Novelle und regeneratives Wärmegesetz -Chancen und Herausforderungen für die deutsche Solarindustrie“, aus www.kolloquium-erneuerbare-energien.uni stuttgart.de am 20.7.2006

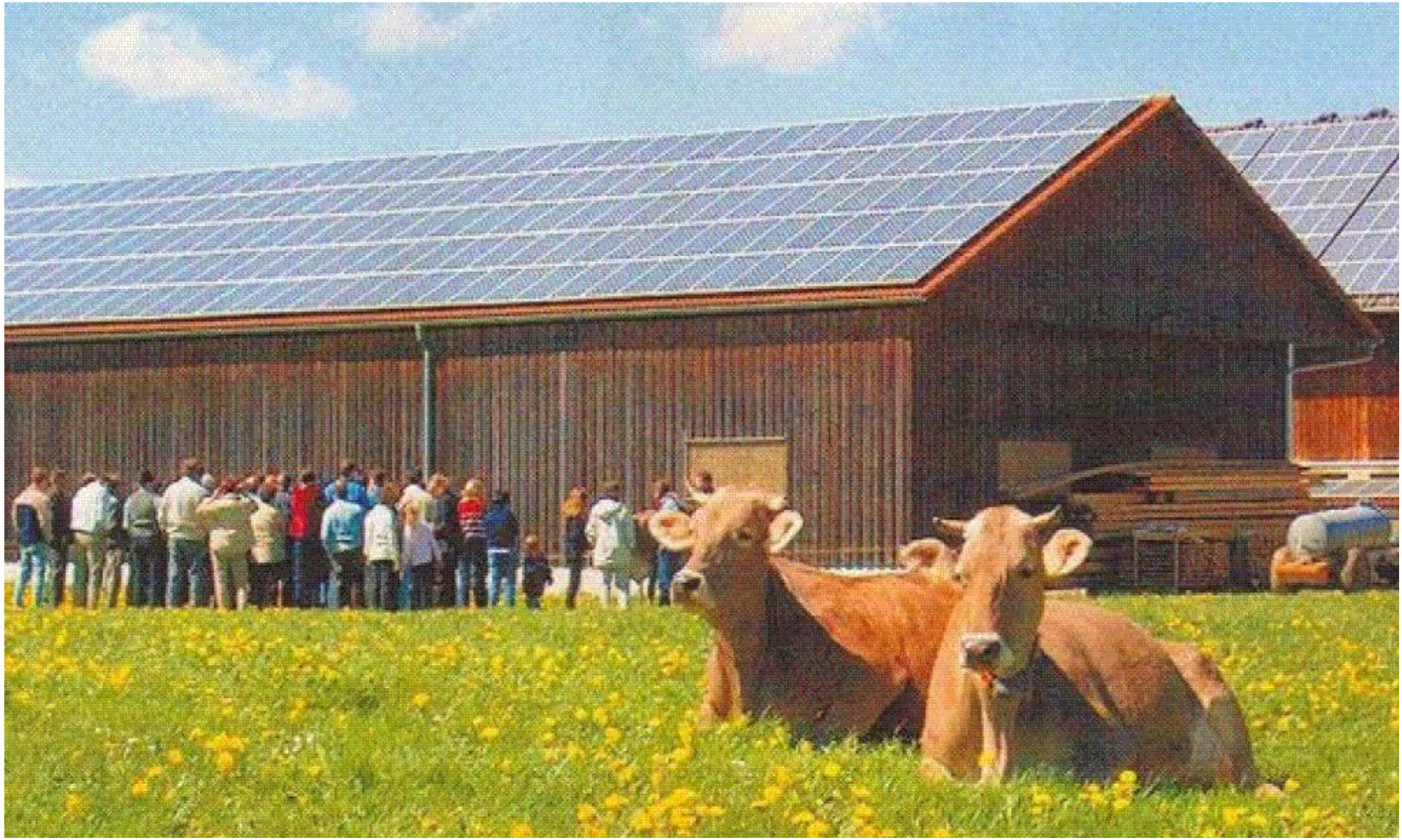
Praxisbeispiel Photovoltaikanlage im Wohngebäude

PV-generator on the roff of a family house, Sperberslohe-Wendelstein, 4 kWp, Jahr 2001

Source: Photon 3/2005 aus Vortrag Hansjörg Gabler, ZSW bei der Uni-Stuttgart, IER 2006

Praxisbeispiel Photovoltaikanlage in der Landwirtschaft

PV-generator on farm-building roofs, Peiting-Hausen, 77 kWp, Jahr 2003



Source: Sputnik Engineering AG / Photon 10/2003 aus Vortrag Hansjörg Gabler, ZSW bei der Uni-Stuttgart, IER 2006

Praxisbeispiel Photovoltaikanlage Bierzelt für den Bayerischen Markt

Quelle: aus Vortrag Hansjörg Gabler, ZSW bei der Uni-Stuttgart, IER 2006

Praxisbeispiel Fassadenintegrierte Photovoltaikanlage

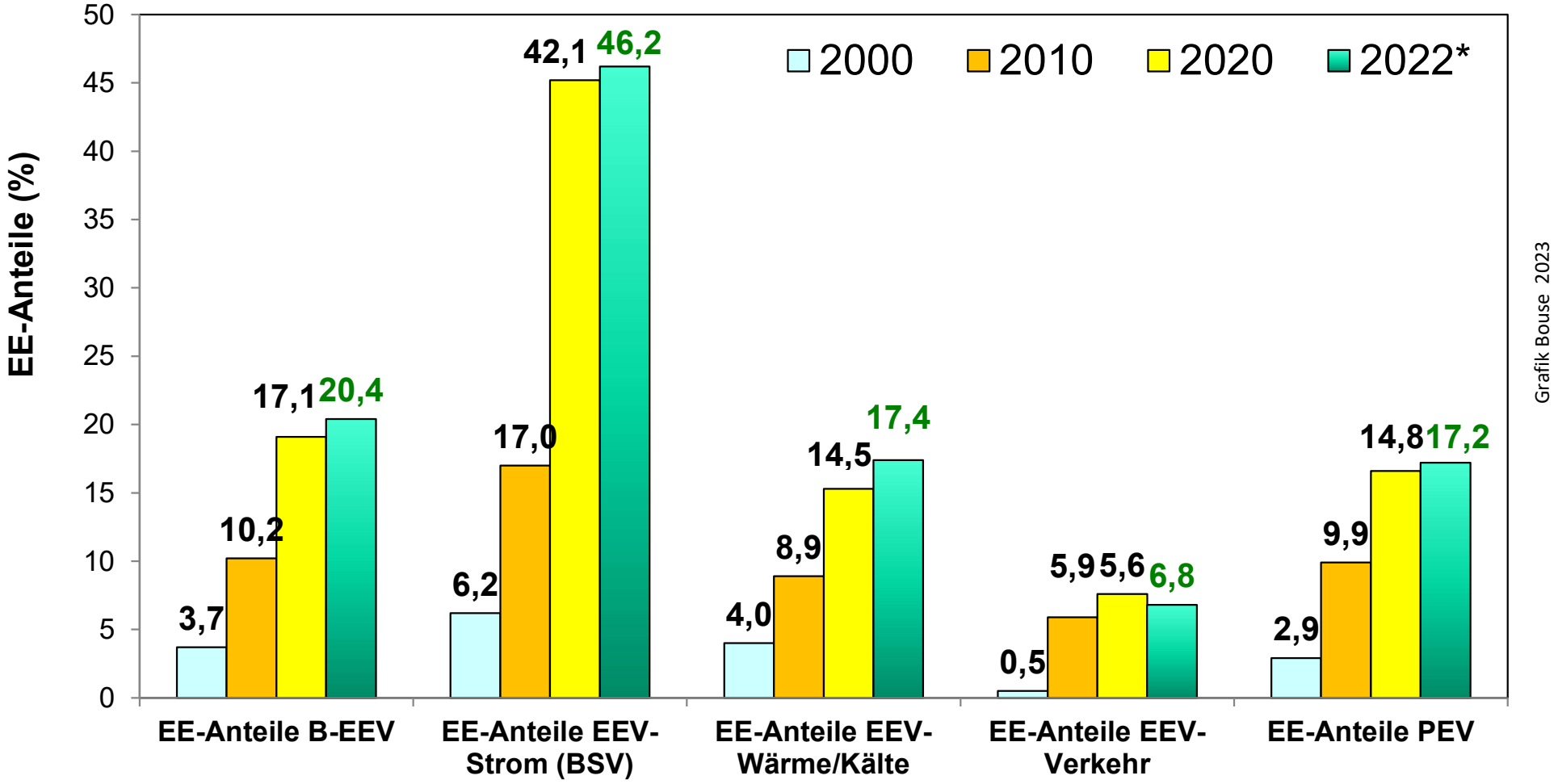
Quelle: Gerhard Stryi-Hipp, Geschäftsführer BSW -Bundesverband Solarwirtschaft e.V. – Vortrag „ EEG-Novelle und regeneratives Wärmegesetz – Chancen und Herausforderungen für die deutsche Solarindustrie“, aus www.kolloquium-erneuerbare-energien.uni stuttgart.de am 20.7.2006

Praxisbeispiele große Photovoltaik-Aufdachanlagen

Quelle: Gerhard Stryi-Hipp, Geschäftsführer BSW -Bundesverband Solarwirtschaft e.V. – Vortrag „ EEG-Novelle und regeneratives Wärmegesetz – Chancen und Herausforderungen für die deutsche Solarindustrie“, aus www.kolloquium-erneuerbare-energien.uni stuttgart.de am 20.7.2006

Fazit und Ausblick

Entwicklung der Anteile erneuerbarer Energien (EE) an der Energiebereitstellung in Deutschland 2000 bis 2020/22



* 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 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

Quellen: BMWi auf Basis AGEE-Stat aus BMWI – Erneuerbare Energien in Zahlen, Nationale und internationale Entwicklung 2022, S. 15, 10/2023

Photovoltaik
in Europa (EU-27)

Photovoltaik ist eine Technologie, die Sonnenlicht in elektrischen Strom umwandelt.

Photovoltaik ist eine wichtige erneuerbare Energiequelle, die zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen und zur Erreichung der Klimaziele der Europäischen Union (EU) beiträgt. Die EU hat sich zum Ziel gesetzt, bis 2030 mindestens 32 % ihres Energiebedarfs aus erneuerbaren Quellen zu decken und bis 2050 klimaneutral zu werden [1].

Laut den neuesten verfügbaren Daten lag die installierte Photovoltaikleistung in der EU-27 im Jahr 2021 bei 162 Gigawatt (GW) [2].
Deutschland war mit 59 GW (37 %) der größte Erzeuger von Photovoltaikstrom in der EU, gefolgt von Italien mit 23 GW, den Niederlanden und Frankreich mit je 15 GW und Spanien mit 14 GW [2].
Die installierte Photovoltaikleistung pro 1 000 Einwohnerinnen und Einwohner lag im EU-Durchschnitt bei 362 Kilowatt (kW). Die Niederlande hatten mit 850 kW den höchsten Wert, gefolgt von Deutschland mit 714 kW und Belgien mit 519 kW [2].

Die EU-Kommission hat im Mai 2023 eine Photovoltaik-Strategie vorgestellt, die den Ausbau der Solarenergie in Europa beschleunigen und die europäische Solarindustrie wiederbeleben soll [3]. Die Strategie sieht unter anderem vor, die installierte Photovoltaikleistung in der EU bis 2030 auf 600 GW zu vervierfachen, eine Photovoltaik-Pflicht für öffentliche und gewerbliche Gebäude bis 2025 und für Wohngebäude bis 2029 einzuführen, die Bürokratie für den Bau und Betrieb von Photovoltaikanlagen zu reduzieren und die Integration von Photovoltaik in das Energiesystem zu optimieren [3, 4].

Die Photovoltaik-Branche in Europa hat im Jahr 2021 ein Rekordjahr erlebt, mit einem Zubau von rund 25,9 GW neuer Solarkapazität, was einem Anstieg von 34 % gegenüber dem Vorjahr entspricht [5]. Die wichtigsten Märkte für den Photovoltaik-Zubau waren Deutschland, die Niederlande, Spanien, Frankreich und Polen [5].
Die Photovoltaik-Strategie der EU-Kommission soll dazu beitragen, diesen positiven Trend fortzusetzen und die Solarenergie zu einer tragenden Säule der europäischen Energiewende zu machen [5]

Weitere Informationen
1: Erneuerbare Energien | Europäische Kommission; 2: Photovoltaik: Deutschland größter Erzeuger in der EU - Statistisches Bundesamt; 3: EU-Kommission will Photovoltaik-Pflicht für öffentliche und gewerbliche Gebäude bis 2025 und für Wohngebäude bis 2029 – pv Magazine Deutschland; 4: Kabinett beschließt Solarpaket I | Bundesregierung
5: Bilanz 2021: Rekord-Jahr für Photovoltaik in Europa - Energiezukunft

Quellen: Microsoft BING Chat mit GPT 4 (KI), 11/2023 aus 1. destatis.de; 2. bundesregierung.de, 3. solarbranche.de; 4. pv-magazine.de; 5. energiezukunft.eu; 6. destatis.de
7. bundesregierung.de; 8. pv-magazine.de; 9. solarbranche.de; 10. energiezukunft.eu

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.

Quelle: BMWK - Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung 2022, S. 68; 10/2023

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 gesamte Bruttoendenergieverbrauchs der EU erfolgte, was sich entsprechend positiv auf den Anteilswert auswirkte. Bereits Ende des Jahres 2018 ist als Nachfolgerin die Richtlinie (EU) 2018/2001 („RED II") in Kraft getreten, nach der die Mitgliedstaaten nunmehr in Fortschreibung der Ziele sicherstellen mussten, dass der Anteil erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch EU-weit bis zum Jahr 2030 auf mindestens 32 % ansteigt.

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

In der Konsequenz bedeutet dies, dass der ursprünglich nach der RED-II vorgesehene Ausbau bis 2030 ungefähr verdoppelt wird. Die konkreten Ziele der Revision der RED-II teilen sich auf in verbindliche Ziele, deren Verfehlung auch Vertragsverletzungsverfahren nach sich ziehen kann, und weitergehende indikative Ziele, die nicht verbindlich sind. So müssen vom Gesamtziel für den Erneuerbaren-Anteil 42,5 % durch die Mitgliedstaaten verpflichtend erbracht werden. Das zusätzliche, indikative Ziel von weiteren 2,5 % soll durch weitergehende freiwillige Maßnahmen der Mitgliedstaaten oder durch gesamteuropäische Maßnahmen erreicht werden. Für die Zielerfüllung werden in der EU-27 bis 2030 jährlich Windenergie- und Photovoltaikanlagen mit einer Leistung von mehr als 100 GW neu installiert werden. Mit der Revision der RED-II werden somit auch die stark erhöhten deutschen Ausbauziele untermauert und zugleich verpflichtend. Gleichzeitig bilden die neuen EU-Ziele auch einen Rahmen für weitergehende Maßnahmen und Ziele wie die EU-Solarstrategie, nach der bis 2030 die Photovoltaikleistung auf 600 GW etwa verdreifacht werden soll.

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

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

Die Revision der RED-II ist ein Teil des „Fit for 55"-Pakets, einem Maßnahmenpaket zur Erreichung der Klimaziele der EU-27. „Fit for 55" bezieht sich dabei auf das Klimaziel der EU, die Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2030 um 55 % zu reduzieren. Dieses Ziel ist im Europäischen Klimagesetz verankert, das im Juni 2021 in Kraft getreten ist. Es beinhaltet darüber hinaus das Ziel der Klimaneutralität der EU bis zum Jahr 2050. Einen weiteren Rahmen für die Revision der RED-II bildet zudem die so genannte Governance-Verordnung, mit der ein Governance-System für die Energie- und Klimaunion der EU geschaffen wurde. Dieses ist der Rechtsrahmen für die Maßnahmen, mit denen die Erreichung der EU-Energie- und -Klimaziele bis 2030 und darüber hinaus sichergestellt werden soll. Das System umfasst unter anderem Planungs- und Berichtspflichten der Mitgliedstaaten sowie Überwachungsbefugnisse und -pflichten der EU-Kommission. So hatte jeder EU-Mitgliedstaat bis 2020 einen integrierten Nationalen Energie- und Klimaplan (National Energy and Climate Plan, „NECP") für das nächste Jahrzehnt (2021 – 2030) vorzulegen. In diesen NECPs beschreiben die Mitgliedstaaten ihre nationalen energie- und klimapolitischen Ziele, Strategien und Maßnahmen und formulieren ihre nationalen Zielbeiträge zu den EU-2030-Zielen. Mit Blick auf die erhöhten Ziele sollen die Mitgliedstaaten der Kommission nun bis Mitte 2024 eine Aktualisierung ihrer NECPs vorlegen.

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.

Quelle: BMWI „Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung 2022; S. 69-89, 10/2023

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 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 %.

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

Im Zuge des aktuellen Ausbaus erneuerbarer Energien steigt die installierte Leistung von Erneuerbare-Energien-Anlagen stärker an als die Stromerzeugung. Dies liegt daran, dass die Technologien zur Nutzung von Wind und Sonne niedrigere Volllaststunden aufweisen als Wasserkraftanlagen, die bis vor einigen Jahren noch den Bestand an Stromerzeugungskapazitäten aus erneuerbaren Energien dominierten. So stieg die installierte Leistung der erneuerbaren Energien in der EU-27 von 172 GW im Jahr 2005 auf 542 GW Ende des Jahres 2022 um den Faktor 3,2 an, die Stromerzeugung von 477 TWh auf 1.108 TWh nur um den Faktor 2,3. Während im Jahr 2005 noch die Wasserkraft mit zwei Dritteln der damals installierten Leistung dominierte, lag Ende 2021 die Windenergie mit knapp 37 % der installierten Leistung bereits deutlich an der Spitze, gefolgt von der Photovoltaik mit 31 %. Die Wasserkraft lag mit gut 25 % hingegen nur noch an dritter Stelle.

Windenergienutzung

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

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

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

Die in der EU-27 an Land und auf See installierten Windenergieanlagen zusammen produzierten im Jahr 2022 421,3 TWh Strom, fast 9 % mehr als im Vorjahr (2021: 386,9 TWh). EU-weit deckte die Windenergie damit 14,9 % des Stromverbrauchs (2021: 13,3 %) [32].

BMWI - Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung 2022, S. 69-87, 10/2023

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

Solarwärme

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

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

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

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

BMWI - Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung 2022, S. 69-87, 10/2023

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 Mitgliedstaaten 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 km²	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	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[1]	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[5]	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.

Quelle: Stat. LA BW - Baden-Württemberg - Wir in Europa 2023, 28. Quiz zur EU-27, Faltblatt 02-2023

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 km²	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	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[1]	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[5]	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*	–

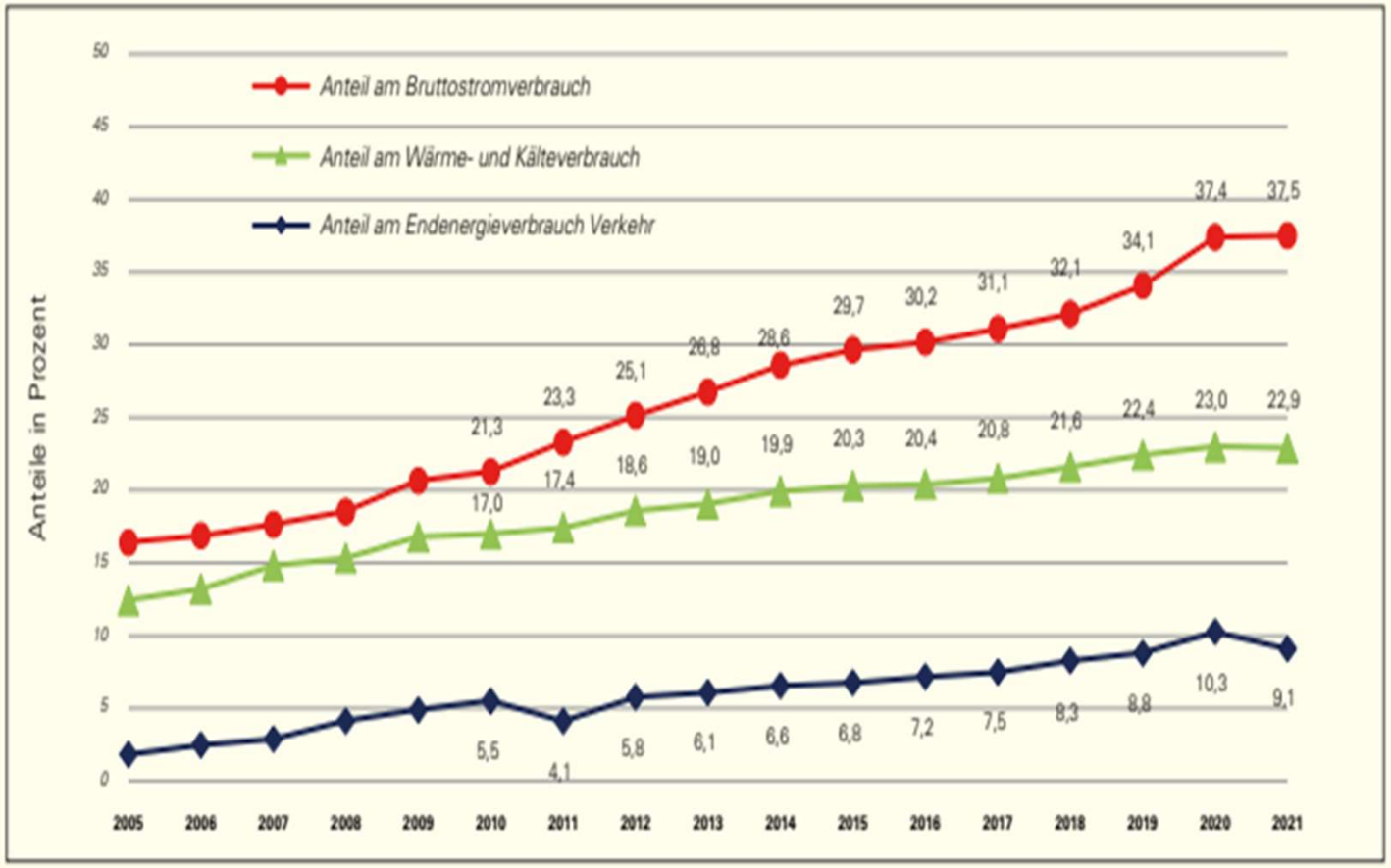
1) Aktuellstes Jahr, bzw. letztes verfügbares Jahr, teilweise vorläufige Zahlen. – 2) Ohne Promotionsstudium. – 3) Zuordnung nationaler Bildungsprogramme zur ISCED 2011; Tertiärbereich ISCED 5-8. –
4) Anteil der Erwerbslosen im Alter von 15 bis unter 25 Jahren an den Erwerbspersonen dieser Altersgruppe in %. – 5) Europäische Union 28.

Quelle: Stat. LA BW - Baden-Württemberg - Wir in Europa 2023, 28. Quiz zur EU-27, Faltblatt 02-2023

Entwicklung der Anteile der erneuerbaren Energien an der Energie- und Stromversorgung in der EU-27 2004-2021 nach UM BW-ZSW (1)

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 Verkehrs-bereich.



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 aktuelle 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.

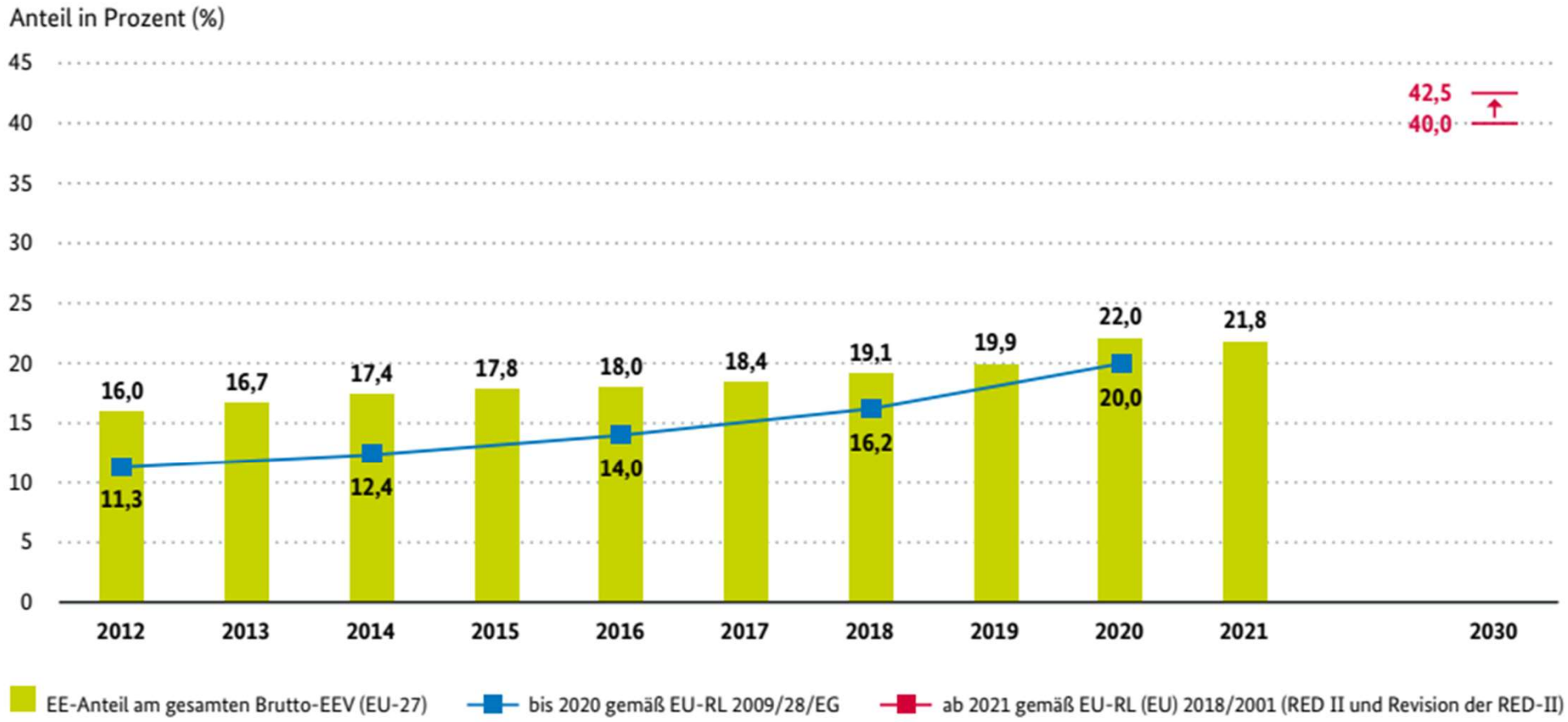
Quellen: UM BW - Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2022, 10/2023;

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]

Quelle: BMWK – EE in Zahlen, Nationale und internationale Entwicklung 2022, S. 70, 10/2023

Entwicklung EE-Anteile am Bruttoendenergieverbrauch (BEEV) und Bruttoend-energieverbrauch 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]

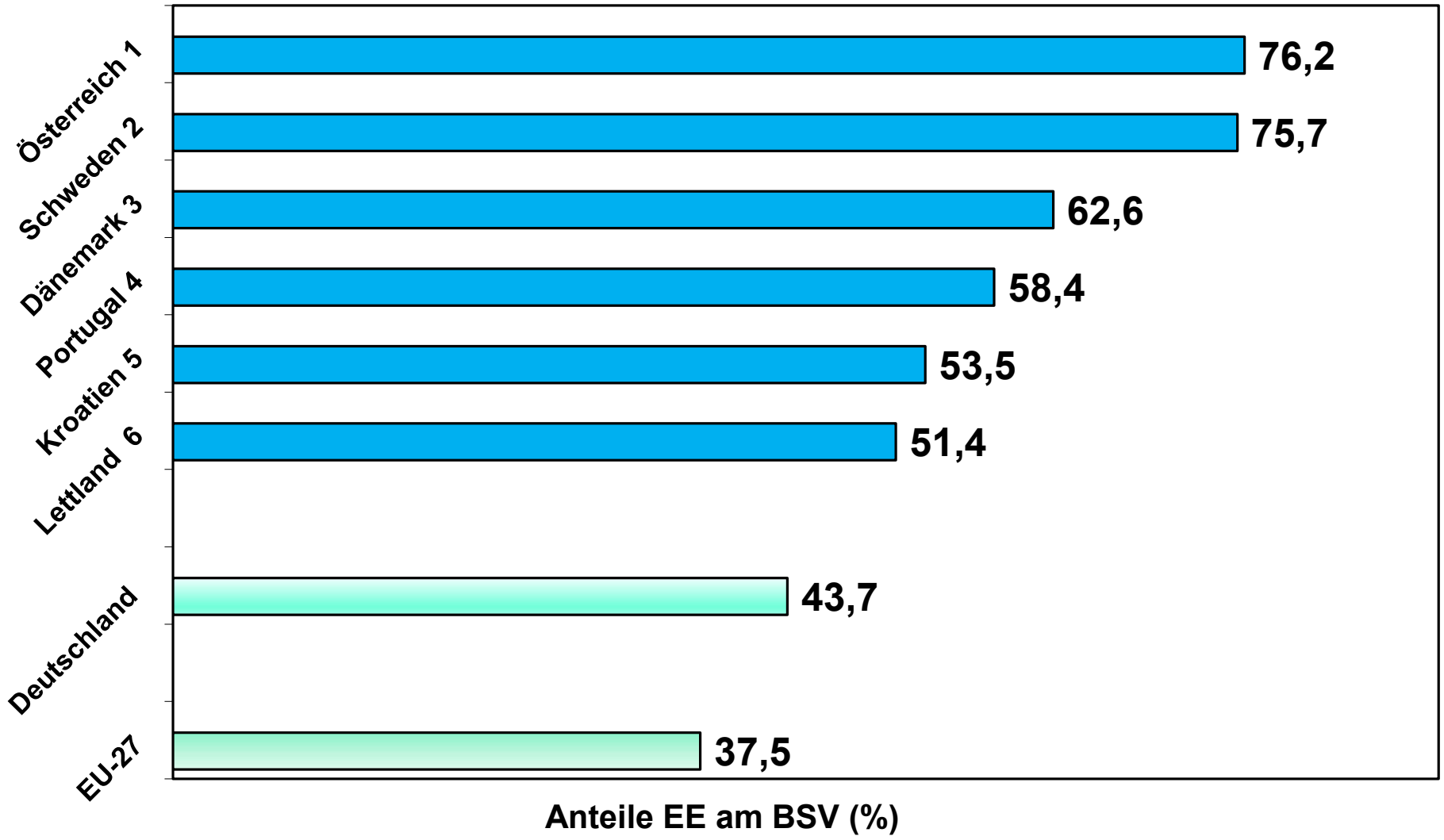
1) Bruttostromverbrauch (BSV) = Bruttostromerzeugung (BSE) + Import - Export; nicht nach Vorgaben der EU-Richtlinie berechnet!

Quelle: Eurostat, Shares aus BMWI „Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung 2022" , S. 71. , 10/2023

TOP 6-Rangfolge Anteile erneuerbare Energien am gesamten Bruttostromverbrauch (BSV) [1)] in Ländern der EU-27 im Jahr 2021 (2)

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!

Quelle: Eurostat, Shares aus BMWI „Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung 2022“ ; S. 71; 10/2023

Ausgewählte Schlüsseldaten Photovoltaik (PV) - Solarstrom zur Stromversorgung in der EU-27 im Jahr 2021

Rahmen- und Energiedaten:

- Bevölkerung (Jahresdurchschnitt)	447,3 Mio.
- Bruttostromerzeugung (BSE)	2.909,7 TWh
- Bruttostromverbrauch (BSV)	2.916,9 TWh
- Stromverbrauch Endenergie (SVE)	2.484,9 TWh (2019)

Ausgewählte Schlüsseldaten PV:

Technisches Potenzial:	k.A.
- Potenzialanteil	k.A.
Stromproduktion:	158,3 TWh
- Anteil EU-27	5,4 %
- TOP 3 Länderrangfolge	*Deutschland, Italien, Spanien*
Installierte Leistung zum J-Ende:	162,7 GWp
- Relativer Ausbaugrad	356 Wp/Kopf
- TOP 3 Länderrangfolge	*Deutschland, Frankreich, Spanien*
Zubau installierte Leistung:	22,6 GWp
- TOP 3 Länderrangfolge	*Deutschland, Polen, Niederlande*
Jahresvolllaststunden:	973 h/a
(Stromproduktion/ Installierte Leistung)	(158.300 GWh/162,7 GWp)
Umsatz:	27,6 Mrd. €
Arbeitsplätze:	223.100 Arbeitsplätze

Grafik Bouse 2023

* Daten 2021 vorläufig, Stand 4/2023 Energie- und Leistungseinheiten: 1 TWh = 1.000 GWh = 1.000.000 MWh 1 GW = 1.000 MW

Quellen: IEA – Statistik Strom und Wärme in EU-28 2020, 10/2020; Eurostat 5/2022; BMWI „Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung 2021“, 10/2022; EurObserv'Er; Barometer Photovoltaik 2023, Mai 2023 sowie Stand der EE in Europa 2022, 7/2022 aus www.eurobserv-er.org ; BP 6/2022; Irena 4/2022

Strombilanz
zur Stromversorgung

Entwicklung Bruttostromerzeugung (BSE) aus erneuerbaren Energien (EE) sowie Strombilanz in der EU-27 2010-2022 nach Eurostat

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 Bruttostromverbrauch[3]	**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

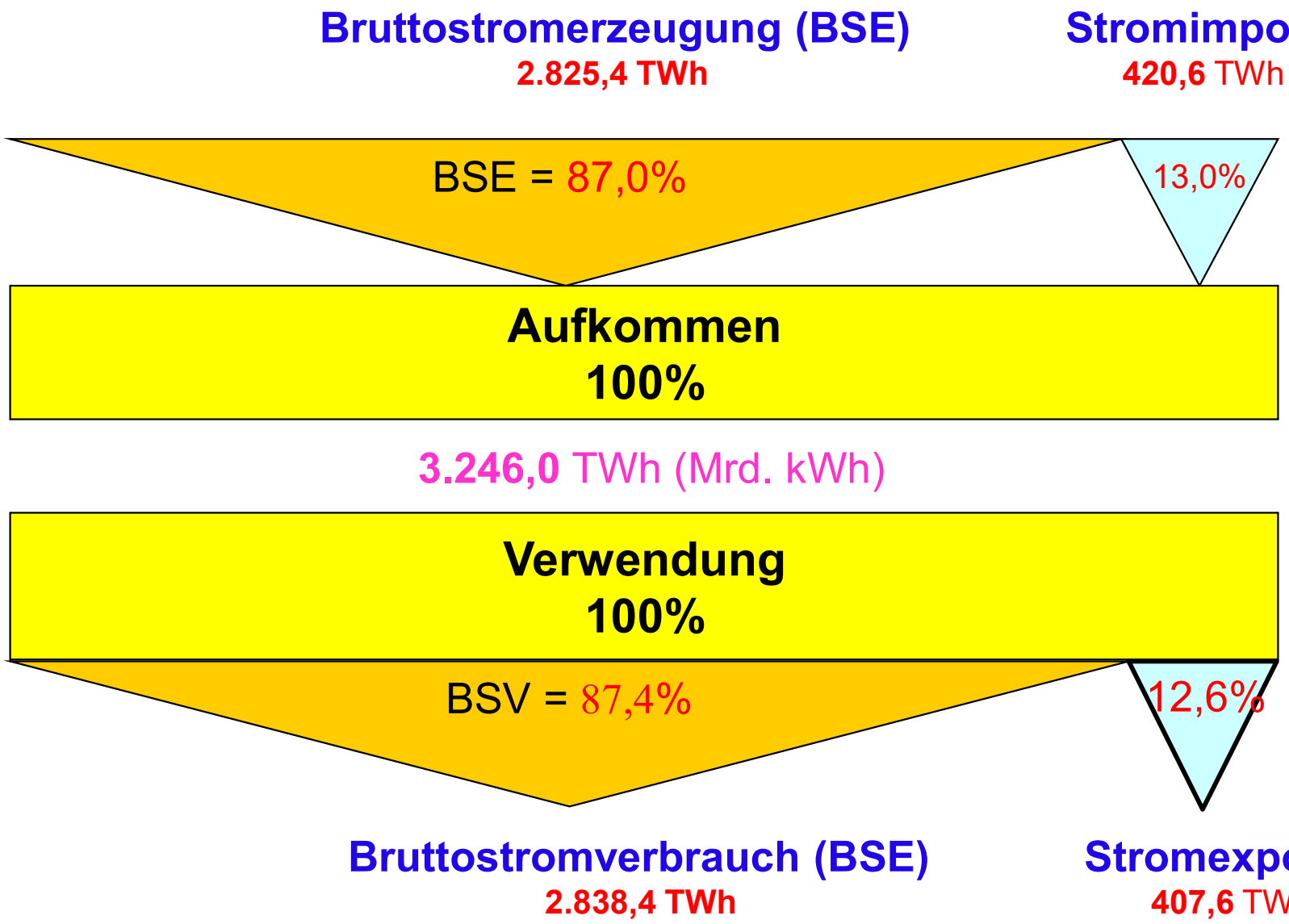
2 für Pumpspeicherkraftwerke nur Erzeugung aus natürlichem Zufluss

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).

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

Strombilanz EU-27 im Jahr 2022 (1)



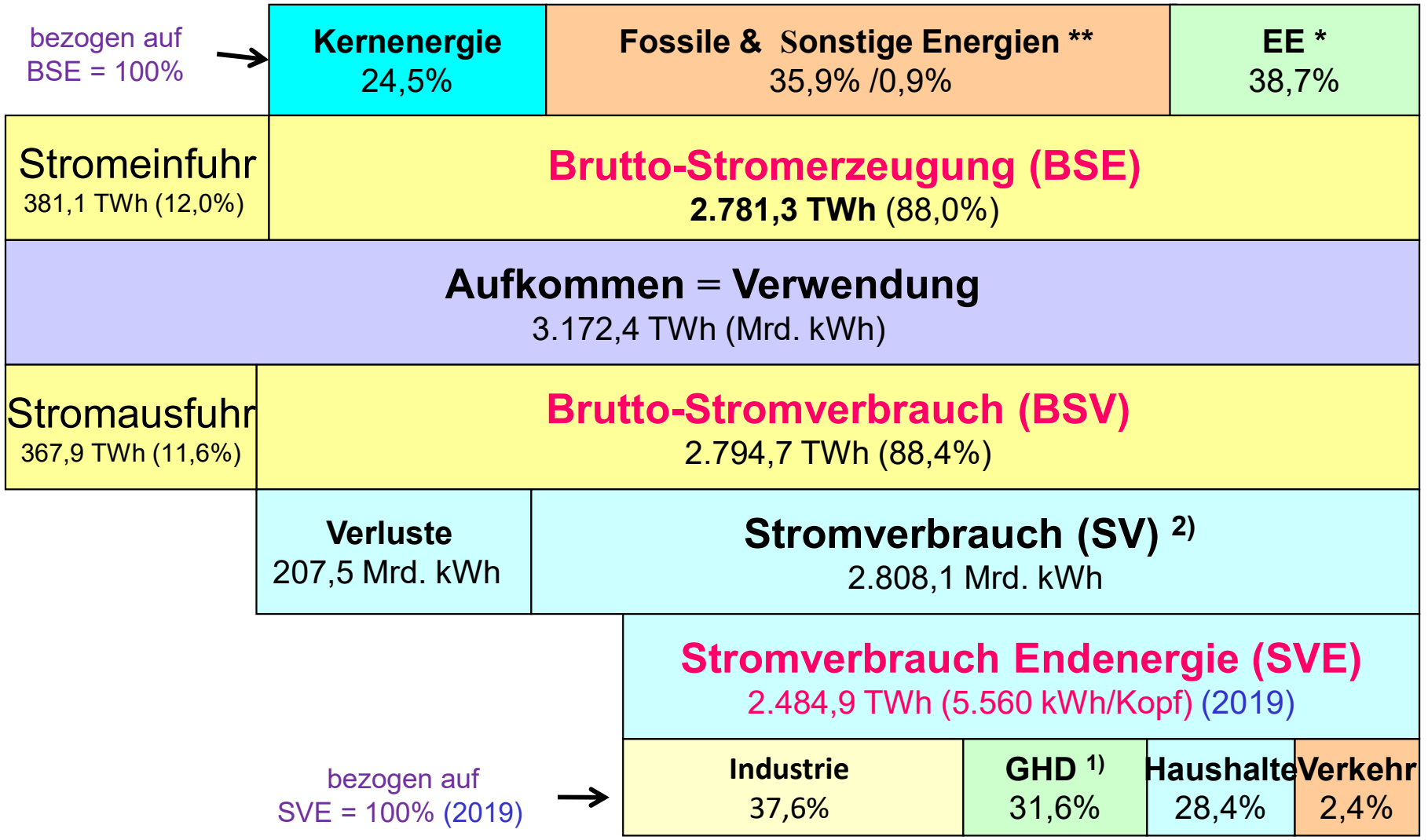
Grafik Bouse 2023

* 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 (2)



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)

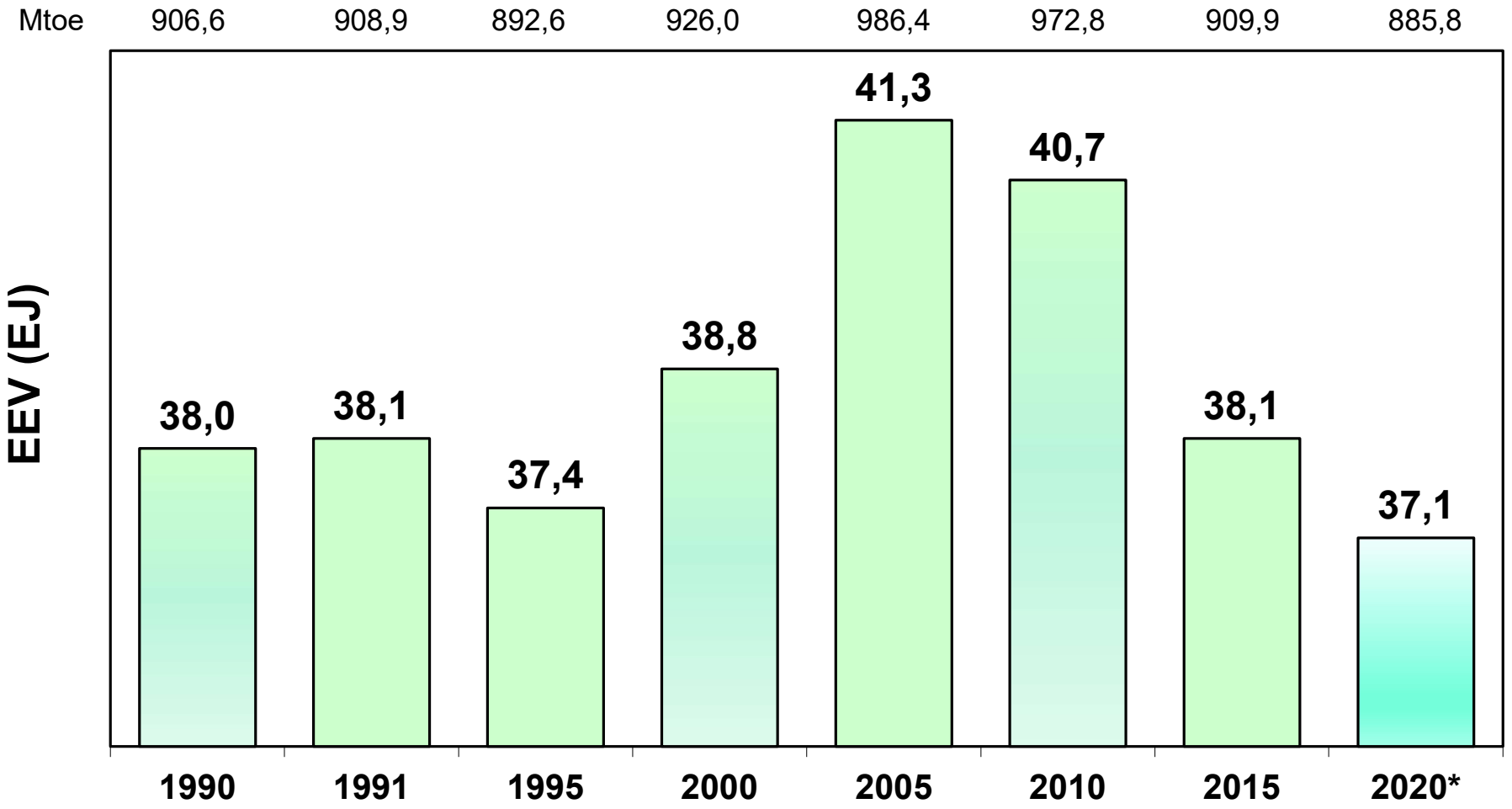
2) Stromverbrauch (SV) = Brutto-Produktion + Import – Export – Verluste (ohne Eigenverbrauch)

Quelle: Eurostat 2020 aus BMWI EE N & I 2021, S.53, 10/2021

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.

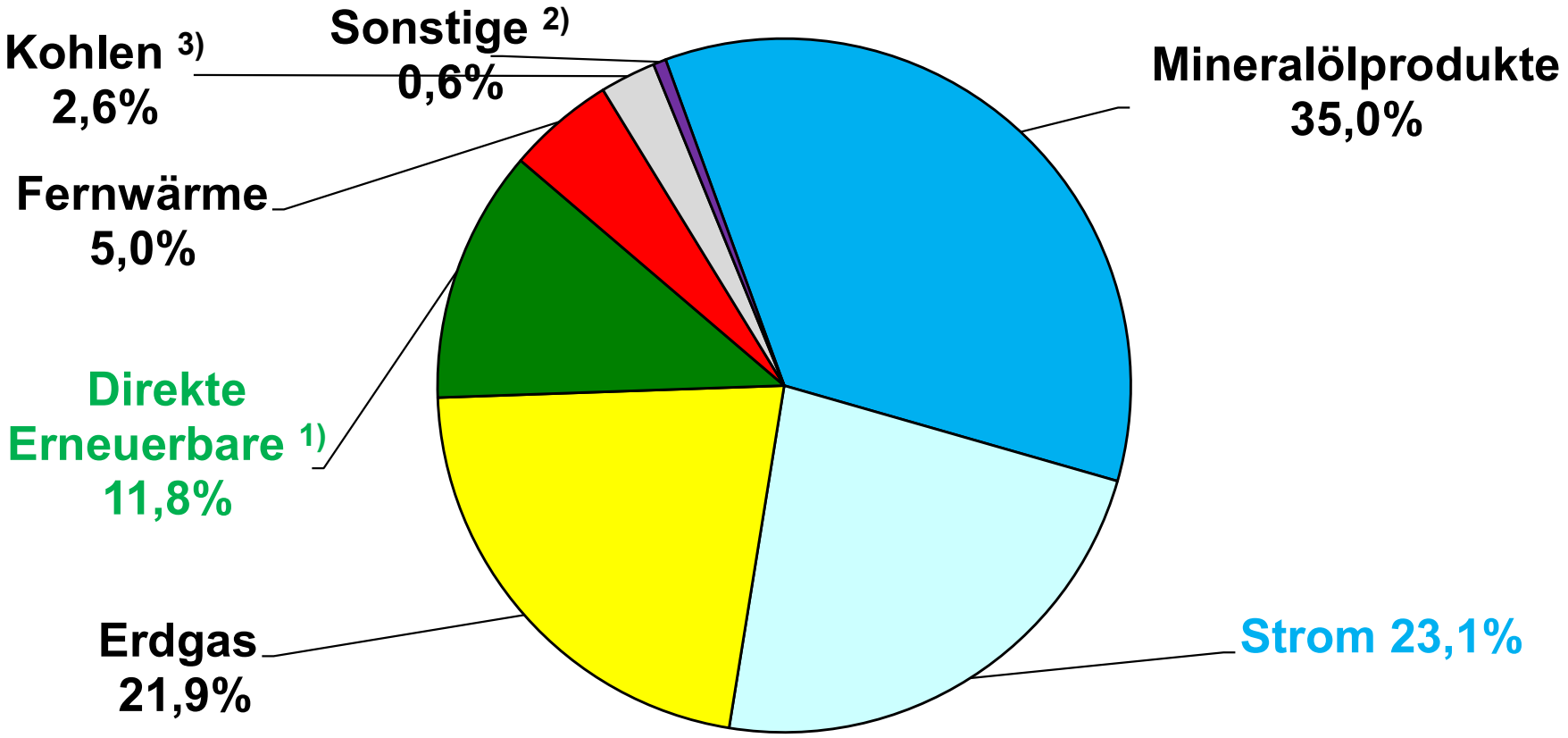
Quelle: Eurostat – Energiebilanzen EU-27 1990-2020, 2/2022

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;

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2020: 447,3 Mio.

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

Quelle: Eurostat – Energiebilanzen EU-27 1990-2020, Ausgabe 02/2022

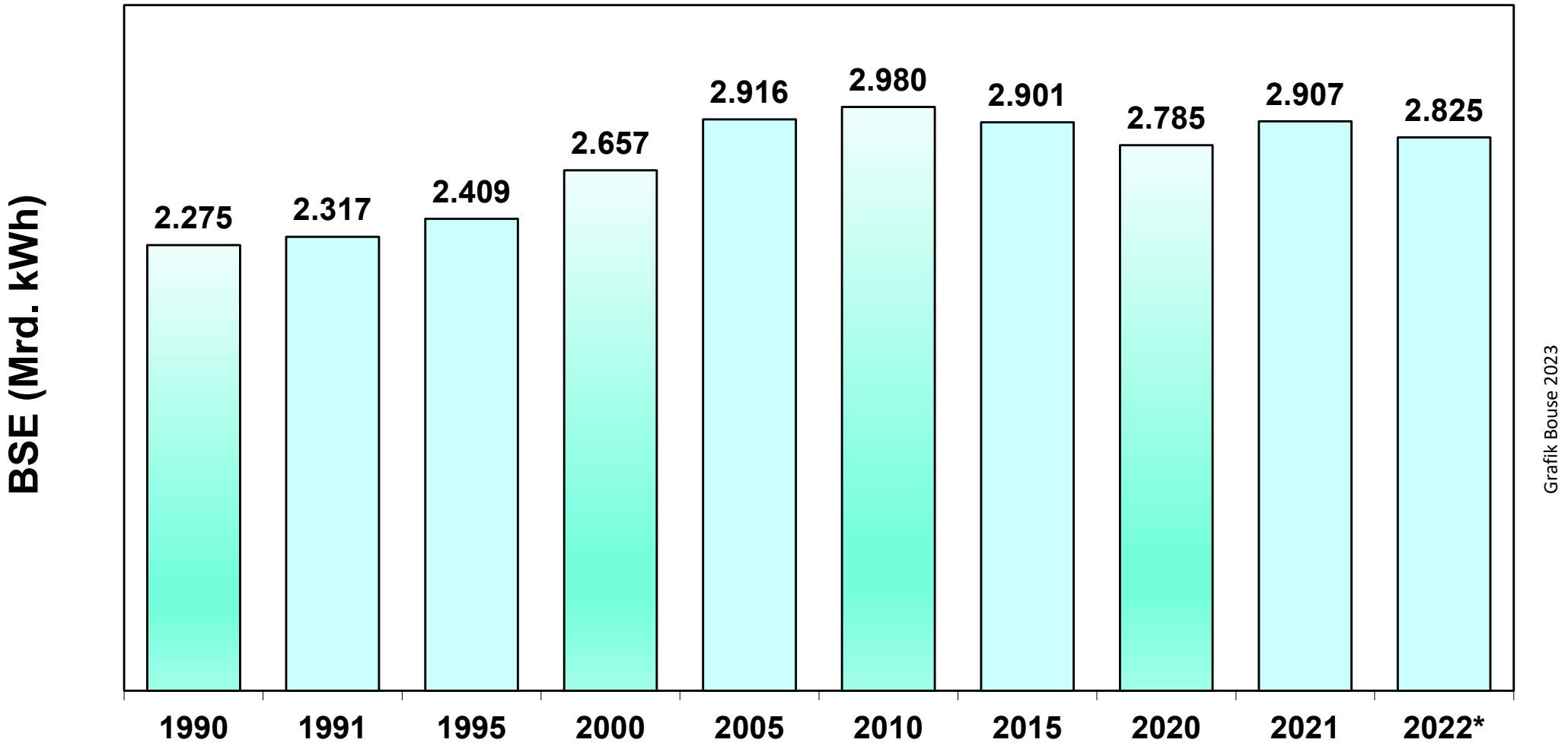
Beitrag Photovoltaik-Solarstrom
zur Stromversorgung,
Teil 1: Erzeugung/Verbrauch

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%



* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2022: 447,6 Mio.

1) EE enthält bei Wasserkraft Pumpspeicher

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

Entwicklung Brutto-Stromerzeugung (BSE) nach Energieträgern in der EU-27 von 2014-2020 nach Eurostat (2)

Jahr 2020: Gesamt 2.781,5 TWh, Veränderung 1990/2020 + 22,3%

6.221 kWh/Kopf

davon EE-Beitrag 1.086 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_pehcf & nrg_ind_pehnf)

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	316 143	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	5 922	5 161	3 403 P
Peat products	5	6	1	0	0	1	0 P
Oil shale and oil sands	10 302	7 887	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_pehcf)

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_pehcf)

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_pehcf)

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_pehcf & nrg_ind_pehnf)

Non-renewable wastes

GWh	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020P
Industrial waste (non-renewable)	2 514	2 605	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_pehcf)

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_pehnf)

* 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 3/2022

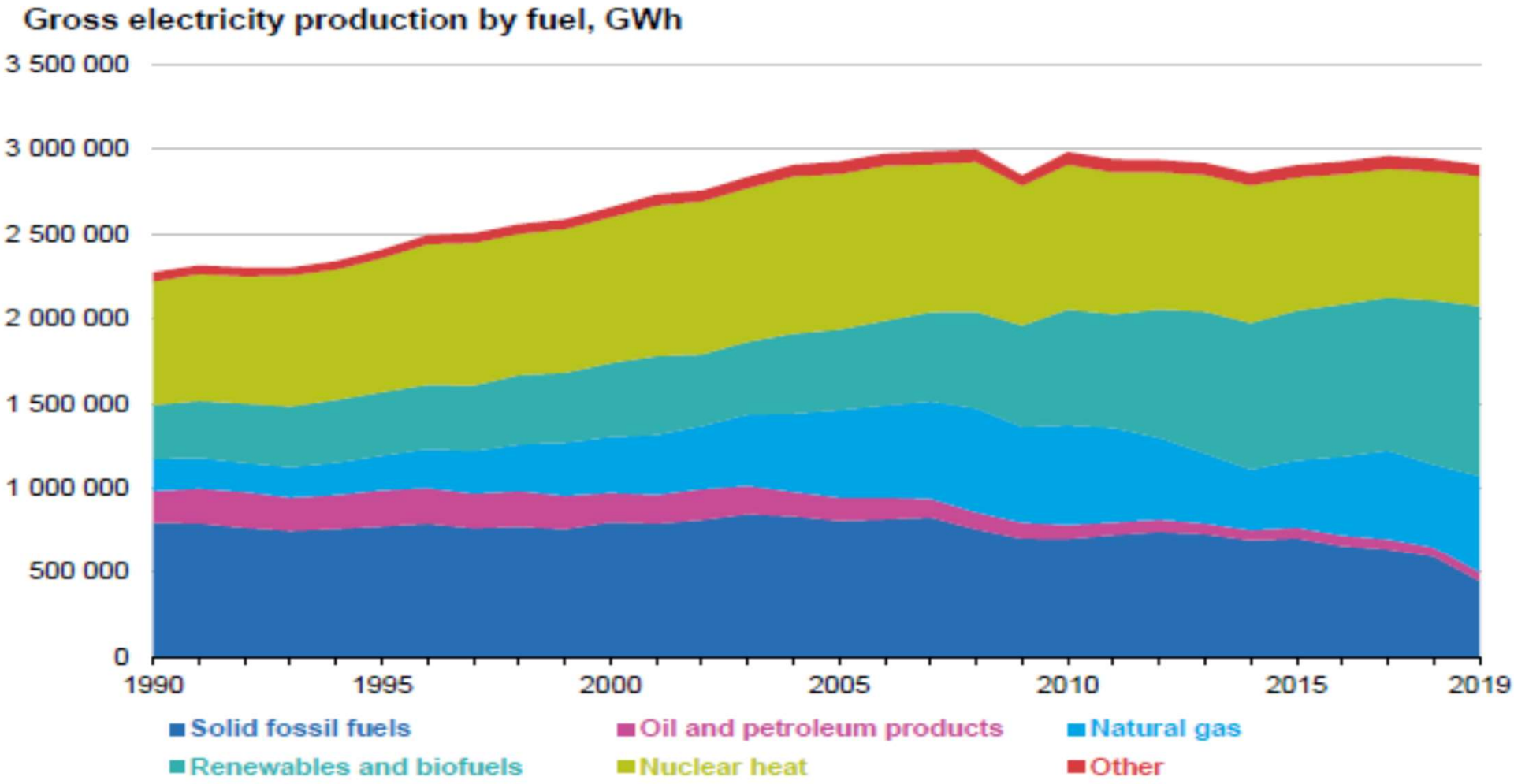
Entwicklung Brutto-Stromerzeugung (BSE) nach Energieträgern in der EU-27 von 1990-2021 nach Eurostat (3)

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)

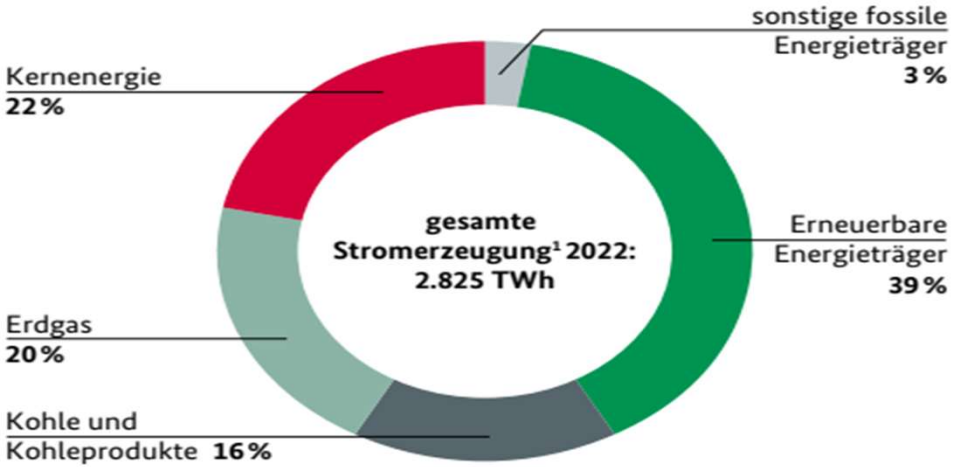
Jahr 2022: Gesamt 2.825 TWh (Mrd. kWh), Veränderung 1990/2022 + 24,2%

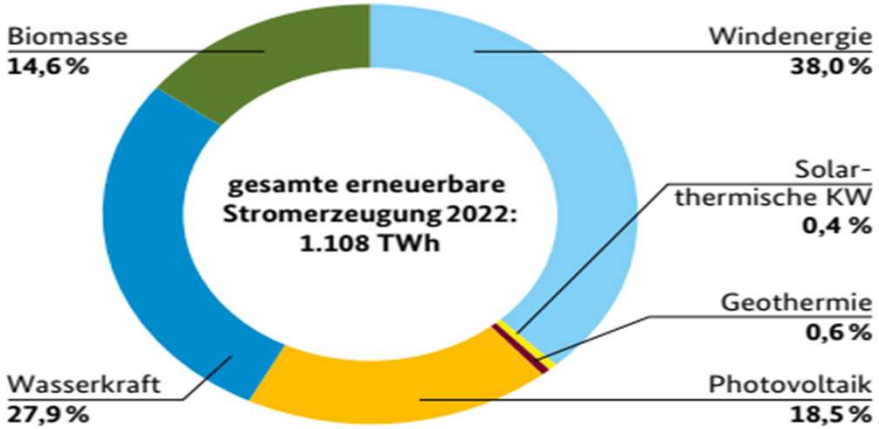
6.312 kWh/Kopf

Beitrag EE 1.108 TWh, Anteil 39,2%

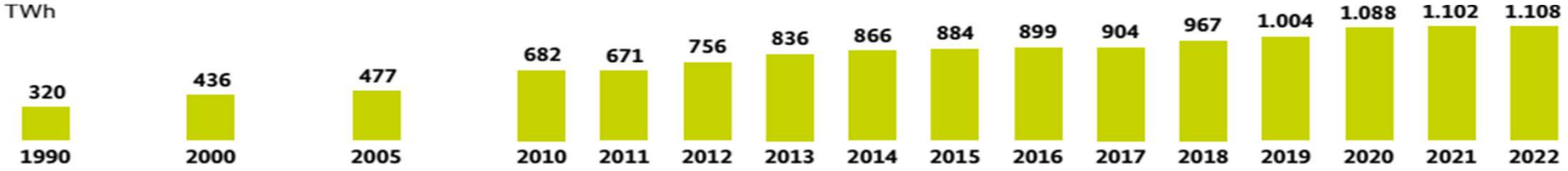
Abbildung 39: Bruttostromerzeugung in der EU-27 im Jahr 2022

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.

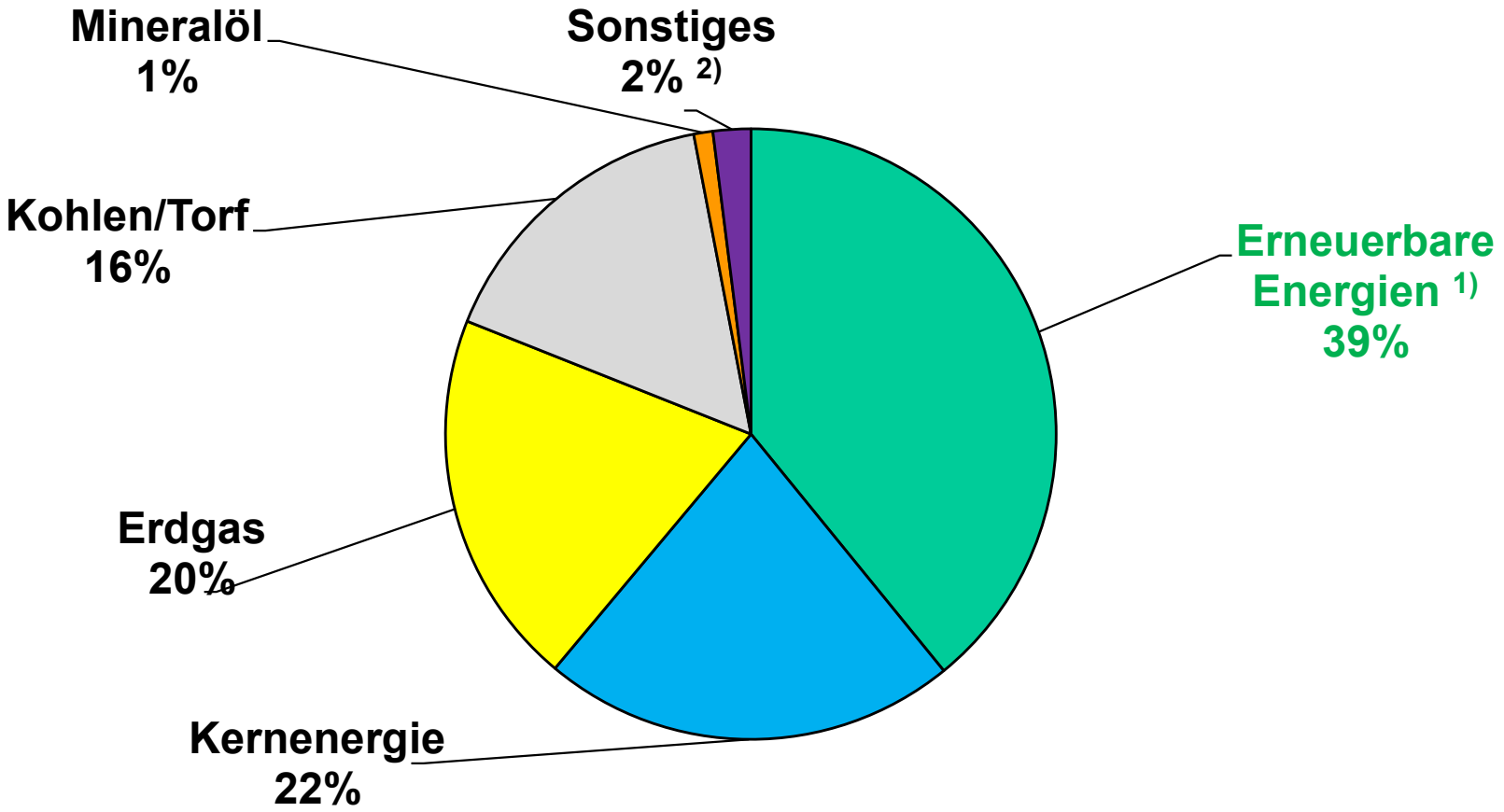
Quelle: Eurostat aus BMWI „Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung 2022, S. 75; 10/2023

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

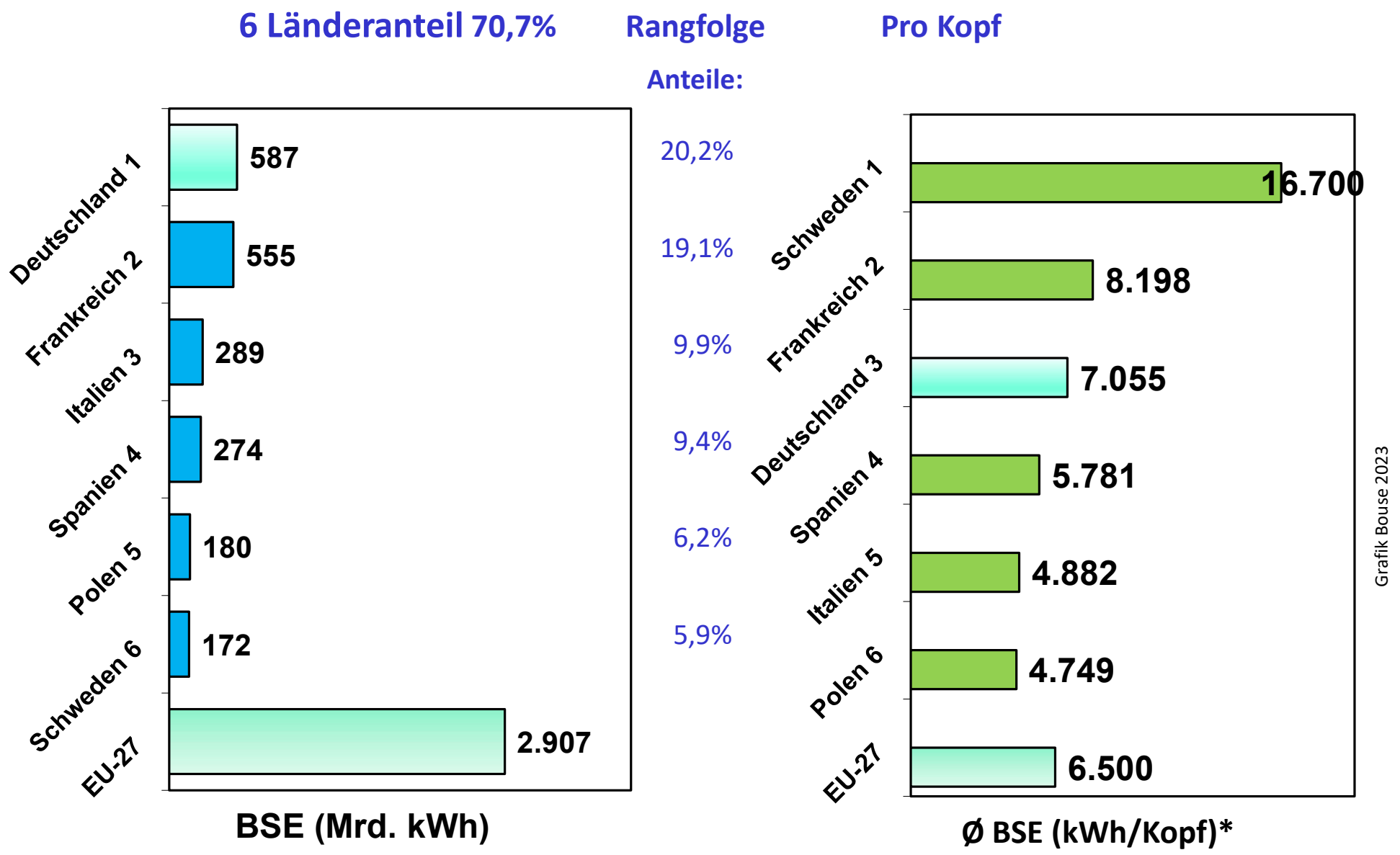
Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 447,6 Mio.

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.

Quelle: Eurostat aus BMWI „Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung 2022, S. 75; 10/2023

6 Länder-Rangfolge bei der Brutto-Stromerzeugung (BSE) in der EU-27 im Jahr 2021 nach Eurostat (6)



* 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

Quellen: Eurostat Energiebilanz EU-27 2023, 3/2023

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.

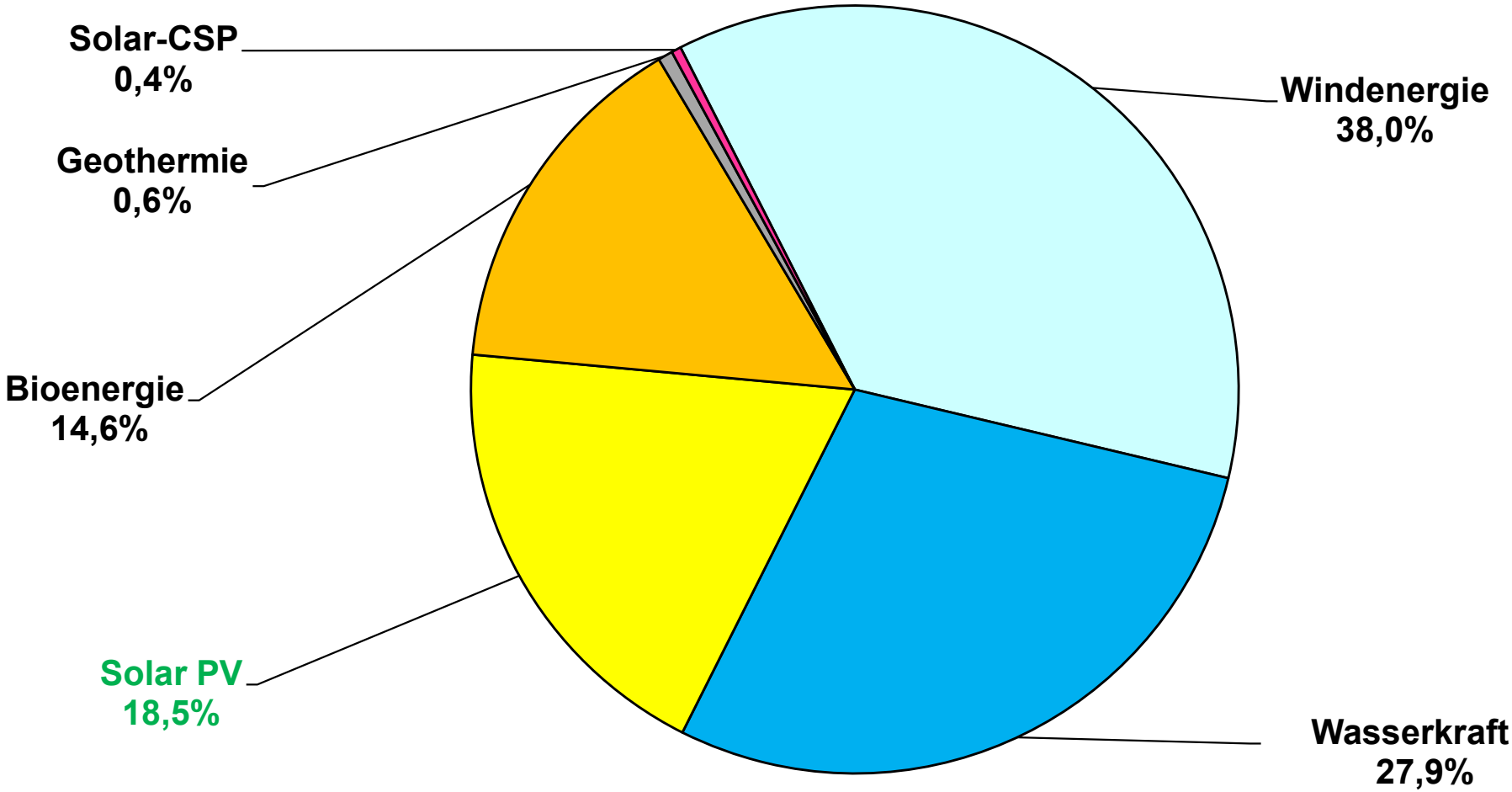
1. Wasserkraft (gesamt) inklusive Pumpspeicher; 2. inkl. des biogenen Anteils des Abfalls; 3. inkl. Klär- und Deponiegas

Quelle: Eurostat aus BMWk - Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung 2022, S. 76, Stand 10/2023

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 Photovoltaik 205,1 TWh, Anteil von gesamt EE 18,5%



Grafik Bouse 2023

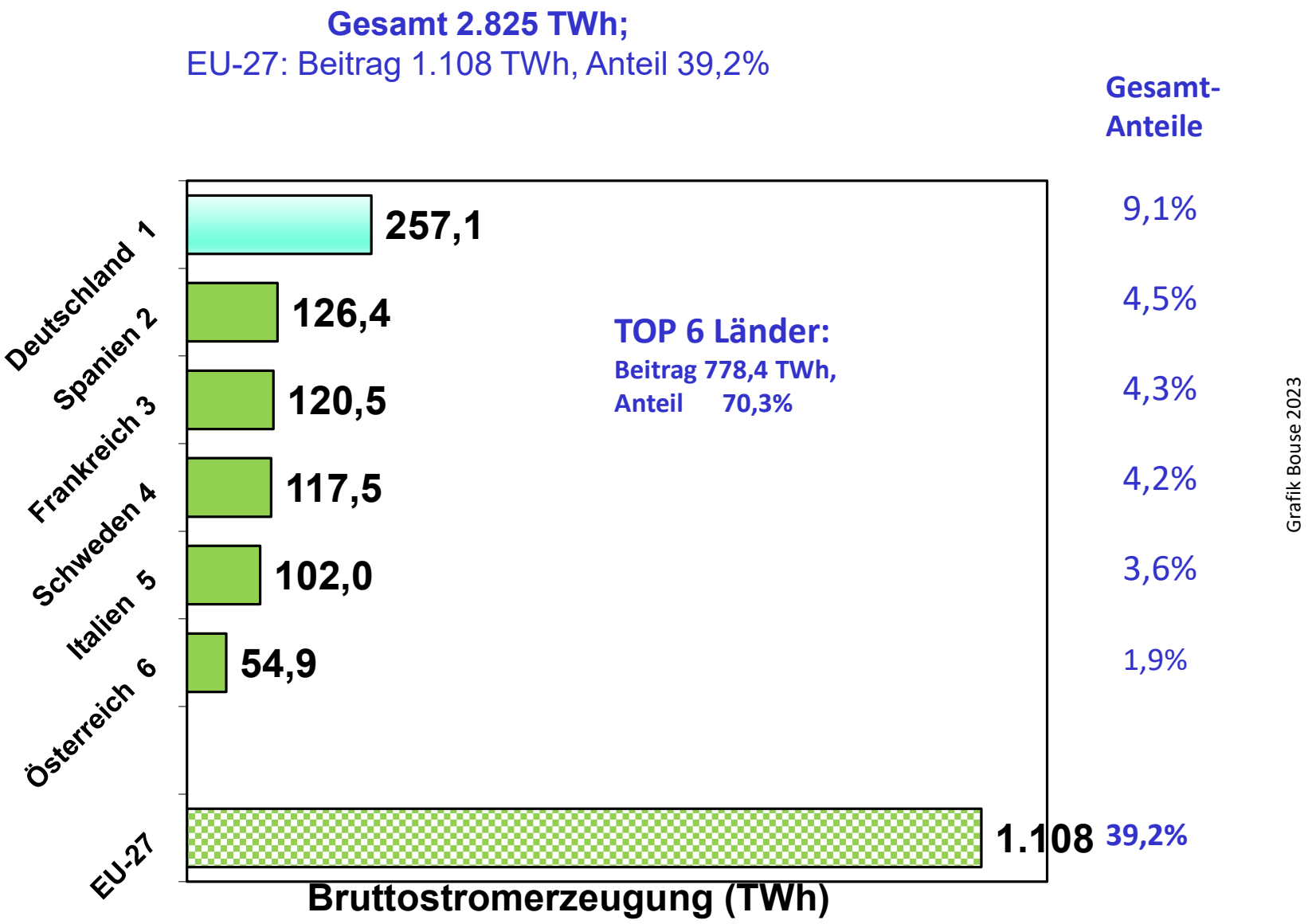
Meeresenergie nicht dargestellt = 0,05%

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

Quellen: Eurostat aus BMWI „Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung 2022 S. 75/76; 10/2023,

TOP 6-Länder Rangfolge erneuerbare Energien zur gesamten Bruttostromerzeugung (BSE) in der EU-27 im Jahr 2022 nach Eurostat (3)



* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

Quelle: Eurostat aus BMWK - Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung 2022, S. 76, Stand 10/2023

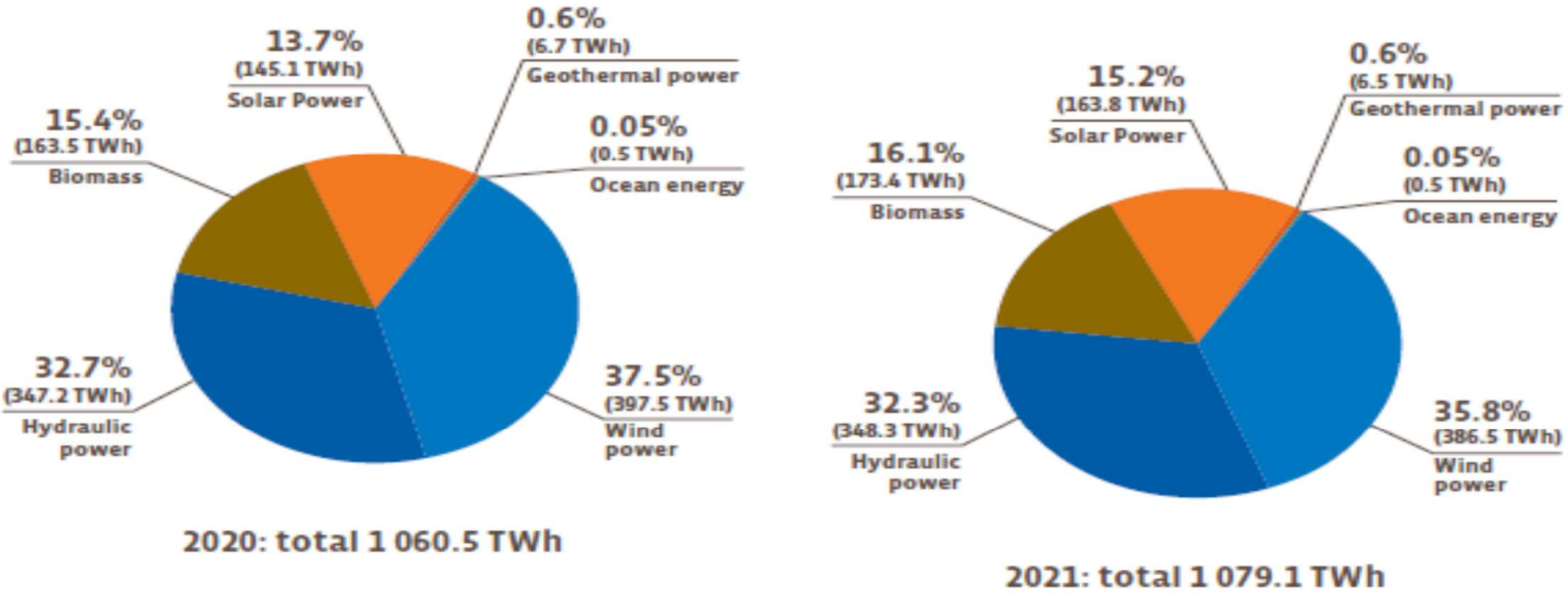
Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien (EE) nach Technologien in der EU-27 von 2020/21 nach EurObserv‘ER (4)

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 %)



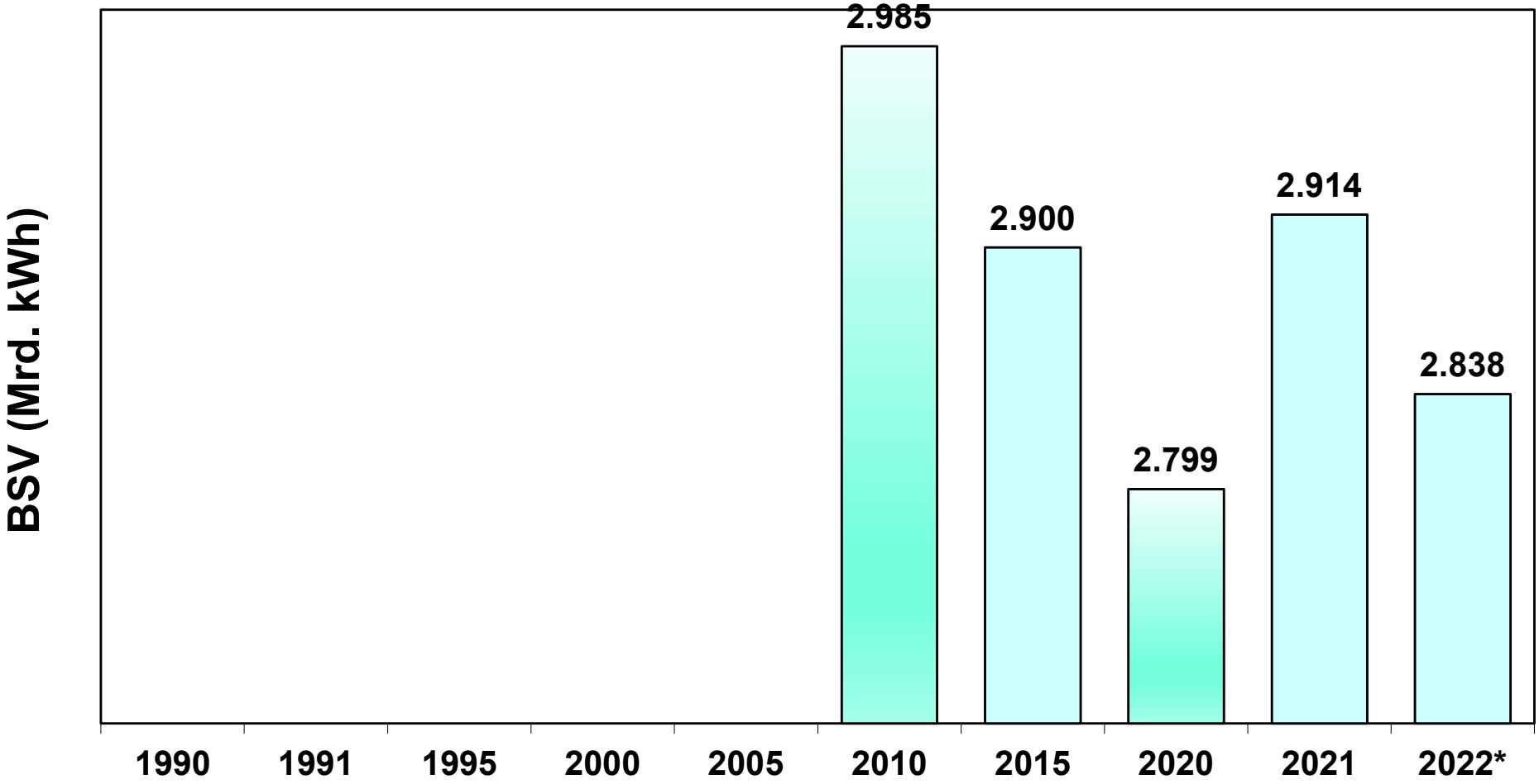
Notes for calculation: Hydro is actual (not normalised) and excluding pumping. Wind is actual (not normalised). Solar includes solar photovoltaics and concentrated solar power generation. All electricity production, compliant or not with renewable Directives, from solid biofuels, biogas (pure and blended 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

Quelle: EurObserv‘ER – Stand erneuerbare Energien in Europa 2021, S. 110, 3/2021; Eurostat – Energiebilanzen 2020, S. 24, Ausgabe 4/2022

Entwicklung Bruttostromverbrauch (BSV) in der EU-27 von 2010-2022 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

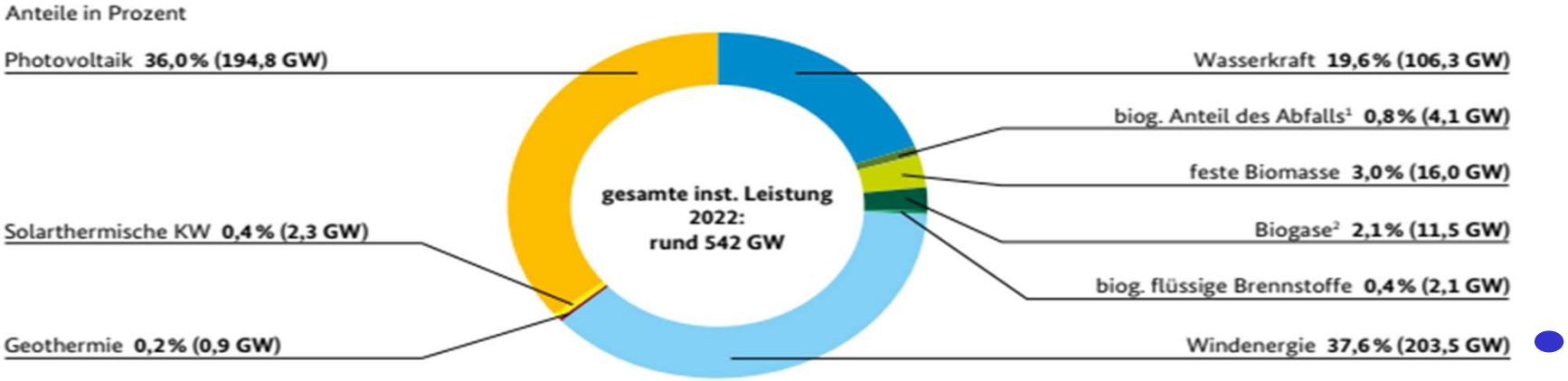
Beitrag Photovoltaik-Solarleistung

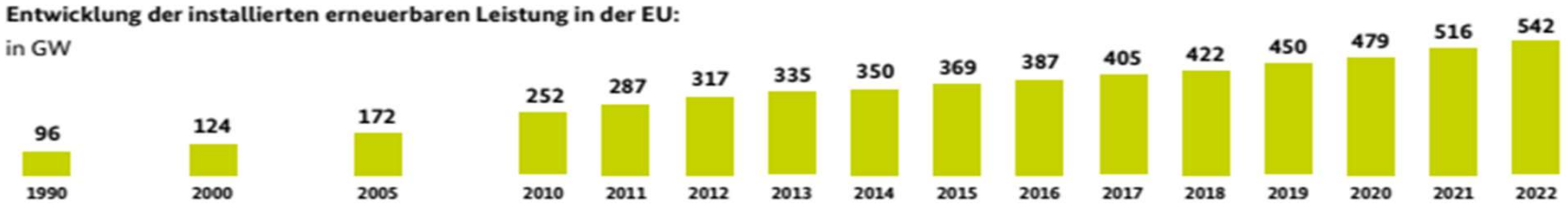
zur Stromversorgung, Teil 2 Leistung

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





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.

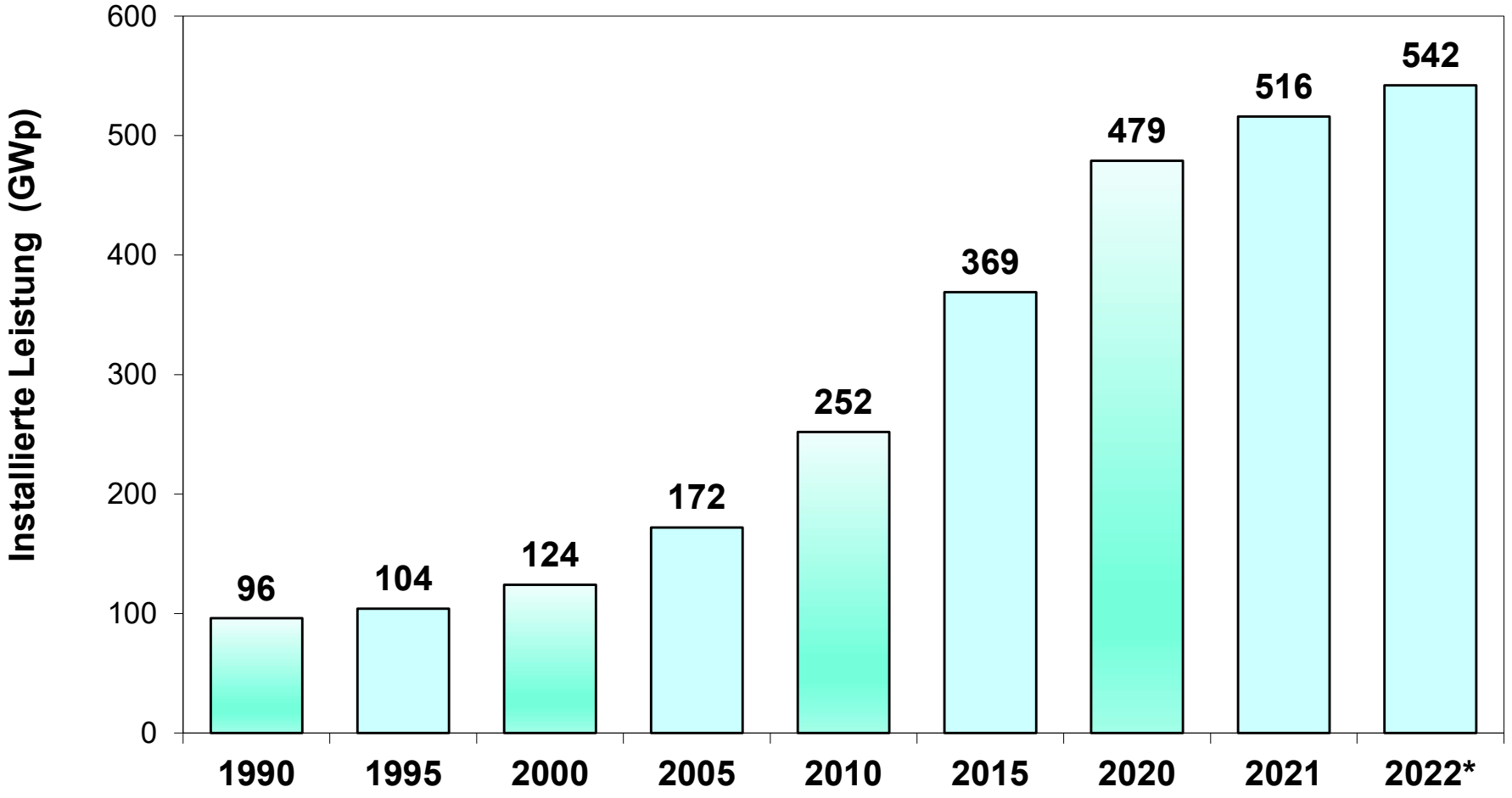
1 biogener Anteil des Abfalls in Abfallverbrennungsanlagen mit 50 Prozent angesetzt

2 inkl. Deponie- und Klärgas

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

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%



* 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

Photovoltaik-Solarstrom

Erzeugung und Leistung zur Stromversorgung

Stromerzeugung aus PV-Solarenergie in der EU-27 im Jahr 2022 nach Eurostat (1)

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 %).

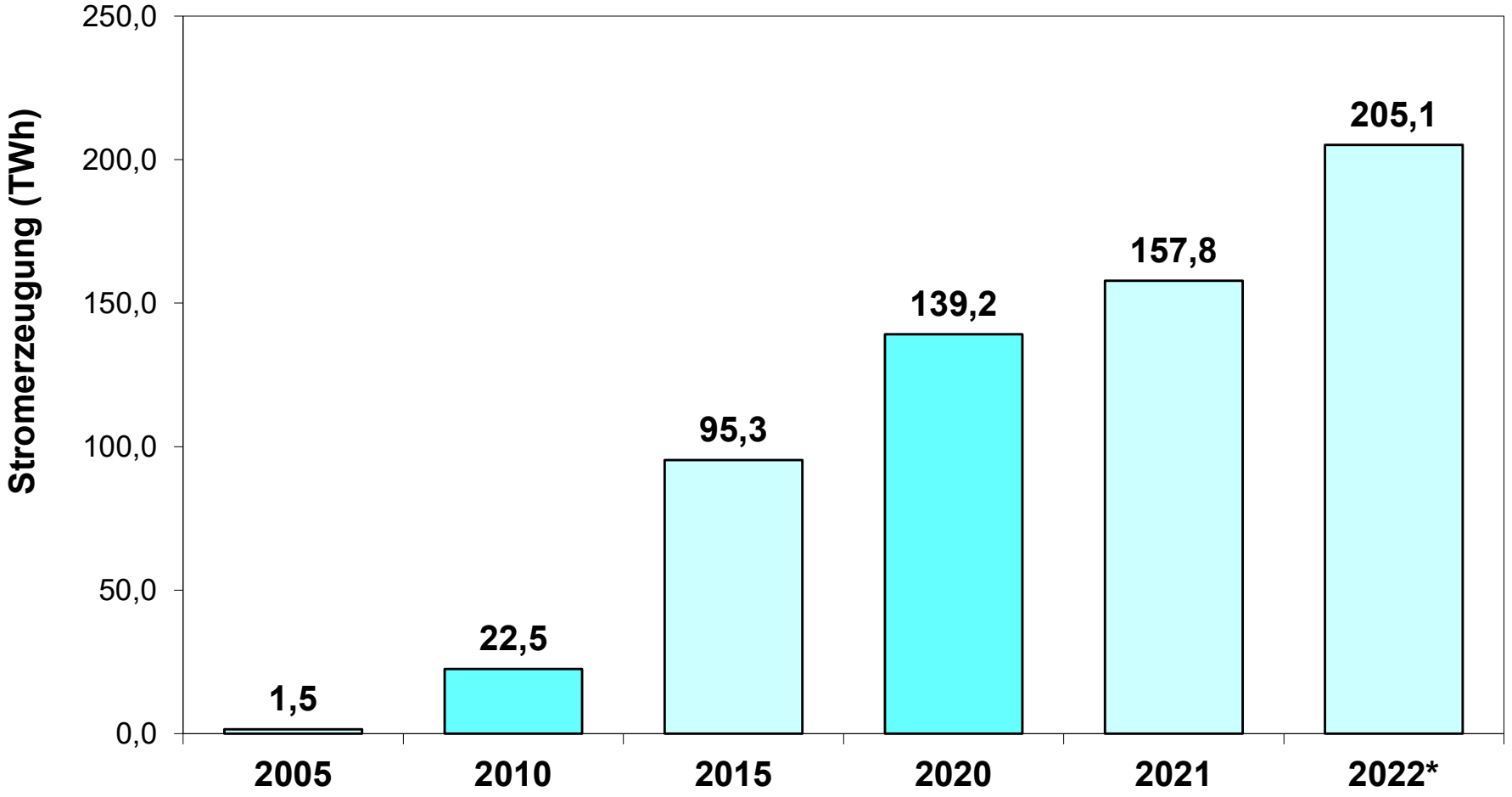
Neben Photovoltaikanlagen werden in der EU auch solarthermische Kraftwerke zur Stromerzeugung aus Sonnenenergie genutzt, allerdings ist dies nur in südeuropäischen Regionen mit hohen Sonnenstundenzahlen sinnvoll. In den 1990er und 2000er Jahren wurden in Spanien zahlreiche solcher Anlagen entwickelt, 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].

Quelle: BMWK - Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung 2022, S. 83, Stand 10/2023

Entwicklung der Stromerzeugung aus PV-Anlagen in der EU-27 von 2005-2022 nach Eurostat (2)

Jahr 2022: Gesamt: 205,1 TWh (Mrd. kWh), Veränderung zum VJ + 30,0%

Anteil PV 7,3% von gesamt 2.825,4 TWh



Grafik Bouse 2023

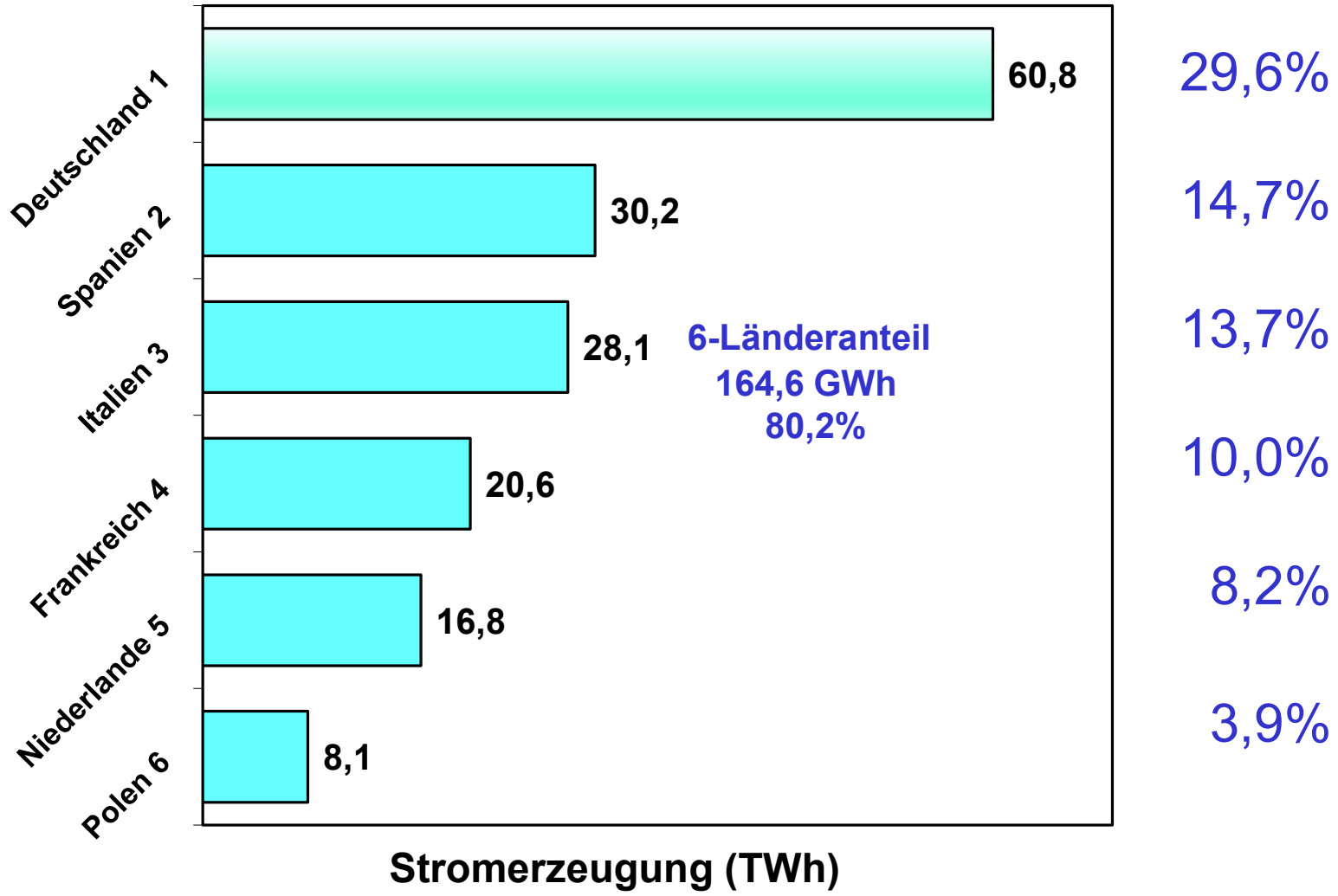
* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

Quellen: Eurostat aus BMWI- Erneuerbare Energien in Zahlen, Nationale und internationale Entwicklung 2022, S. 76, 10/2023,

TOP 6 Länder-Rangfolge Stromerzeugung (BSE) aus PV-Anlagen der EU-27 im Jahr 2022 nach Eurostat (3)

Jahr 2022: Gesamt: 205,1 TWh (Mrd. kWh), Veränderung zum VJ + 30,0%

Anteil PV 7,3% von gesamt 2.825,4 TWh



Grafik Bouse 2023

* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023;

Quellen: Quelle: Eurostat aus BMWk - Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung 2022, S. 76, Stand 10/2023

Entwicklung installierte Photovoltaikleistung in Ländern der EU-27 Ende 2005-2022 nach IRENA (4)

Ende 2022: Gesamtleistung 194,863 GWp , Veränderung zum VJ + 20,0%

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

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

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

* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2022

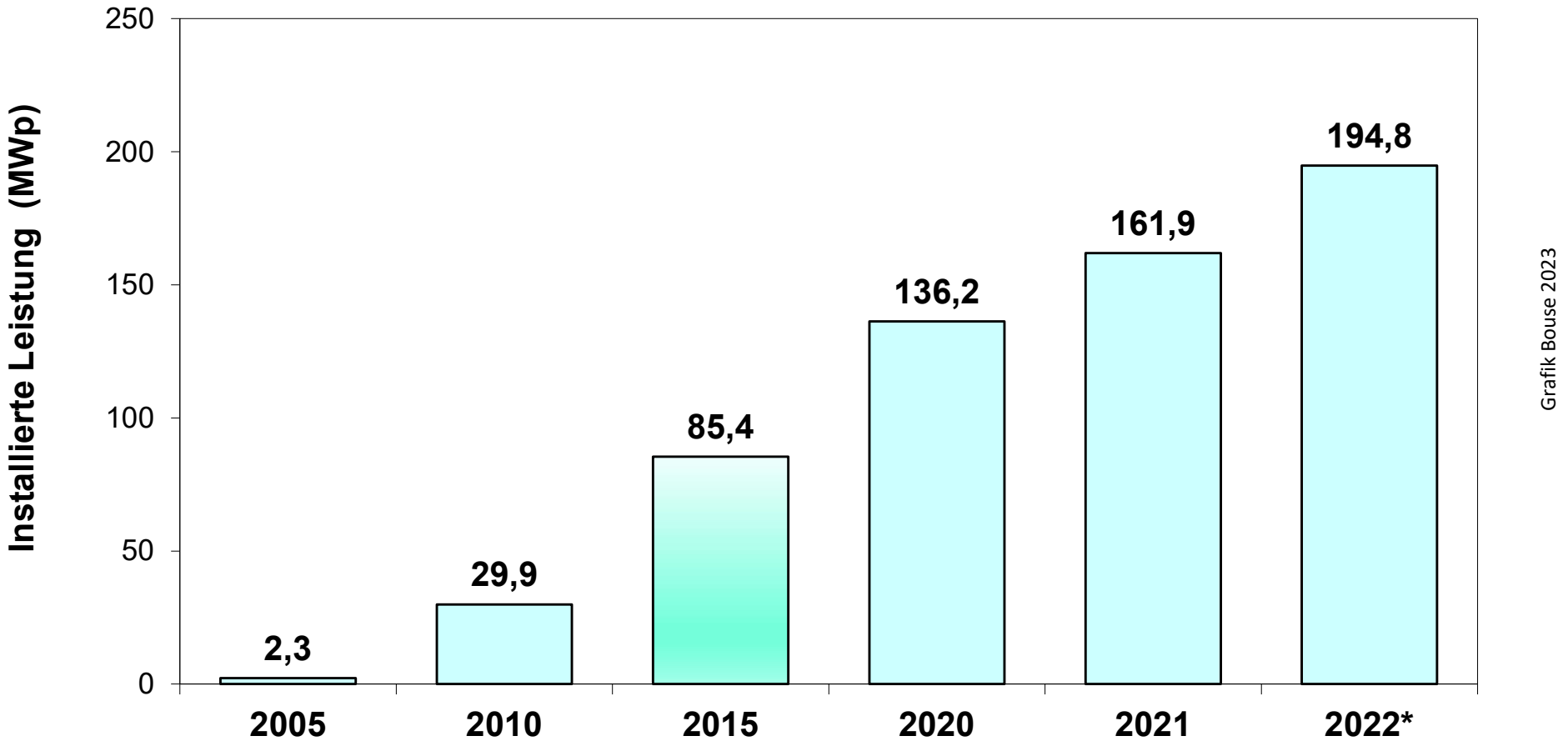
Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2022: 447,6 Mio.

Quellen: Irena (Renewable Capacitics 2023 [33] aus BMWI - Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung 2022; S. 84; 10/2023;

Entwicklung gesamte installierte Leistung von Photovoltaik-Anlagen (PV) in der EU-27 von Ende 2010-2022 nach Eurostat und IRENA (5)

Ende 2022: Gesamtleistung 194,8 GWp , Veränderung zum VJ + 20,0%

Durchschnittsleistung 436 Wp/EW



* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2022

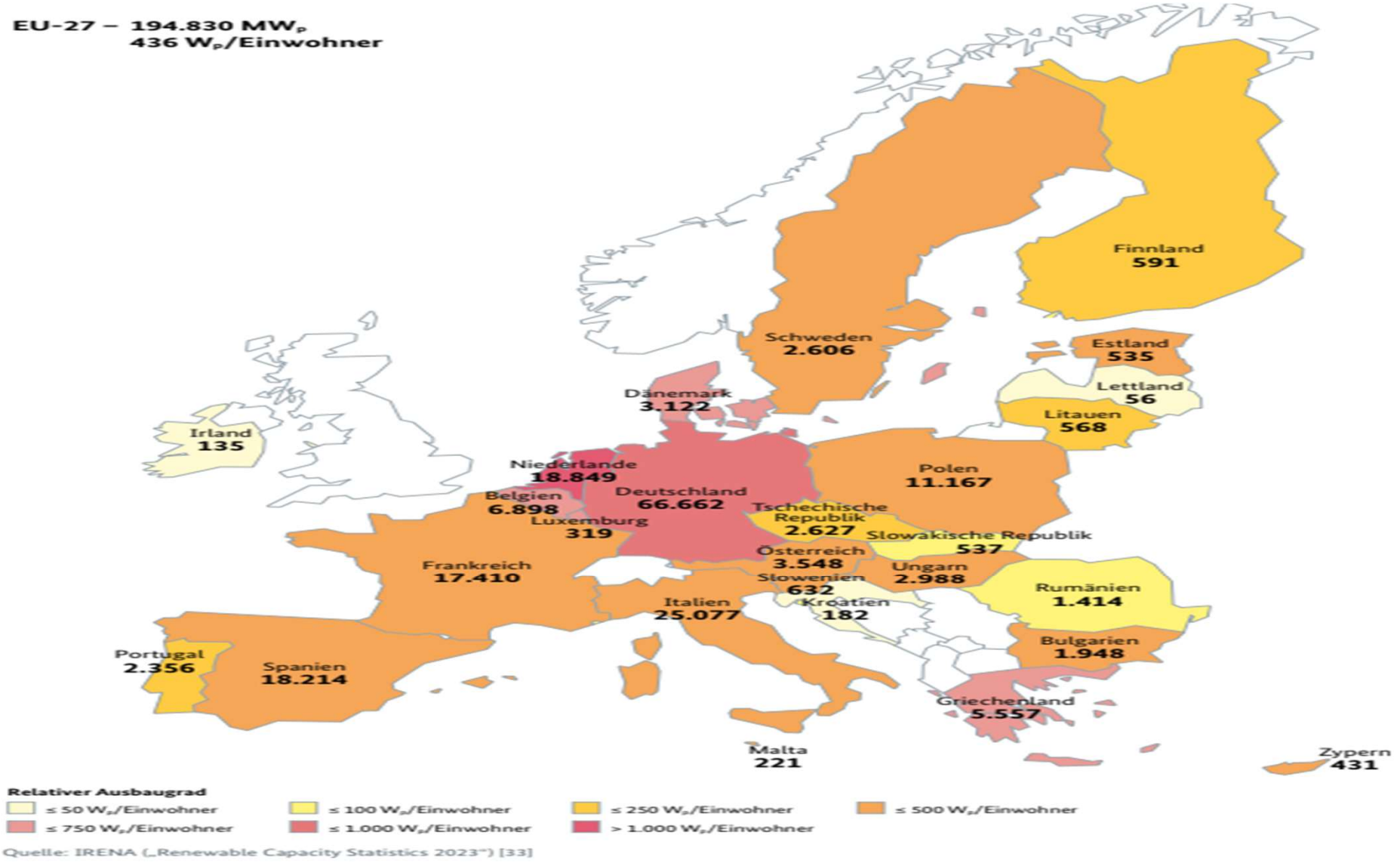
Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2022: 447,6 Mio.

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

Gesamte installierte Photovoltaikleistung in Ländern der EU-27 Ende 2022 nach IRENA (6)

Gesamtleistung 194.830 MWp = 194,8 GWp

Durchschnittsleistung 436 Wp/EW



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

* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2022 = 447,6 Mio.

Quellen: IRENA - Renewable Capacity Statistics 2023 (33) aus BMWI - Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung 2022; S. 83; 10/2023;

Übersicht Photovoltaik zur Stromversorgung in der EU-27 im Jahr 2023 nach EurObserv‘ER (1)

256 911.8 MW

Cumulative photovoltaic capacity in the European Union in 2023

PHOTOVOLTAIC BAROMETER

A study carried out by EurObserv’ER.

Solar photovoltaic had an outstanding year in 2023. IRENA reported that over 345.5 GW of capacity was installed globally compared to 199.1 GW in 2022 and 145.1 GW in 2021 (net maximum capacity installed and connected at the end of the calendar year). Thus, installed global capacity to date rose to 1 412.1 GW. The European Union and United States enjoyed unheard of increases in their solar photovoltaic capacities. Yet, they pale by comparison with the unbridled rise of photovoltaic in China, which installed 216.9 GW in 2023… more than the previous year’s total global market. With net maximum capacity standing at 53.1 GW in 2023 as quantified by EurObserv’ER, the European Union is the world’s No. 2 market, ahead of the United States, which added 27.1 GW.

243.5 TWh

Photovoltaic electricity generated in the EU during the year 2023

53 124.2 MW

Photovoltaic capacity installed in the EU during the year 2023

* Daten 2023 vorläufig, Stand 4/2024

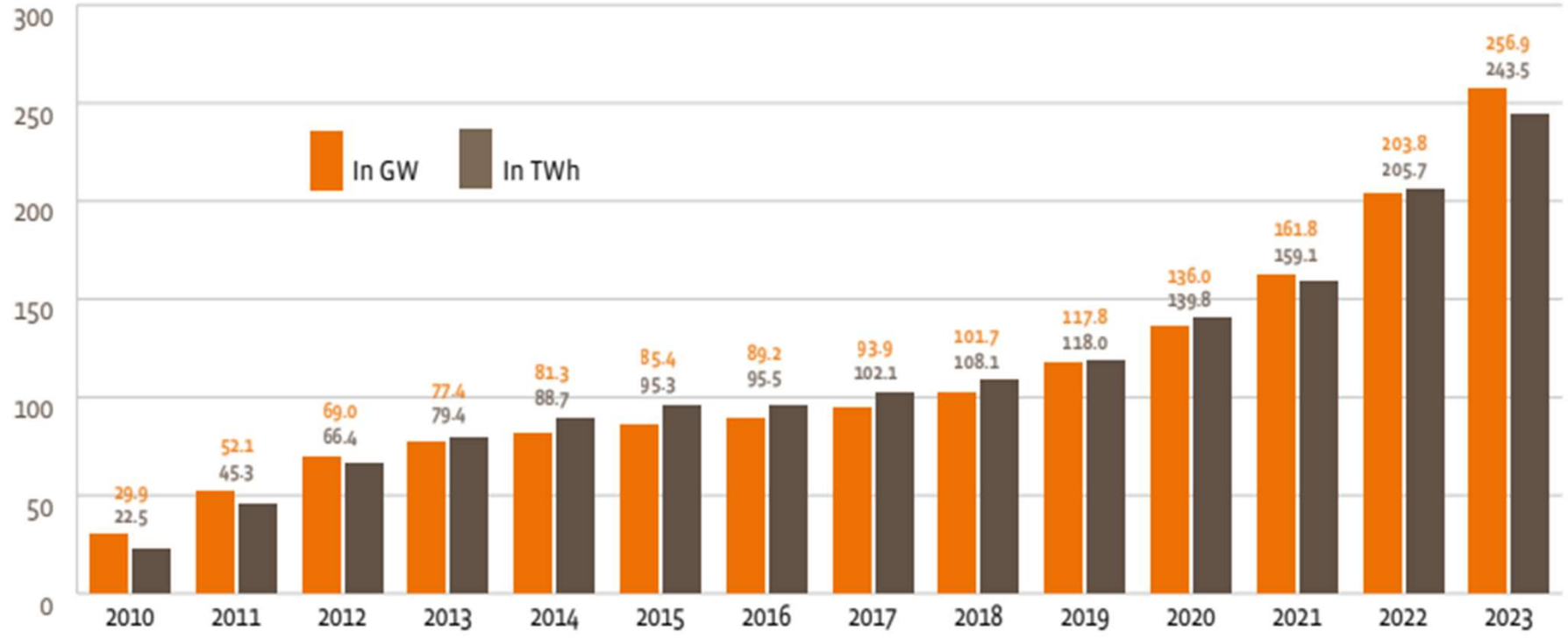
Quelle: EurObserv‘ER – Photovoltaik Barometer EU-27 2024, Ausgabe 4/2024

Entwicklung installierte Photovoltaik-Leistung* und Brutto-Photovoltaik-Stromerzeugung in der EU 27 von 2010 bis 2023** (2)

Jahr 2023:
Installierte Leistung 256,9 GW
Bruttostromproduktion 243,5 TWh

Graph No. 1

Evolution of photovoltaic capacity installed* (in GW) and gross photovoltaic electricity production (in TWh) from 2010 to 2023** in the EU 27



** Net maximum electrical capacity. ** Estimation.* ***Sources : Years 2010-2021 (Eurostat), Year 2022 and 2023 (EurObserv'ER).***

* Maximale Nettostromkapazität. ** Einschätzung.

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) : 448,8 Mio.

Quellen: Jahre 2010–2021 (Eurostat), Jahre 2022 und 2023 (EurObserv‘ER) aus EurObserv‘ER - Photovoltaic Barometer 2024, Ausgabe April 2024

Gesamte Bruttostromerzeugung aus Photovoltaik-Anlagen (PV) nach Ländern der EU-27 2022/23 nach EurObserv'ER (3)

Jahr 2023: Gesamt 243.500 GWh = 243,5 TWh, Veränderung VJ + 29,6%

Table No. 2

Gross electricity production from solar photovoltaic in the European Union countries in 2022 and 2023* (in GWh)

	2022	2023
Germany	60 304.0	61 216.0
Spain	31 187.0	42 922.0
Italy	28 121.5	30 700.0
France	19 642.2	23 242.0
Netherlands	17 079.0	21 173.0
Poland	8 309.7	11 395.6
Greece	7 139.7	8 394.0
Belgium	6 876.0	7 285.0
Hungary	4 732.0	6 536.6
Portugal	3 519.0	5 474.0
Austria	3 791.7	5 197.0
Denmark	2 202.6	3 363.3
Bulgaria	2 093.8	3 334.9
Sweden	1 980.0	3 098.0
Czechia	2 626.3	2 520.1
Romania	1 988.4	1 861.2
Slovenia	645.6	913.1
Slovakia	650.0	737.5
Cyprus	601.9	695.3
Estonia	596.0	692.9
Finland	392.3	646.5
Lithuania	342.0	633.0
Ireland	148.3	372.0
Croatia	151.9	341.5
Luxembourg	276.3	318.0
Malta	289.8	309.3
Latvia	41.3	128.2
Total EU 27	205 728.2	243 500.0

*Estimation. **Source: EurObserv'ER 2024**

TOP 6 Länder
ngfolge 2023
esamt EU-27
Anteile (%)

25,1
17,6
12,6
9,5
8,7
4,7
78,2

* Daten 2023 vorläufig, Stand 4/2024

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2023 = 448,8 Mio.

Quelle: EurObserv'ER – Photovoltaik Barometer 2024, Ausgabe 4/2024

TOP 6 Länder-Rangfolge installierte und kumulierte Leistung von Photovoltaik-Anlagen (PV) in der EU-27 Ende 2022/23 nach EurObserv'ER (4)

Ende 2023: Gesamt 256.912 MWp = 256,9 GWp, Veränderung VJ + 26,1%

Neuinstallation 53.124 MWp = 53,1 GWp (Anteil 20,7%)

Table No. 1

Installed and cumulated solar photovoltaic capacity* in the European Union at the end of 2023** (MW)

Installierte und kumulierte Photovoltaik-Solarleistung* in der Europäischen Union Ende 2023** (MW)

	2022	2023	installed during 2023	TOP 6 Länder Rangfolge 2023 Gesamt EU-27 Anteile (%)
Germany	67 596,0	82 191,0	14 617,0	32,0
Spain	23 311,3	30 612,5	7 301,2	11,9
Italy	25 064,0	30 300,0	5 236,0	11,8
Netherlands	19 600,0	23 904,0	4 304,0	9,3
France	17 341,3	20 541,3	3 200,0	8,0
Poland	12 170,4	17 057,1	4 886,7	6,6
Belgium	6 756,1	8 750,0	1 993,9	79,6
Greece	5 430,1	6 453,0	1 022,9	
Hungary	4 235,0	5 835,0	1 600,0	
Austria	3 791,7	5 197,0	1 405,3	
Sweden	2 391,9	3 993,9	1 602,1	
Portugal	2 683,0	3 904,0	1 223,0	
Denmark	3 069,9	3 529,0	459,1	
Bulgaria	1 737,2	3 092,0	1 354,8	
Czechia	2 420,5	2 491,7	71,2	
Romania	1 808,9	1 917,0	108,1	
Lithuania	572,0	1 165,0	593,0	
Slovenia	626,2	1 034,0	407,8	
Finland	664,0	1 018,0	354,0	
Estonia	520,0	800,0	280,0	
Slovakia	549,0	631,0	82,0	
Cyprus	424,1	606,0	181,9	
Croatia	222,0	461,0	239,0	
Ireland	187,9	445,2	257,4	
Luxembourg	317,0	404,0	87,0	
Latvia	113,0	353,0	240,0	
Malta	209,8	226,0	16,8	
Total EU 27	203 812,2	256 911,8	53 124,2	

** Net maximum electrical capacity, off-grid included. ** Estimation. Note: 22 MW decommissioned in Germany, 2 MW in Portugal, 0,5 MW in Malta, 0,1 MW in Sweden. The data concerning the decommissioned capacity is not always available.* ***Sources: EurObserv'ER 2024***

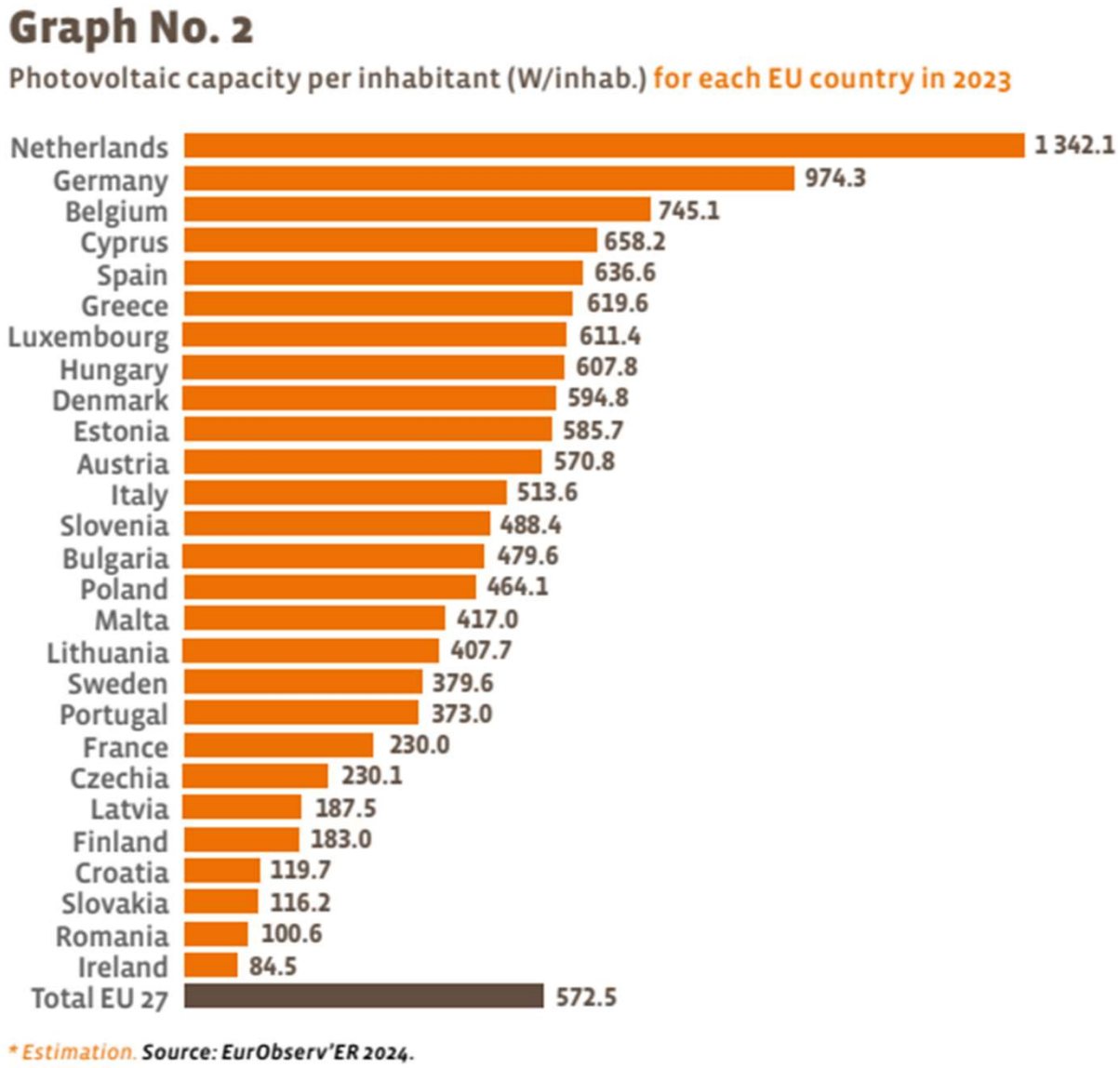
* Daten 2023 vorläufig, Stand 4/2024

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2023 = 448,8 Mio.

Quelle: EurObserv'ER – Photovoltaik Barometer 2024, Ausgabe 4/2024

Photovoltaiknutzung nach durchschnittlich installierter Leistung nach Ländern der EU-27 im Jahr 2023 (5)

EU-27: Durchschnittsleistung 572,5 Wp/Kopf nach EurObserv‘ER



* Daten 2023 vorläufig, Stand 4/2024

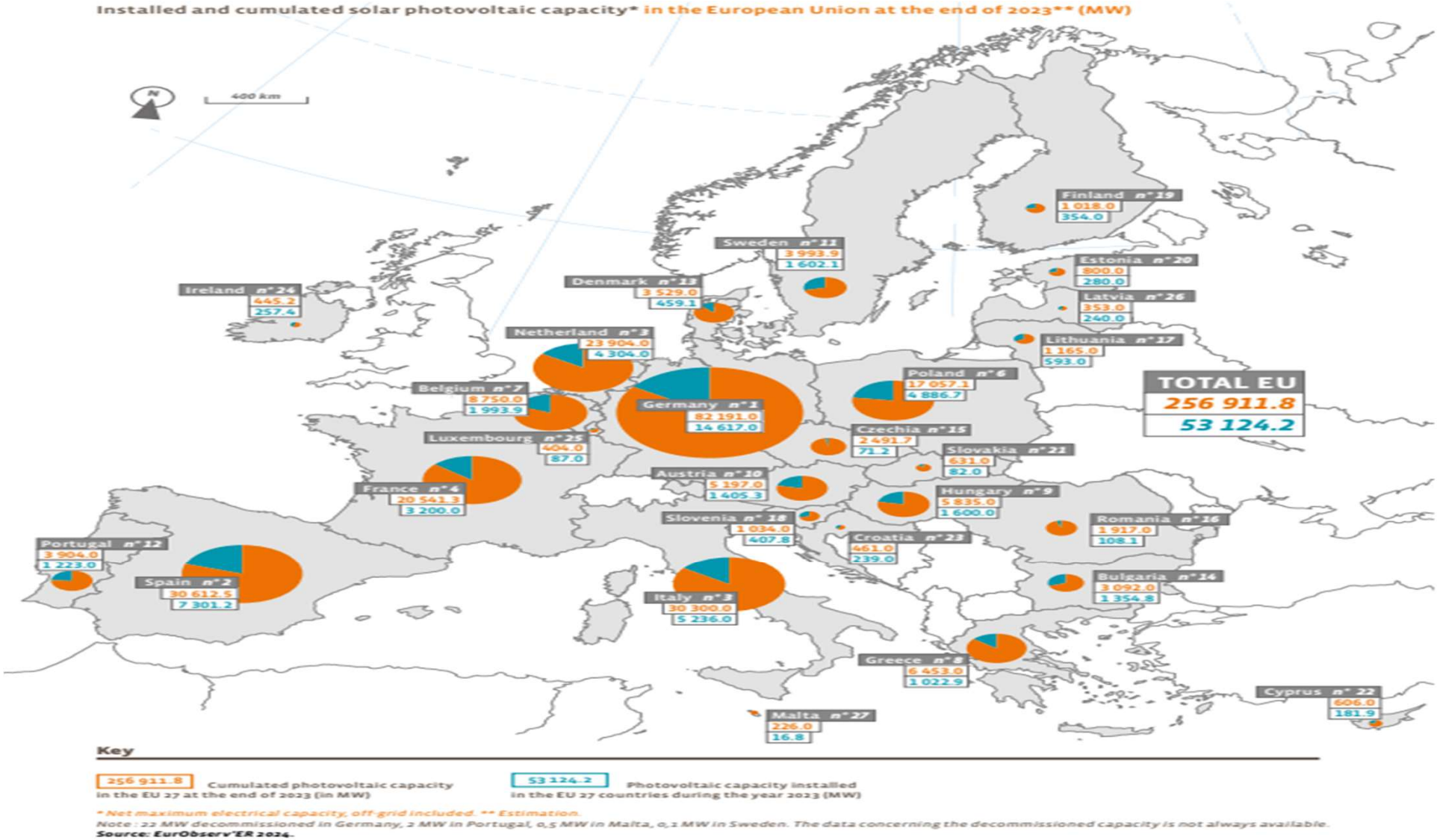
Bevölkerung EU-27: 448,8 Mio.

Quelle: EurObserv‘ER - Photovoltaic Barometer 2024, Ausgabe April 2024

Installierte und kumulierte Leistung von Photovoltaikanlagen nach Ländern der EU-27 Ende 2023 nach EurObserv‘ER (6)

Ende 2023: Gesamt 256.912 MWp = 256,9 GWp, Veränderung VJ + 20,0%

Neuinstallation 53.124 MWp = 53,1 GWp (Anteil 20,7%)



* Daten 2023 vorläufig, Stand 4/2024

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2023 = 448,8 Mio.

Quelle: EurObserv‘ER – Photovoltaik Barometer 2024, Ausgabe 4/2024

Energie & Wirtschaft, Energieeffizienz

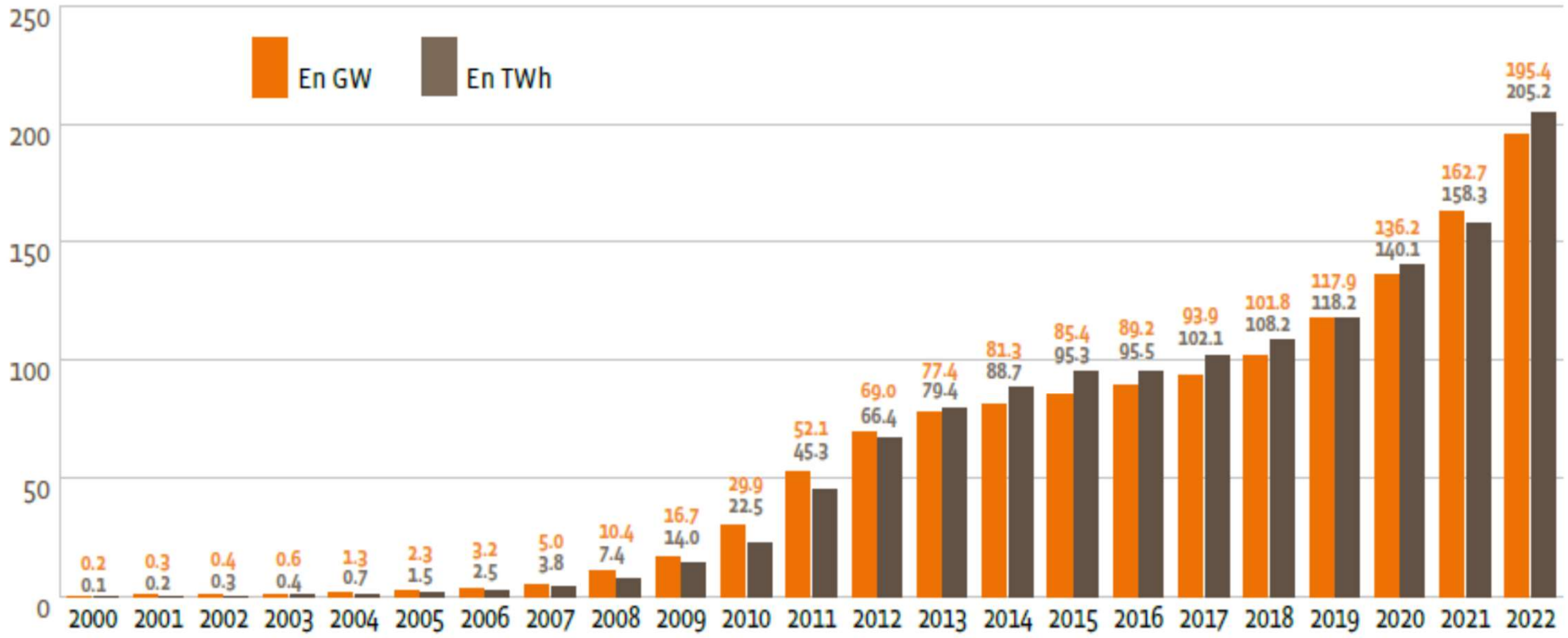
Entwicklung Photovoltaik nach installierter Leistung und Stromerzeugung in der EU-27 2000-2022 nach EurObserv‘ER

Jahr 2022: Installierte Leistung 195,4 GWp und Stromerzeugung 205,2 TWh

Jahresvolllaststunden 1.050 h/Jahr [1)]

Graph No. 1

Evolution of photovoltaic capacity installed* (in GW) and gross photovoltaic 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).**

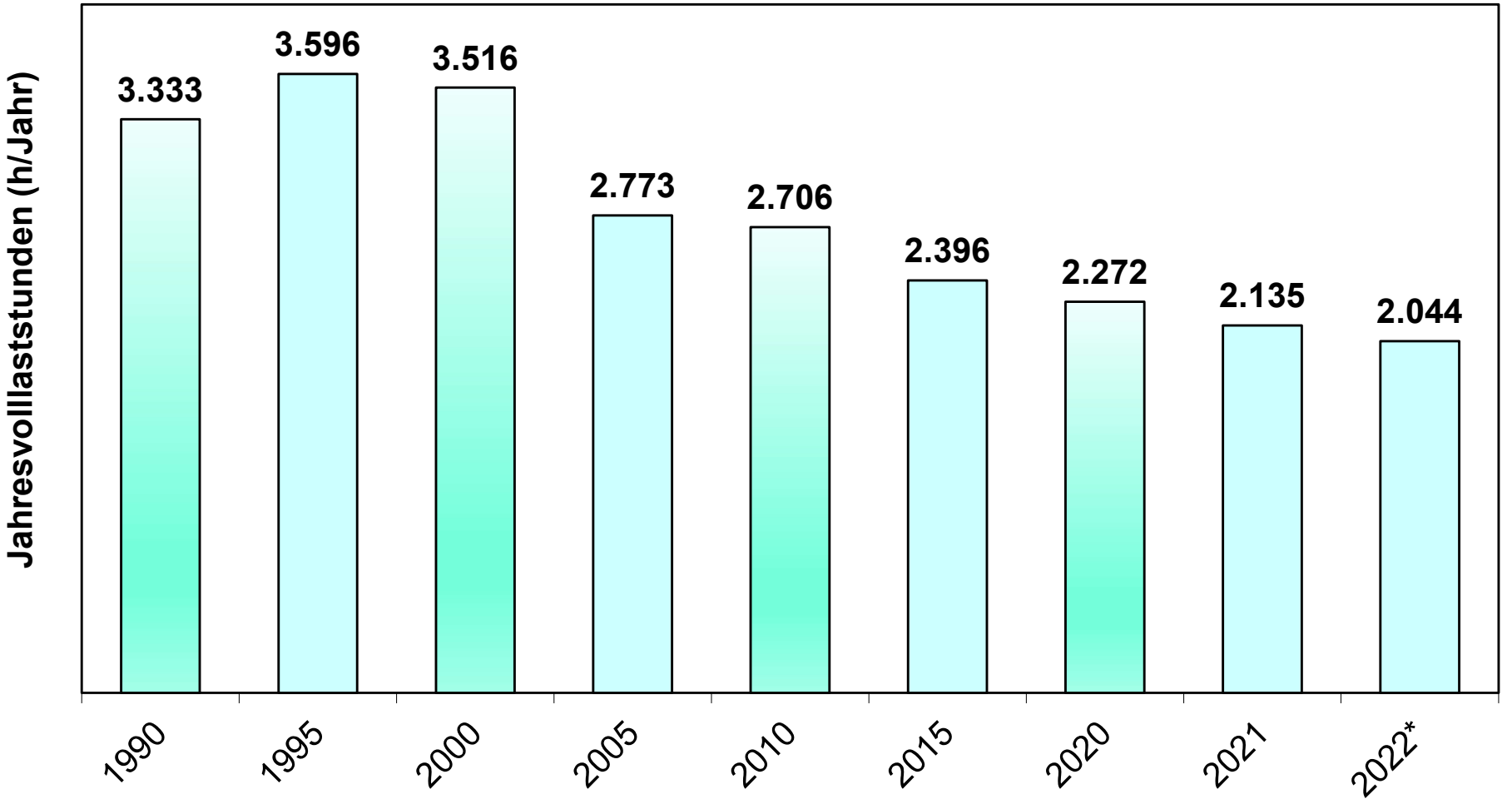
* Daten 2022 vorläufig, Stand 4/2023;

1) Stromerzeugung 205.156 GWh / 195,213 GW)= 1.050 h/Jahr

Quelle: EurObserv‘ER – Photovoltaik Barometer 2023, Ausgabe 4/2023

Entwicklung Jahresvolllaststunden der gesamten erneuerbaren Energien in der EU-27 von 1990-2022

Jahr 2022 : Installierte Leistung zum J-Ende: 542 MWp
Brutto-Stromerzeugung 1.108 GWh (Mio. kWh)
Jahresvolllaststunden 2.044 h/a [1)]
(Stromerzeugung 1.108 GWh / 0,542 GW)



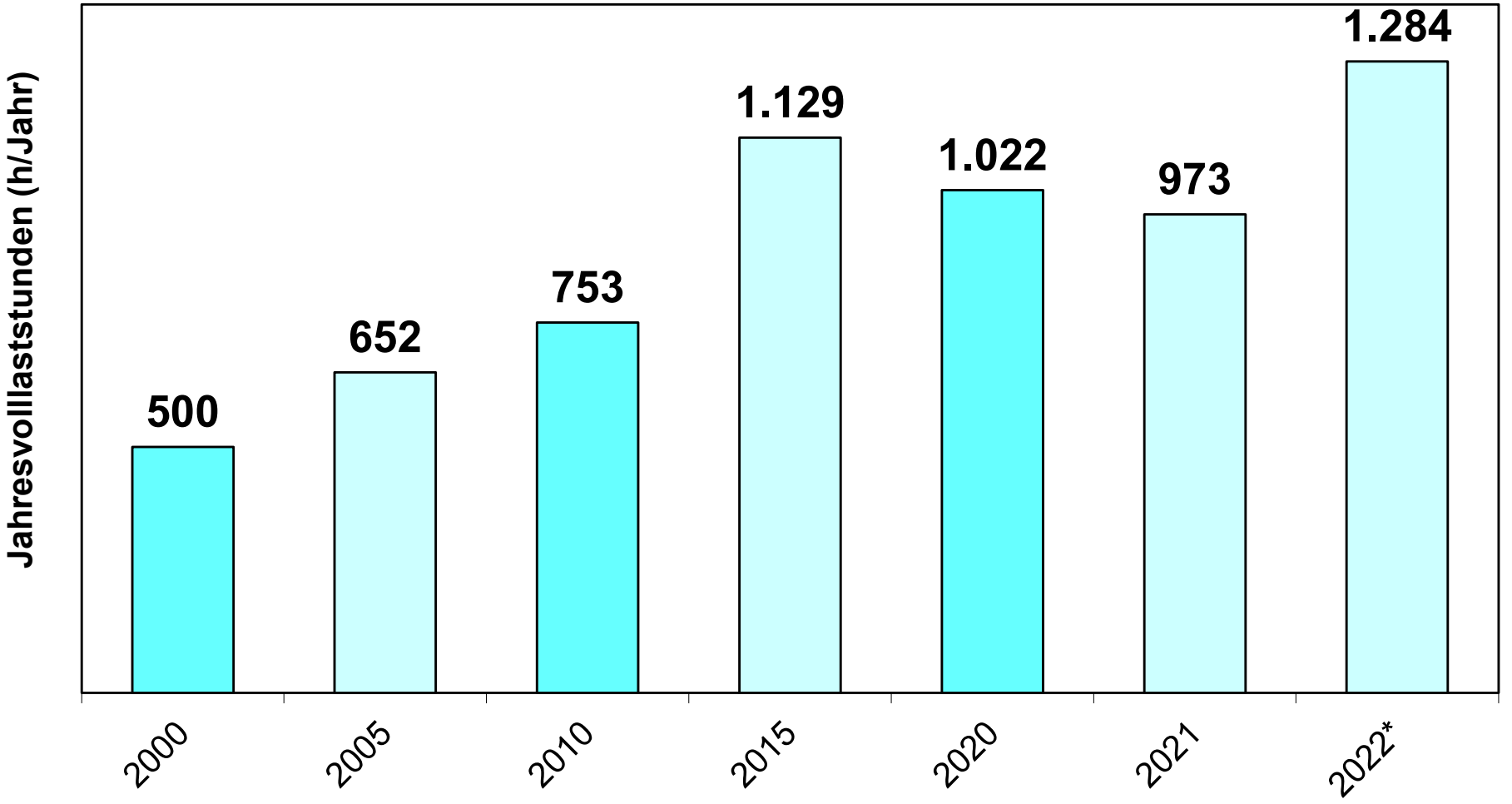
* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

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 2022, Ausgabe 3/2023, Eurostat 2020; Eurostat – Energiebilanzen 2022, 3/2023

Entwicklung der Jahresvolllaststunden von Photovoltaikanlagen in der EU-27 von 2000-2022 nach Eurostat

Jahr 2022 : Installierte Leistung zum J-Ende: 194,8 MWp
Brutto-Stromerzeugung 205.100 GWh (Mio. kWh) = 205,1 TWh (Mrd.)
Jahresvolllaststunden 1.284 h/a [1)]
(Stromerzeugung 205,1 GWh / 0,1948 GW = 1.284 h/a)

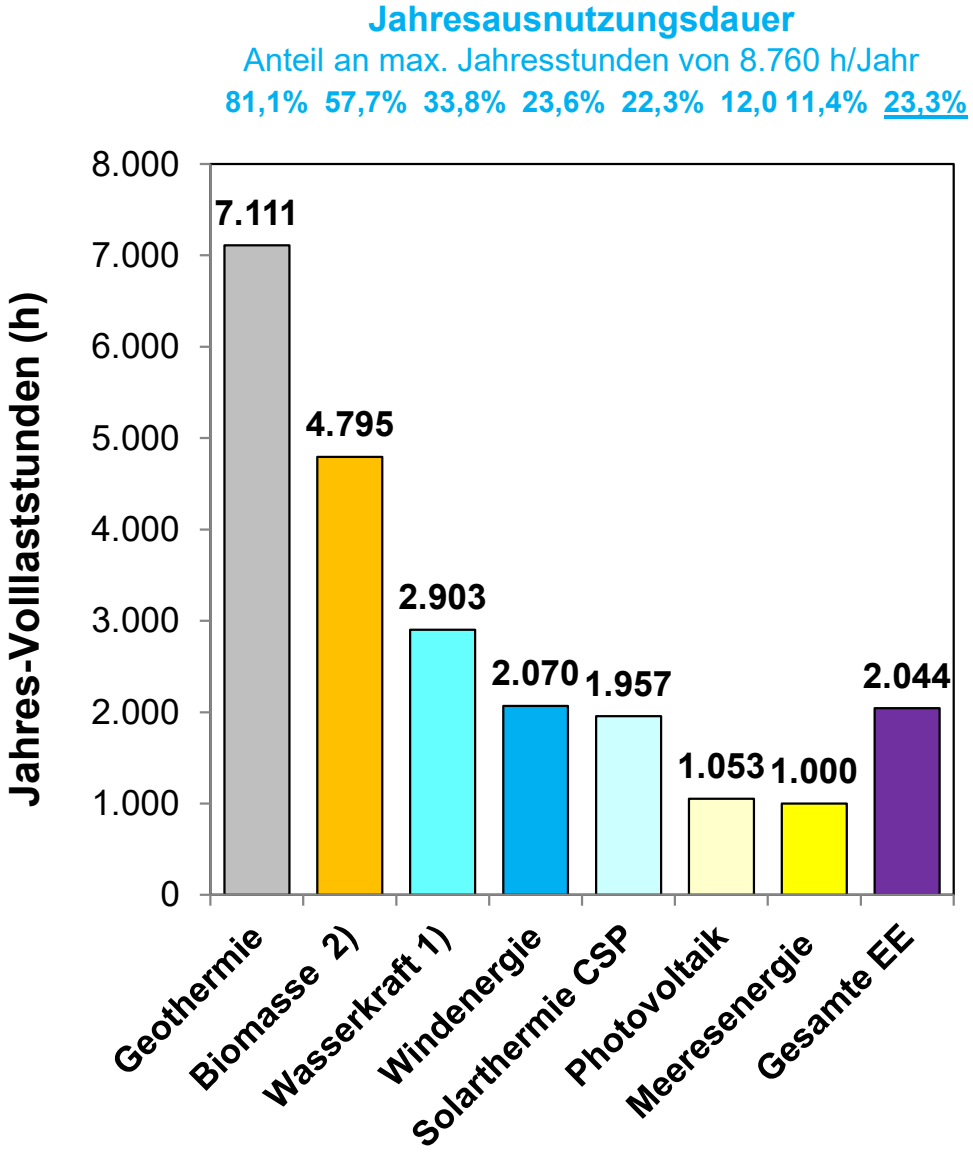


* Daten 2023 vorläufig, Stand 10/2023

1) JVLS mit installierter J-Durchschnittleistung berechnet anstelle der installierten Leistung zum Jahresende ergibt genauere Ergebnisse

Quelle: Eurostat aus BMU- Erneuerbare Energien in Zahlen, Nationale und internationale Entwicklung 2022, 10/2023 ; www.erneuerbare-Energien.de

Vergleich Jahresvolllaststunden bei der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien (EE) in der EU-27 im Jahr 2022



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	1.957
Meeresenergie	500	0,5	1.000
Gesamte EE	**1.108.000**	**542,0**	**2.044**

Vollbenutzungsstunden (h/Jahr) =
Bruttostromerzeugung (GWh x 10^3 / 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 in den Ländern der EU-27 im Jahr 2022 (1)

Gesamt 209.730 Mio. € = 209,7 Mrd. €*

Beitrag Photovoltaik 40.850 Mio. € = 40,9 Mrd. €, Anteil 18,3%

2022 TURNOVER BY SECTOR (€M) **UMSATZ 2022 NACH SEKTOREN (MIO. €)**

	Total	Heat pumps	Wind	PV	Solid biomass	Biofuels	Hydro	Biogas	Solar thermal	MSW	Geothermal
Germany	45 880	5 090	14 180	13 070	5 650	1 820	1 110	3 180	960	760	60
Italy	29 980	19 530	1 470	3 740	2 160	590	950	890	240	230	180
France	29 660	12 250	5 910	2 930	4 620	2 290	560	470	210	230	190
Spain	17 400	3 720	4 970	3 830	2 060	1 300	420	130	900	60	<10
Sweden	14 560	3 520	3 220	850	5 840	450	380	10	10	270	10
Netherlands	12 010	4 340	1 840	4 340	890	260	<10	80	10	180	60
Denmark	8 960	800	5 030	2 000	880	10	<10	60	60	100	10
Finland	8 630	1 600	2 360	690	3 660	150	70	20	10	60	<10
Poland	7 650	820	1 050	3 100	1 350	980	60	110	140	10	30
Austria	6 250	570	490	1 170	2 080	380	1 100	60	340	40	20
Portugal	5 850	1 430	380	640	1 040	40	2 210	20	30	50	10
Belgium	3 880	1 050	860	430	690	450	70	110	10	200	<10
Hungary	3 100	150	60	1 100	500	1 180	<10	30	<10	30	30
Greece	2 640	630	290	1 030	70	110	80	150	260	<10	<10
Czechia	2 560	350	70	560	990	270	50	240	10	<10	<10
Romania	1 840	80	190	200	520	690	100	30	<10	<10	10
Slovakia	1 290	300	<10	20	500	350	40	40	10	<10	<10
Lithuania	1 270	200	200	220	270	330	10	10	<10	10	<10
Estonia	1 140	180	20	120	750	10	10	<10	<10	20	<10
Bulgaria	1 100	40	40	380	250	190	90	20	70	<10	<10
Ireland	1 070	240	480	40	140	90	10	20	10	30	<10
Latvia	1 070	<10	40	30	760	150	30	20	<10	<10	<10
Croatia	700	<10	50	60	370	90	50	40	10	<10	<10
Slovenia	540	210	<10	160	80	<10	30	10	<10	<10	<10
Malta	340	250	<10	10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Cyprus	190	<10	10	90	<10	<10	<10	10	20	<10	<10
Luxembourg	170	10	20	40	20	<10	30	<10	<10	<10	<10
Total EU-27	209 730	57 390	43 260	40 850	36 160	12 220	7 510	5 790	3 390	2 390	770
Source: EurObserv'ER											
Anteile (%)	**100**	**26,8**	**25,1**	**18,3**	**12,8**	**7,2**	**3,6**	**2,8**	**1,5**	**1,4**	**0,5**

*** Herstellung, Vertrieb und Installation der Anlagen sowie Betrieb und Instandhaltung..**

1) Gesamte Bioenergie: Solid Biomass (Feste Biomasse) + Biofuels (Kraftstoffe) + Biogas

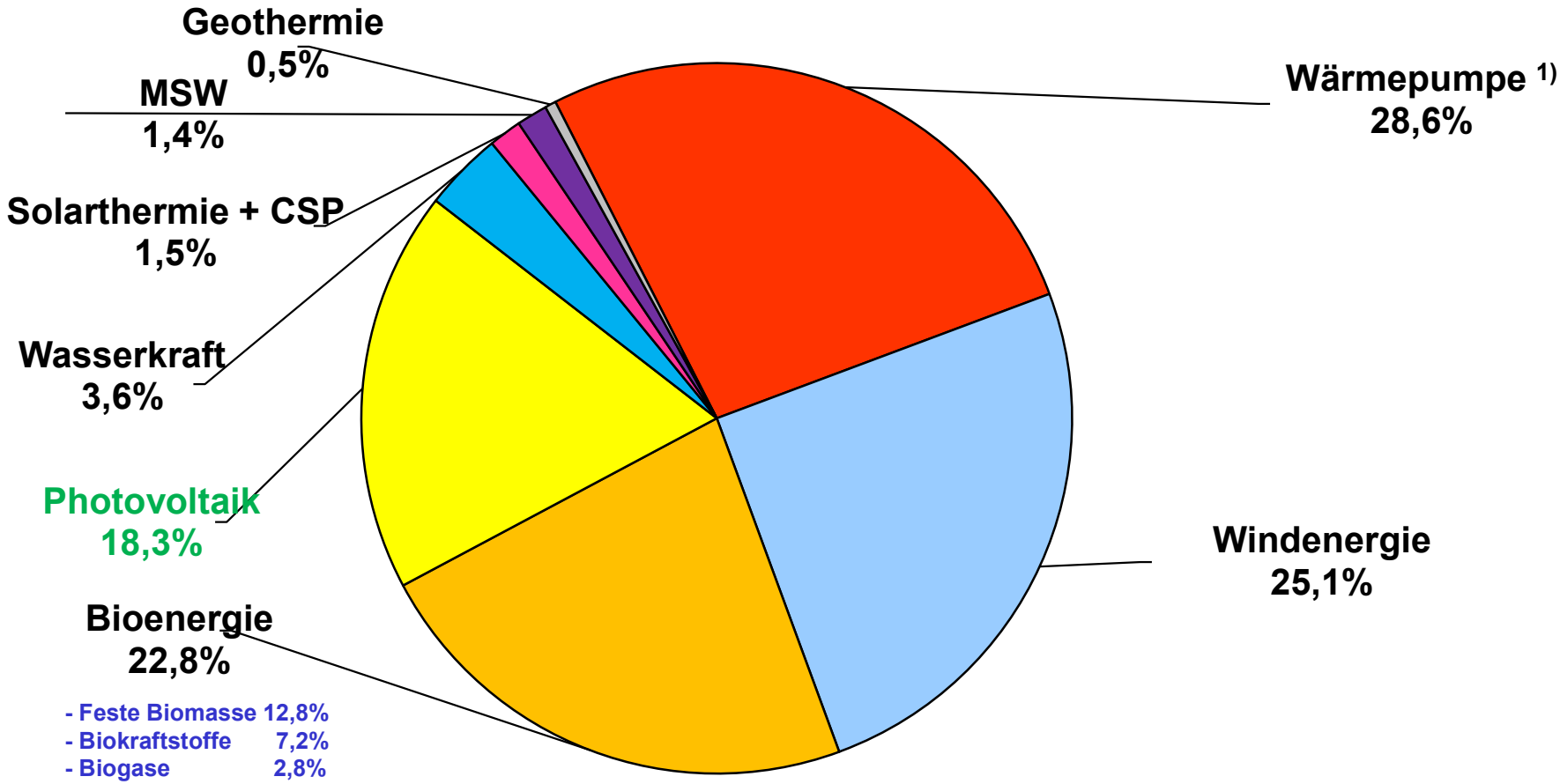
2) MSW ERNEUERBARER KOMMUNALABFALL

Quelle: EurObserv'ER – Stand EE in der EU-27 2023„ S. 198/199; 2/2024

Umsätze in der erneuerbaren Energien-Branche nach Technologien in der EU-27 im Jahr 2022 (2)

Gesamt 209.730 Mio. € = 209,7 Mrd. €*

Beitrag Photovoltaik 40.850 Mio. € = 40,9 Mrd. €, Anteil 18,3%



Grafik Bouse 2024

*** Die Daten berücksichtigen Herstellung, Vertrieb und Installation der Anlagen sowie Betrieb und Instandhaltung.**

1) Erdwärmepumpen (geothermische Wärmepumpen)

Quelle: EurObserv'ER – Stand EE in der EU-27 2023„ S. 198/199; 2/2024

Beschäftigte in der Erneuerbare Energien-Branche nach Technologien in den Ländern der EU-27 im Jahr 2022 (1)

Gesamt 1.692.100 = 1,7 Mio.

Beitrag Photovoltaik 346.900 Beschäftigte, Anteil 20,5%

2022 EMPLOYMENT DISTRIBUTION BY SECTOR BESCHÄFTIGUNGSVERTEILUNG NACH SEKTOREN 2022

	Total	Heat pumps	PV	Solid biomass	Wind	Biofuels	Hydro	Biogas	Solar thermal	MSW	Geothermal
Germany	299 000	31 900	87 100	40 300	85 600	12 800	7 300	23 200	6 500	3 900	400
Italy	219 000	135 400	26 500	23 600	9 100	5 700	6 700	7 700	1 800	1 300	1 200
France	197 900	80 300	20 500	30 500	36 500	19 000	3 800	3 500	1 400	1 200	1 200
Spain	156 400	32 200	36 300	26 400	37 100	13 100	3 600	1 200	6 000	400	<100
Poland	129 900	11 700	44 100	33 400	13 700	21 500	700	2 300	2 000	100	400
Portugal	96 600	24 900	12 000	13 300	4 200	300	40 000	400	700	600	200
Sweden	80 300	18 300	4 900	29 600	16 800	7 300	2 000	100	100	1 100	<100
Netherlands	77 800	27 100	30 000	6 200	11 400	1 200	<100	500	100	900	300
Hungary	57 200	2 500	19 500	12 300	800	20 400	100	600	100	400	500
Denmark	44 000	4 200	10 500	5 400	22 600	<100	<100	300	300	400	<100
Finland	42 400	8 900	3 500	14 300	13 800	1 000	400	100	<100	200	<100
Czechia	38 000	4 200	7 700	16 400	800	4 200	700	3 600	200	<100	<100
Romania	35 000	1 300	2 900	10 000	2 200	16 600	1 200	500	<100	<100	100
Austria	33 300	3 100	6 600	9 800	2 600	2 500	6 200	400	1 800	200	100
Greece	30 000	6 000	12 700	600	2 500	2 300	800	2 000	2 900	<100	<100
Lithuania	29 600	4 500	5 100	7 900	4 400	6 800	300	300	<100	100	<100
Bulgaria	21 600	800	7 600	6 100	600	3 000	1 600	300	1 400	<100	<100
Latvia	20 600	<100	500	15 000	700	3 100	500	400	<100	<100	<100
Belgium	17 200	5 100	2 200	2 400	4 000	1 700	300	400	100	900	<100
Slovakia	17 000	3 600	200	7 600	<100	4 300	500	400	100	<100	<100
Croatia	14 800	<100	1 000	10 100	600	1 500	700	500	100	<100	<100
Estonia	12 900	2 400	1 600	7 700	200	300	100	<100	<100	300	<100
Ireland	7 600	1 700	300	1 600	2 800	600	100	100	<100	200	<100
Slovenia	6 700	2 600	2 200	900	<100	<100	400	100	<100	<100	<100
Malta	4 000	3 100	100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
Cyprus	2 000	<100	1 000	100	100	<100	<100	100	200	<100	<100
Luxembourg	1 300	<100	300	100	100	<100	200	100	<100	<100	<100
Total EU-27	1 692 100	416 200	346 900	331 700	273 500	149 700	78 600	49 300	26 700	13 300	6 200

Source: EurObserv'ER

Anteile (%)	**100**	**24,6**	**20,5**	**19,6**	**16,2**	**8,8**	**4,6**	**2,9**	**1,6**	**0,8**	**0,4**

1) Gesamte Bioenergie: Biomass (Feste Biomasse) + Biofuels (Kraftstoffe) + Biogas

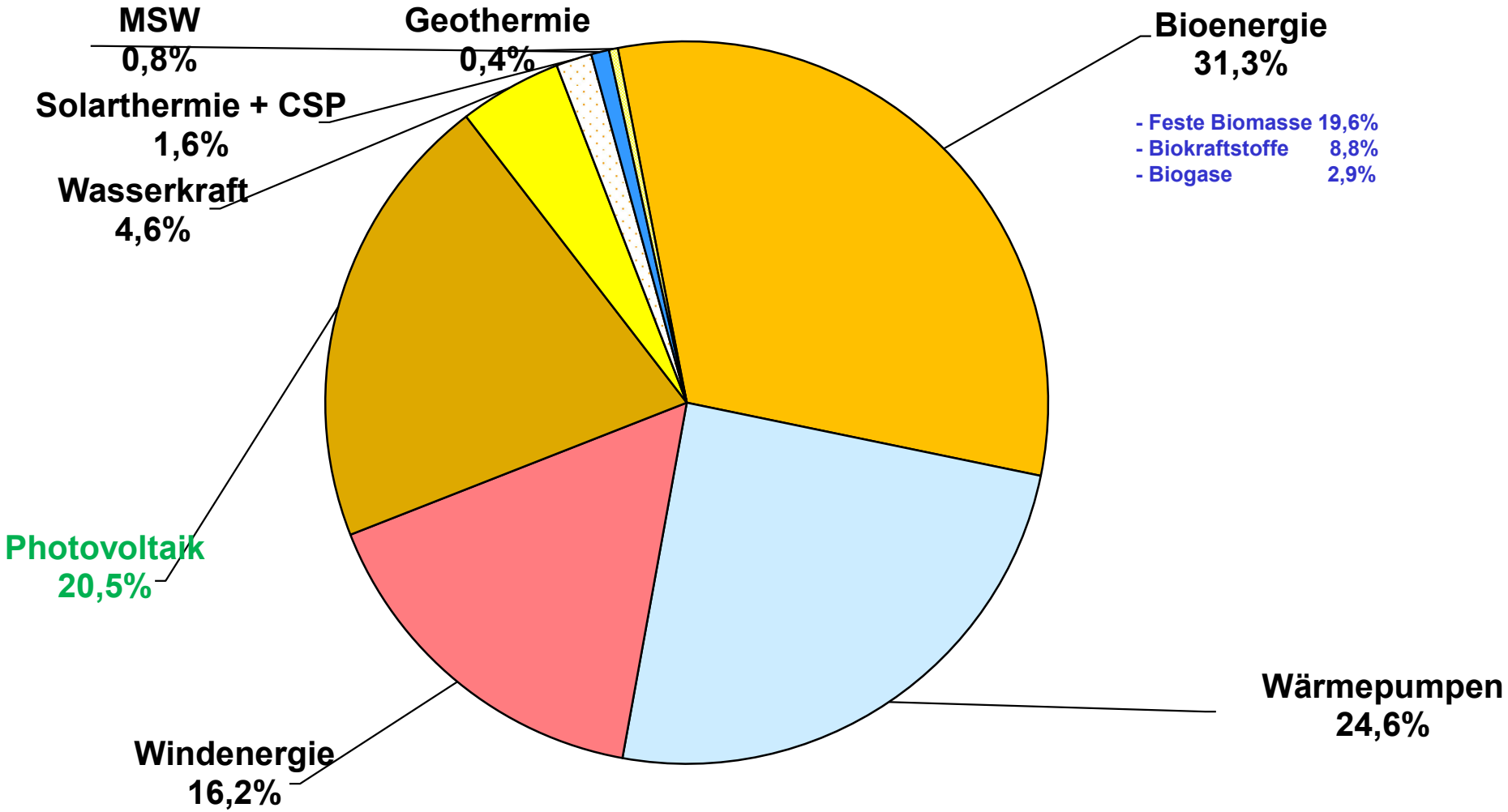
2) MSW ERNEUERBARER KOMMUNALABFALL

Quelle: EurObserv'ER – Stand der erneuerbaren Energien in Europa 2023, S. 194/95, Ausgabe 2/2024

Beschäftigte in der Erneuerbare Energien-Branche nach Technologien in der EU-27 im Jahr 2022 (2)

Gesamt 1.692.100 = 1,7 Mio.

Beitrag Photovoltaik 346.900 Beschäftigte, Anteil 20,5%



Grafik Bouse 2024

* Daten 2022 vorläufig, Stand 2/2024

1) Gesamte Bioenergie: Biomass (Feste Biomasse) + Biofuels (Kraftstoffe) + Biogas + Waste (Abfall)

Quelle: EurObserv'ER – Stand der erneuerbaren Energien in Europa 2023, S. 194/95, Ausgabe 2/2024

Beschäftigte, Umsätze und Bruttowertschöpfung in der Photovoltaik in den Ländern der EU-27 im Jahr 2021/22 (1)

Employment and turnover

	Employment (direct and indirect jobs)		Turnover (in M€)		Direct GVA (in M€)	
	2021	2022	2021	2022	2021	2022
Germany	56 000	87 100	8 440	13 070	3 750	5 810
Poland	35 200	44 100	2 470	3 100	1 000	1 260
Spain	25 400	36 300	2 680	3 830	1 170	1 670
Netherlands	21 700	30 000	3 150	4 340	1 190	1 640
Italy	15 100	26 500	2 170	3 740	830	1 460
France	23 300	20 500	3 350	2 930	1 380	1 200
Hungary	2 300	19 500	140	1 100	50	460
Greece	7 000	12 700	570	1 030	230	410
Portugal	7 200	12 000	390	640	150	250
Denmark	3 500	10 500	700	2 000	280	810
Czechia	2 200	7 700	180	560	60	200
Bulgaria	1 800	7 600	100	380	30	140
Austria	5 000	6 600	880	1 170	380	500
Lithuania	1 500	5 100	70	220	30	110
Sweden	3 100	4 900	530	850	250	400
Finland	2 000	3 500	410	690	160	270
Romania	1 900	2 900	130	200	50	70
Belgium	4 300	2 200	840	430	300	150
Slovenia	100	2 200	10	160	<10	60
Estonia	2 500	1 600	180	120	70	40
Cyprus	600	1 000	50	90	20	30
Croatia	<100	1 000	<10	60	<10	20
Latvia	100	500	<10	30	<10	10
Ireland	300	300	50	40	20	20
Luxembourg	500	300	70	40	30	20
Slovakia	200	200	20	20	10	10
Malta	200	100	10	10	10	<10
Total EU-27	223 100	346 900	27 610	40 850	11 480	17 030

Source: EurObserv'ER

Quelle: EurObserv'ER – Stand EE in der EU-27 2024, S. 173; 2/2024

Jahr 2022:

Gesamtumsätze 40.850 Mio. € = 40,9 Mrd. €,

Beitrag Deutschland 13.070 Mio. € = 13,1 Mrd. € Anteil 32,0%

Gesamtbruttowertschöpfung 17.030 Mio. € = 17,0 Mrd. €

Beitrag Deutschland 5.810 Mio. € = 5,8 Mrd. €, Anteil 34,1%

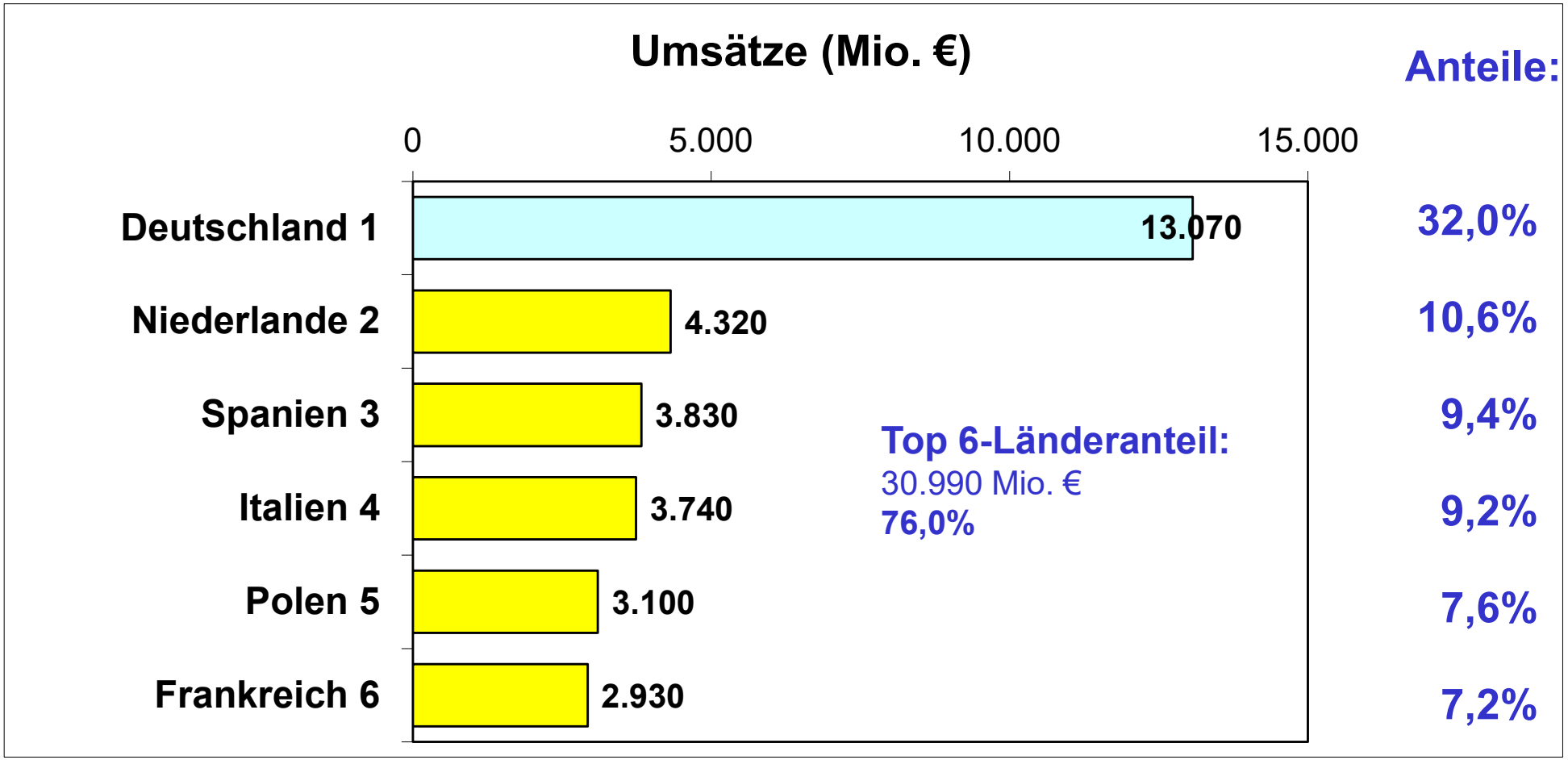
Gesamtbeschäftigte 346.900

Beitrag Deutschland 87.100, Anteil 25,1%

Top 6 Länder-Rangfolge beim Umsatz durch Photovoltaik (PV) in der EU-27 im Jahr 2022 (2)

Umsätze 40.850 Mio. € = 40,9 Mrd €

Anteil 18,3% von EE-Gesamt 209.730 Mio. € = 209,7 Mrd. €



Grafik Bouse 2024

* Daten 2022 vorläufig, Stand 2/2024

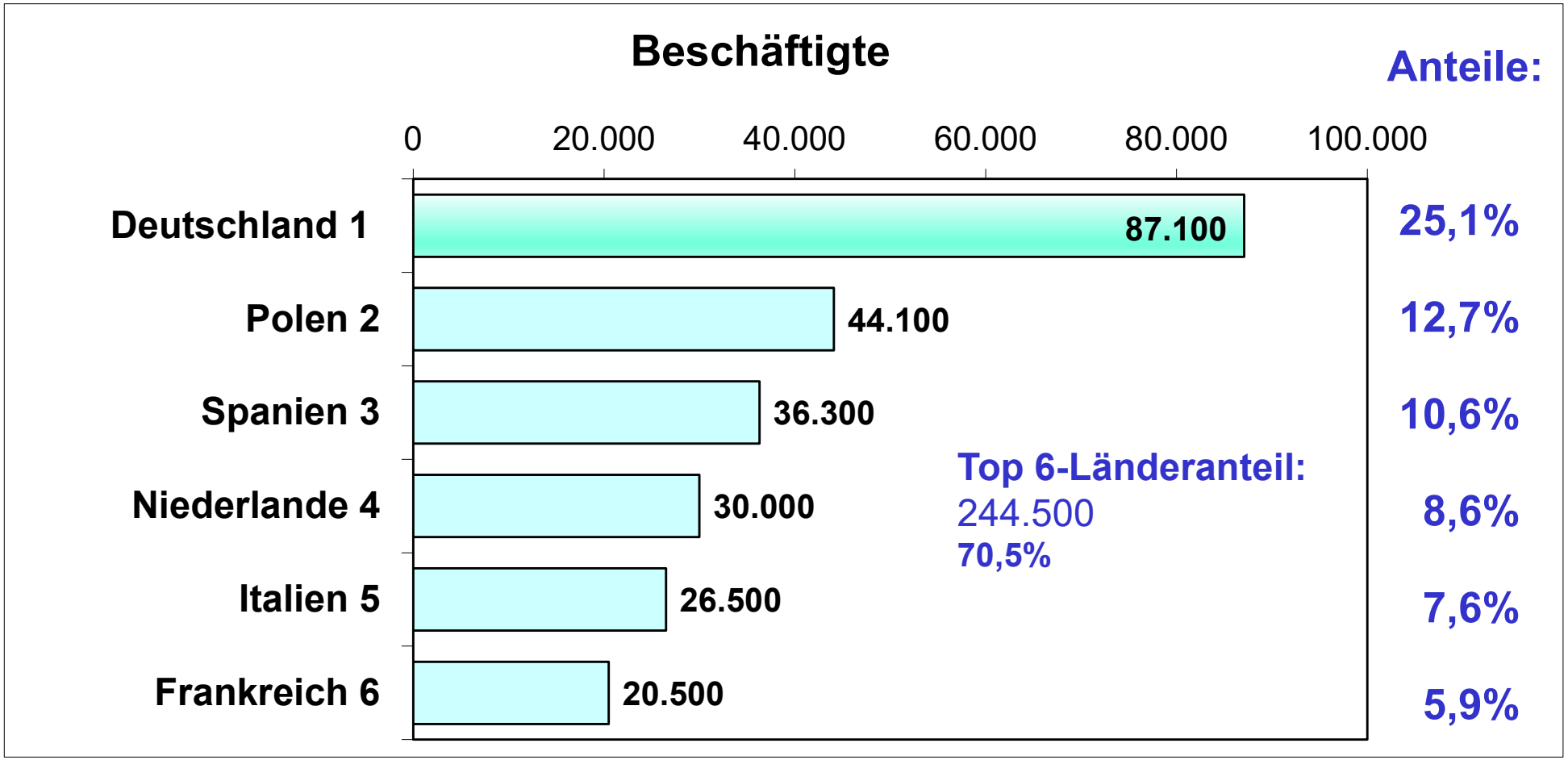
1) Herstellung, Vertrieb und Installation der Anlagen sowie Betrieb und Instandhaltung

Quelle: EurObserv'ER – Stand EE in der EU-27 2024, S. 173, 2/2024

Top 6 Länder-Rangfolge der Beschäftigten in der Photovoltaik (PV) in der EU-27 im Jahr 2022 (3)

Beschäftigte 346.900

Anteil 20,5% von EE-Gesamt 1.692.100 = 1,7 Mio.



Grafik Bouse 2024

* Daten 2022 vorläufig, Stand 2/2024

Quelle: EurObserv'ER – Stand EE in der EU-27 2024, S. 173, 2/2024

Projekte zur Erweiterung und Schaffung von Photovoltaik-Solarproduktionskapazitäten und Entwicklung von PV-Kapazitäten in der EU-27 2021-2030

Projekte zur Erweiterung und Schaffung von Photovoltaik-Solarproduktionskapazitäten von europäischen Unternehmen angekündigt bis 2027

Table No. 3

Projects of expansion and creation of photovoltaic solar production capacities announced by European companies

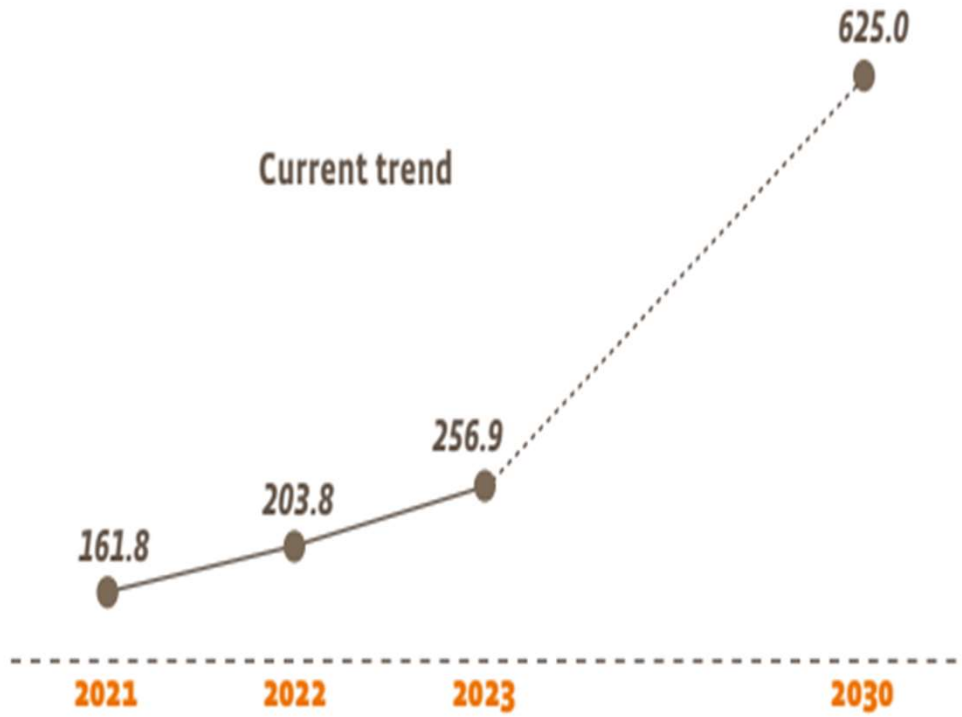
Project	Country	Value chain segment	Date of starting production*
3SUN	Italy	Cells and modules	3 GW (2024)
MCPV	Netherlands, Spain, Germany, Others	Cells and modules	3 GW (2025)
Sunrise	Italy	Ingot and wafer	3 GW (2025)
Over Easy Solar	Spain/Norway	PV modules	10 MW (2024) 100 MW (2025)
Solarge	Netherlands	PV modules	100 MW (2023) 300 MW (2024) 800 MW (2026)
Carbon	France	Polysilicon, ingots and wafers, solar cells and PV modules	5 GW per year (2025)
Holosolis	France	PV modules	5 GW per year (2027)

** Initially planned start year.* **Sources: European Solar PV Industry Alliance website, company websites**

EurObserv'ER-Projektion der Entwicklung der Photovoltaik-kapazität*installiert in der EU 27 (in GW) 2021-2030

Graph No. 3

EurObserv'ER projection of the evolution of photovoltaic capacity* installed in the EU 27 (in GW)



** Net maximum electrical capacity, off-grid included.* **Source: EurObserv'ER 2024.**

* Daten 2023 vorläufig, Stand 4/2024

Quelle: EurObserv'ER - Photovoltaic BAROMETER 2024, 4/2024

Energie & Klimaschutz, Treibhausgase

Ausgewählte Beispiele aus der Praxis

Beispielprojekte von Solarstromanlagen in Europa (1)

Intelligente Energiespeicherung System, das Sonnenkollektoren kombiniert und Elektromobilität

Quelle: EurObserv'ER – Photovoltaik Barometer 2018, 4/2018

Beispielprojekte von Solarstromanlagen in Europa (2)

Flughafen Salzburg (Österreich)

Der Flughafen Salzburg in Österreich setzt auf Photovoltaikmodule von Sharp. Diese Installation erbringt eine Leistung von 350 kWp und wurde durch die Firma Neue Energie Technik (NET) realisiert

Quelle: Unternehmen Sharp aus dem Internet www.sharp.de vom 11.6.2005

Beispielprojekte von Solarstromanlagen in Europa (3)

Bonner Hütte

Die Bonner Hütte wird durch Photovoltaikmodule von Sharp mit Energie versorgt.

Die Installation erbringt eine Leistung von 4,8 KWp und wurde durch die Firma Neue Energie Technik (NET) umgesetzt.

Quelle: Unternehmen Sharp aus dem Internet www.sharp.de vom 11.6.2005

Beispielprojekte von Solarstromanlagen in Europa (4)

Quelle: Observ'ER _Photovoltaic-BAROMETER 2008, 3-2009

Beispielprojekte von Solarstromanlagen in Europa (5)

PV-Kraftwerk in Navarra, Spanien

Gesamtleistung 1,2 MW
280 Nachführeinheiten mit Modulen „BP-Saturn“,120 Nachführeinheiten mit Modulen diverser Hersteller.
Nachführung einachsig, Modulneigung 45°, Inbetriebnahme 2003.

Quelle: EU PV-Projekt Synopsis aus Hansjörg Gabler, ZSW; Auszug vom Vortrag bei der Uni-Stuttgart, IER 2006

Beispielprojekte von Solarstromanlagen in Europa (6)

Luftaufnahme von der Photovoltaik-Anlage in Rochefort du Gard in Frankreich

Quelle: EurObserv'ER - Photovoltaic BAROMETER, April 2014

2019 hat Statkraft, Norwegisches Versorgungsunternehmen einen 12-jährigen PPA unterzeichnet bei BayWa RE zum förderfreien 50-MWp-Solarpark Don Rodrigo 2 in der Nähe von Sevilla (Spanien) (7)

Fazit und Ausblick

Von europäischen Unternehmen angekündigte Projekte zur Erweiterung und Schaffung von Photovoltaik-Solarproduktionskapazitäten bis 2025

Table No. 3 Von europäischen Unternehmen* bis 2025 angekündigte Projekte zur Erweiterung und Schaffung von Photovoltaik-Solarproduktionskapazitäten

Projects of expansion and creation of photovoltaic solar production capacities announced by European companies* by 2025

	Solar polysilicon	Ingot and wafer	Solar cell	Solar module
Wacker	53 GW by 2025 (+25.4)	–	–	–
NorSun	–	5 GW by 2025 (+4) (Ingot and wafer)	–	–
Norweigan Crystal	–	4.1 GW by 2025 (+3.6) (Ingot)	–	–
Nexwafe	–	3 GW by 2025 (+2.8) (wafer)	–	–
Meyer Burger	–	–	4.2 GW by 2025 (+3.8)	4.1 GW by 2025 (+3.8)
Enel	–	–	3 GW by 2024 (+2.8)	3 GW by 2024 (+2.8)
Oxford PV	–	–	2 GW by 2024 (+1.8)	2 GW by 2024 (+1.8)
Valoe	–	–	0.1 GW by 2024 (+0.1)	–
Voltec Solar	–	–	–	0.5 GW by 2023 (+0.3)
SoliTek	–	–	–	0.6 GW by 2023/2024 (+0.4)
SolarWatt	–	–	–	2 GW by 2023 (+1.7)
FuturaSun	–	–	–	1 GW by 2023 (+1)
CARBON**	–	5 GW by 2025 (+5) (Ingot and wafer)	5 GW by 2025 (+5)	3.5 GW by 2025 (+3.5)
AstraSun Solar**	–	1.8 GW by 2025 (+1.8) (Ingot and wafer)	1.8 GW by 2025 (+1.8)	3.5 GW by 2025 (+3.5)
MCPV**	–	–	5 GW by 2025 (+5)	5 GW by 2025 (+5)

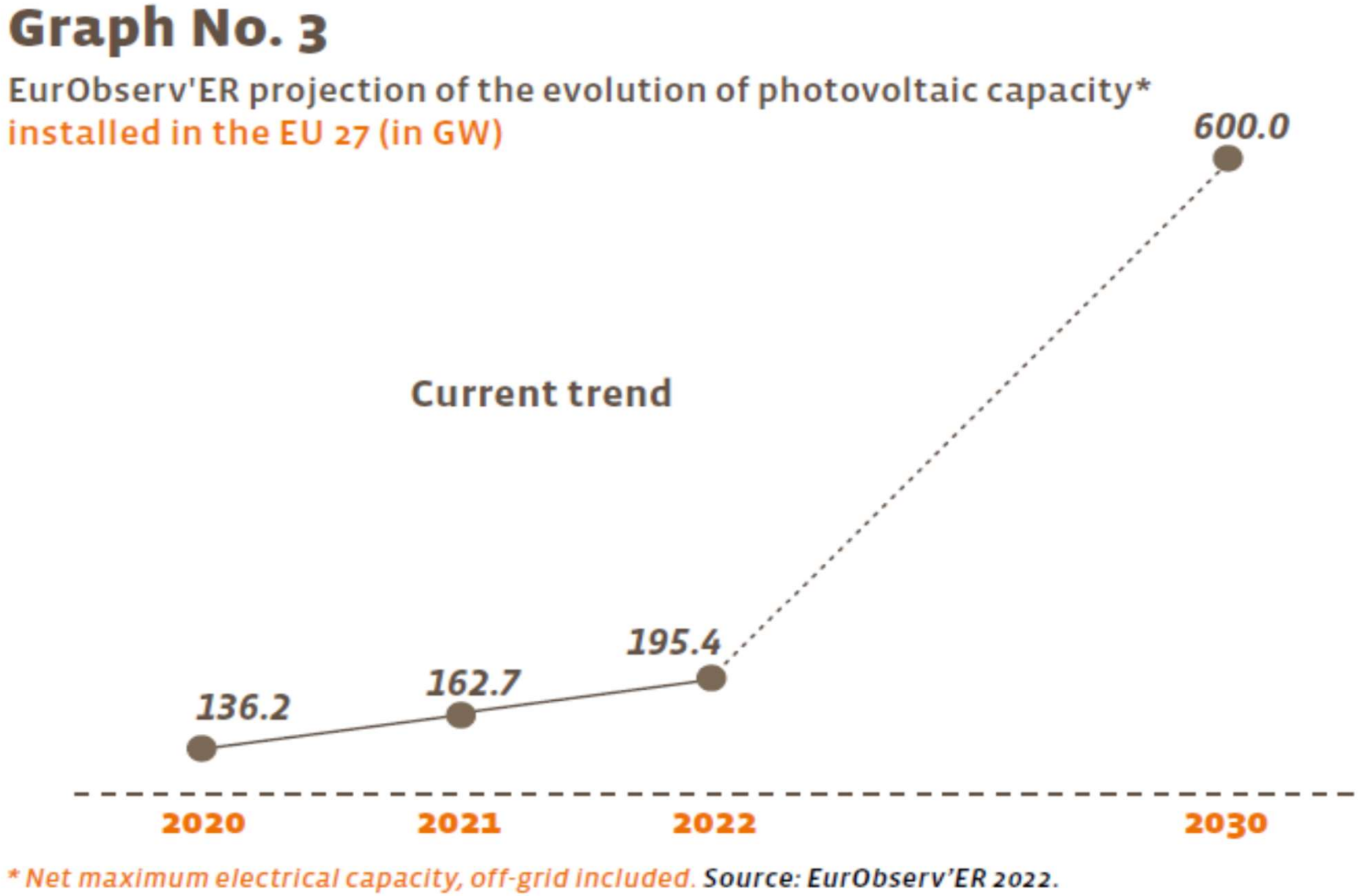
** No exhaustive list. **Start-up.* ***Sources: According Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE ; Intersolar Europe 2022***

* Daten 2022 vorläufig, Stand 4/2023

Quelle: EurObserv'ER – Photovoltaik Barometer 2023, Ausgabe 4/2023

EurObserv'ER-Prognose zur Entwicklung der installierten Photovoltaikleistung in der EU-27 2020-2022, Prognose 2030

Jahr 2022: 195,4 GWp; Prognose 2030: 600 GWp



Grafik Bouse 2023

* Daten 2022 vorläufig, Stand 4/2023

Quelle: EurObserv'ER – Photovoltaik Barometer 2023, Ausgabe 4/2023

Photovoltaik
in der Welt

Photovoltaik – Sonnenstrom in der Welt

Photovoltaik ist die direkte Umwandlung von Sonnenlicht in elektrischen Strom mit Hilfe von Solarzellen.
Photovoltaik ist eine der wichtigsten erneuerbaren Energiequellen, die zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen und zur Förderung der Energiewende beitragen kann.

Laut dem Photovoltaics Report des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme ISE [1] hat die weltweit installierte Photovoltaik-Leistung im Jahr 2020 707,5 Gigawatt (GW) erreicht, was einem Anstieg von 18,7 % gegenüber dem Vorjahr entspricht. Die größten Märkte für Photovoltaik waren China, die USA, Japan, Indien und Deutschland, die zusammen mehr als 70 % der globalen Photovoltaik-Kapazität ausmachten.

Quelle: Photovoltaics Report [1]
Die Photovoltaik-Produktion ist ebenfalls stark gestiegen, vor allem in Asien, wo die meisten Solarzellen und Module hergestellt werden. Die weltweite Photovoltaik-Produktion betrug im Jahr 2020 etwa 143 GW, wobei China einen Anteil von 68 % hatte. Die folgende Grafik zeigt die Photovoltaik-Produktion nach Regionen im Jahr 2020:
Quelle: Photovoltaics Report [1]
Die Photovoltaik-Erzeugung ist abhängig von der Sonneneinstrahlung, der Effizienz der Solarzellen und Module, dem Systemdesign und der Netzintegration. Die Photovoltaik-Erzeugung im Jahr 2020 wird auf etwa 760 Terawattstunden (TWh) geschätzt, was etwa 3 % des weltweiten Stromverbrauchs entspricht. Die folgende Karte zeigt die Photovoltaik-Erzeugung pro Kopf nach Ländern im Jahr 2020:
Quelle: Volker Quaschning [2]
Die Photovoltaik-Technologie hat in den letzten Jahren erhebliche Fortschritte gemacht, sowohl in Bezug auf die Leistung als auch auf die Kosten. Die durchschnittliche Effizienz von multikristallinen Silicium-Solarzellen, die am häufigsten eingesetzt werden, ist von 15,5 % im Jahr 2010 auf 18,5 % im Jahr 2020 gestiegen. Die durchschnittlichen Modulpreise sind im gleichen Zeitraum von 1,81 US-Dollar pro Watt auf 0,19 US-Dollar pro Watt gesunken. Die folgende Grafik zeigt die Entwicklung der Solarzellen- und Moduleffizienz sowie der Modulpreise von 1976 bis 2020:
Quelle: Photovoltaics Report [1]
Die Photovoltaik hat ein großes Potenzial, die globale Energiewende zu beschleunigen und zu einer nachhaltigen und klimafreundlichen Zukunft beizutragen. Die Internationale Energieagentur (IEA) schätzt, dass die Photovoltaik bis 2050 bis zu 16 % des weltweiten Strombedarfs decken könnte, wenn die geeigneten politischen und technischen Rahmenbedingungen geschaffen werden. Die Photovoltaik bietet viele Vorteile, wie z.B.:
- Sie nutzt eine unerschöpfliche und kostenlose Energiequelle: die Sonne.
- Sie erzeugt Strom ohne Luftverschmutzung, Lärm oder Treibhausgasemissionen.
- Sie ist modular, skalierbar und flexibel und kann sowohl in netzgekoppelten als auch in netzfernen Anwendungen eingesetzt werden.
- Sie kann die Energieversorgungssicherheit erhöhen, indem sie die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen verringert und die lokale Wertschöpfung fördert.
- Sie kann die Energiearmut reduzieren, indem sie den Zugang zu sauberer und erschwinglicher Elektrizität für Millionen von Menschen ermöglicht.

Weitere Informationen:
Solarenergie/Tabellen und Grafiken – Wikipedia; Photovoltaics Report informiert über Fakten zur Solarenergie weltweit - Fraunhofer ISE; Weltweit installierte Photovoltaik-Leistung bis 2022 | Statista; Weltweit installierte Photovoltaikleistung - Volker Quaschning

Quellen: Microsoft BING Chat mit GPT 4 (KI), 11/2023 aus 1. ise.fraunhofer.de; 2. de.wikipedia.org; 3. volker-quaschning.de

Einleitung und Ausgangslage

Globale Klima- und Energiepolitik

Weltweite Nutzung erneuerbare Energien

Quelle: BMWK - Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung 2022, S. 90; 10/2023

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 Ausbauraten 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 werden befreien können. So haben die G7 auf ihrem Treffen im April 2023 erstmals kollektive Ziele für den Ausbau der erneuerbaren Energien vereinbart. Bis zum Jahr 2030 sollen 150 GW Offshore-Windenergieleistung und 1.000 GW Photovoltaikleistung zugebaut werden. Zudem haben sich die G7 erstmals zum Ausstieg aus der Nutzung fossiler Energieträger bekannt. Beim Treffen der G20-Energieminister im Juli 2023 konnte zwar noch keine entsprechende Einigung erzielt werden, eine große Mehrheit der G20-Länder hat sich jedoch bereits zum Ziel der Verdreifachung der erneuerbaren Energien bis 2030 bekannt.

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

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 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.

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.

Quelle: BMWK - Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung 2022, S. 91-95; 10/2023

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 abdeckt werden könnte, deutlich zurück (IRENA WETO 2023). Daher sollten Bemühungen zum Ausbau erneuerbarer Energien speziell in diesen Regionen verstärkt werden.

Quelle: BMWK - Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung 2022, S. 91-95; 10/2023

Globaler Endenergieverbrauch (TFEC) 2022

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 ENDENERGIEVERBRAUCH (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

Quelle: REN21- GSR 2023- Renewable Overview, Globaler Überblick Modul 1, S. 13/14, Juni 2023

Energie- und Klimadaten, Übersicht zu Erneuerbaren

Weltwirtschafts- und Aktivitätsindikatoren 2010-2022, Prognose bis 2050 [1)]

Table A.5a: World economic and activity indicators

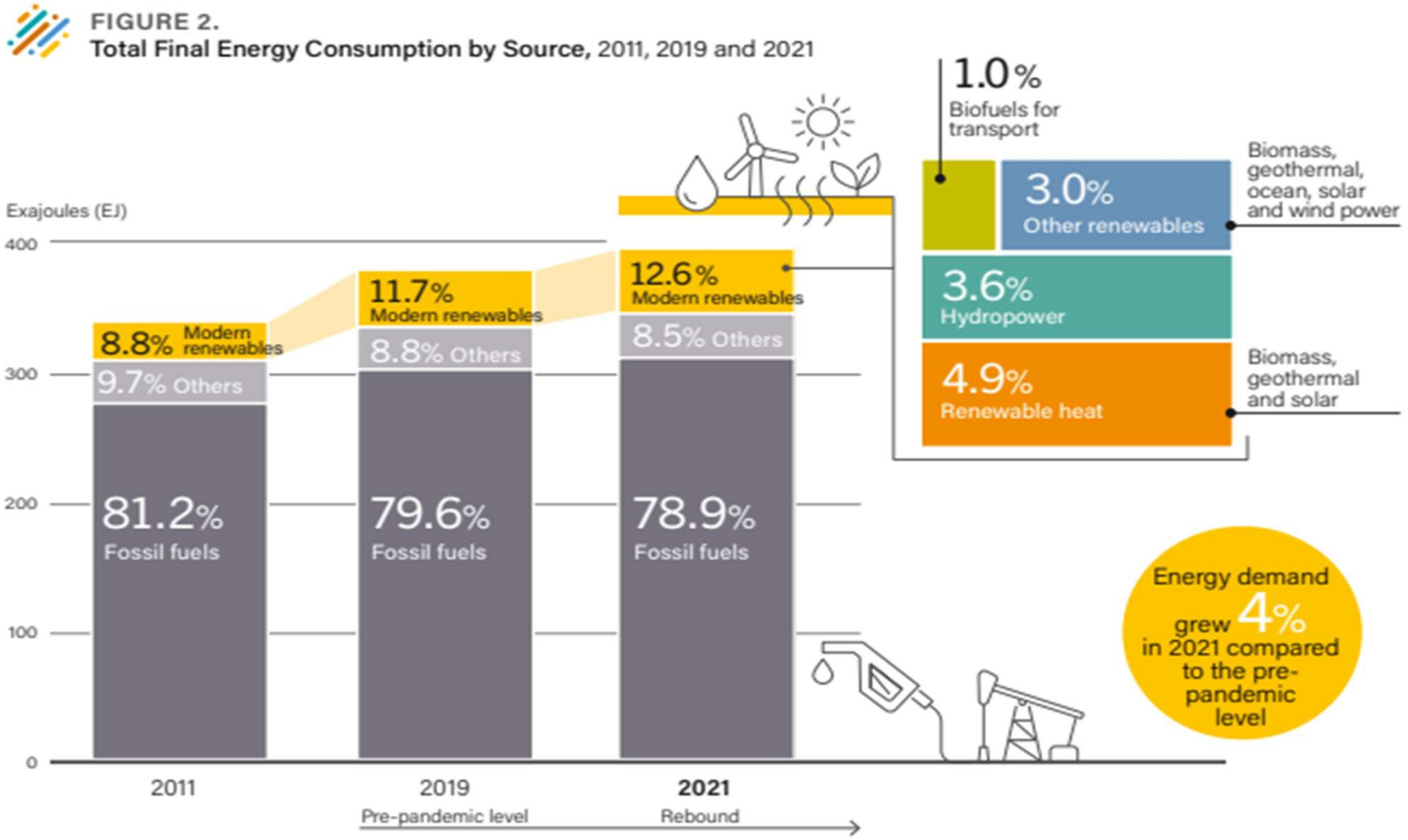
Weltwirtschafts- und Aktivitätsindikatoren

	2010	2021	2022	Stated Policies Scenario 2030	2035	2040	2050	CAAGR (%) 2022 to: 2030	2050
Indicators									
Population (million)	6 967	7 884	7 950	8 520	8 853	9 161	9 681	0.9	0.7
GDP (USD 2022 billion, PPP)	114 463	158 505	163 734	207 282	238 066	270 050	339 273	3.0	2.6
GDP per capita (USD 2022, PPP)	16 429	20 104	20 596	24 329	26 892	29 479	35 044	2.1	1.9
TES/GDP (GJ per USD 1 000, PPP)	4.7	3.9	3.9	3.2	2.9	2.6	2.1	-2.2	-2.1
TFC/GDP (GJ per USD 1 000, PPP)	3.2	2.6	2.6	2.2	2.0	1.8	1.5	-1.8	-1.8
CO_2 intensity of electricity generation (g CO_2 per kWh)	528	464	460	303	230	184	131	-5.1	-4.4
Industrial production (Mt)									
Primary chemicals	515	713	719	877	941	989	1 047	2.5	1.3
Steel	1 435	1 960	1 878	2 074	2 173	2 270	2 448	1.3	1.0
Cement	3 280	4 374	4 158	4 471	4 628	4 746	4 846	0.9	0.5
Aluminium	62	105	108	123	133	145	165	1.7	1.5
Transport									
Passenger cars (billion pkm)	18 984	25 679	26 535	31 804	35 827	39 760	46 411	2.3	2.0
Heavy-duty trucks (billion tkm)	23 364	29 482	30 479	38 977	44 344	49 991	61 107	3.1	2.5
Aviation (billion pkm)	4 923	3 673	6 025	12 198	13 973	16 061	20 388	9.2	4.4
Shipping (billion tkm)	77 101	115 830	124 272	148 064	170 250	196 465	279 868	2.2	2.9
Buildings									
Households (million)	1 798	2 175	2 208	2 439	2 579	2 715	2 963	1.2	1.1
Residential floor area (million m^2)	153 219	194 691	198 090	227 039	247 262	268 130	310 109	1.7	1.6
Services floor area (million m^2)	39 262	53 415	54 624	63 891	69 197	74 143	82 764	2.0	1.5

* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023; Prognose nach Stated Policies Scenario (STEPS)

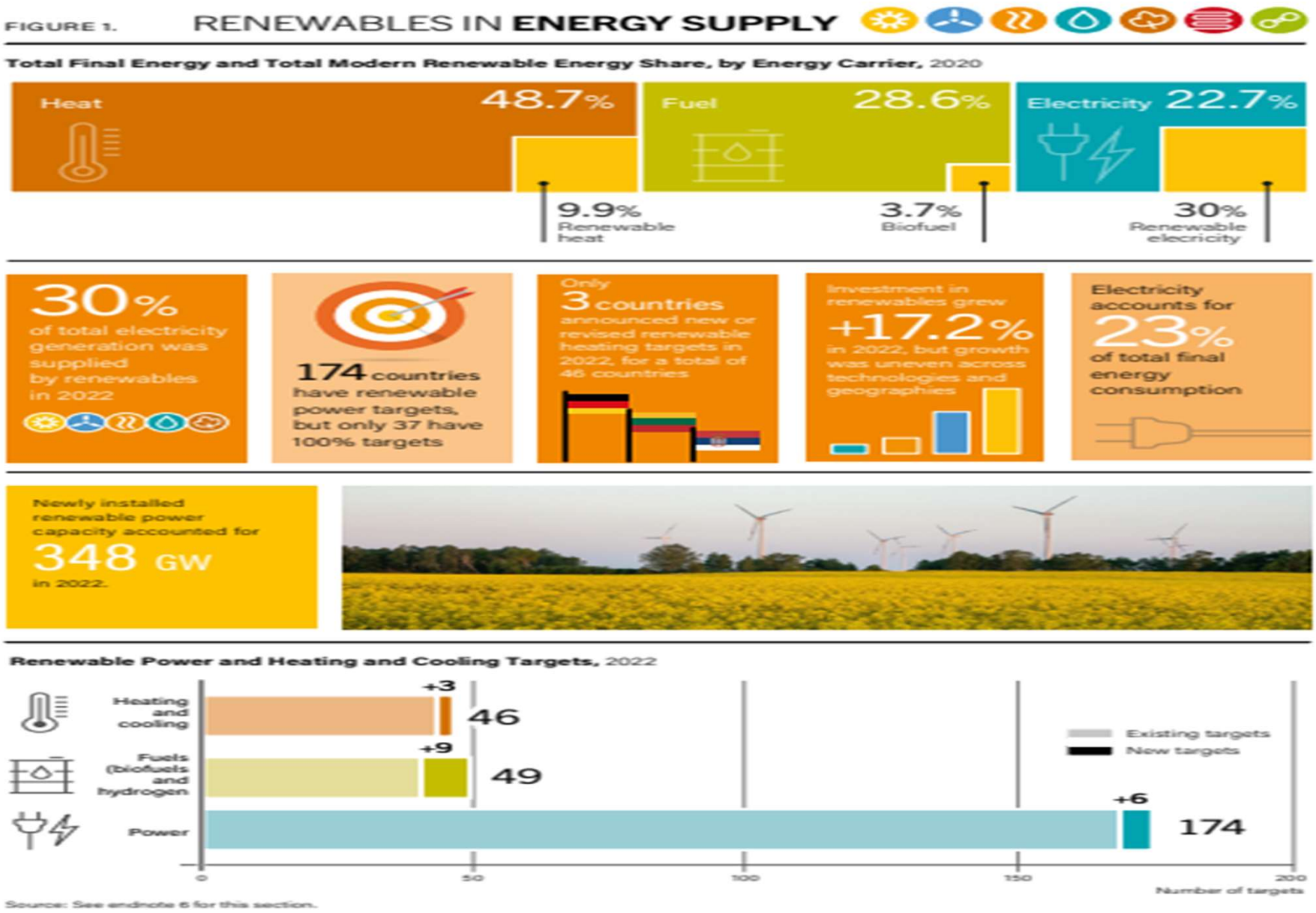
Quelle: IEA - World Energy Outlook 2023, Weltenergieausblick (WEO) 2023, S. 269, 10/2023

Globaler Endenergieverbrauch (TFEC) 2011-2021



Quelle: REN21- GSR 2023- Renewable Overview, Globaler Überblick Modul 1, S. 14, Juni 2023

Globale Erneuerbare Energien in der Energieversorgung bis 2022

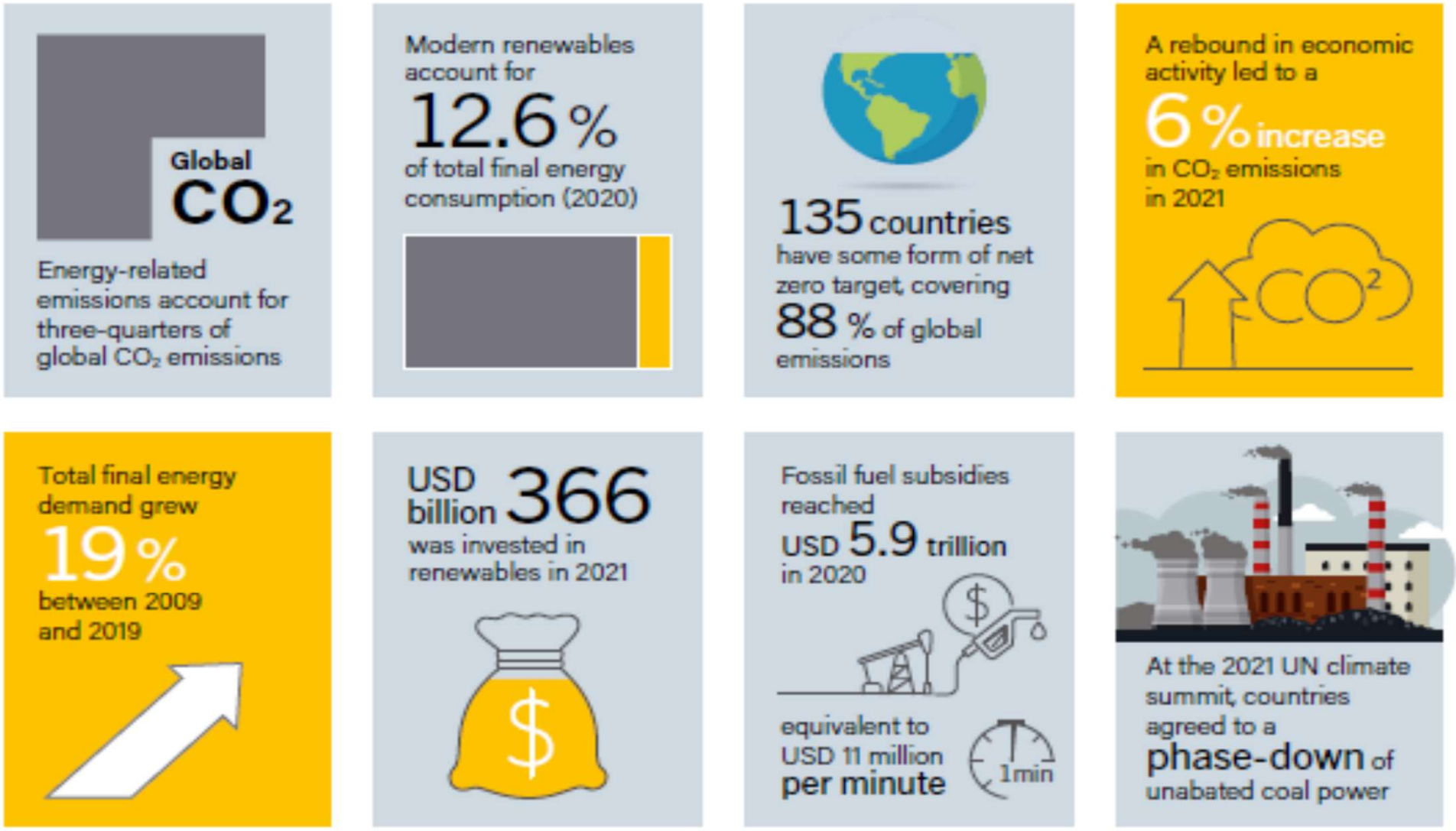


Quelle: REN21 - GSR-2023-Renewable Energy Supply , EE in der EV, Modul 3, S. 12, Juni 2023

Übersicht erneuerbare Energien bis 2021 in der Welt

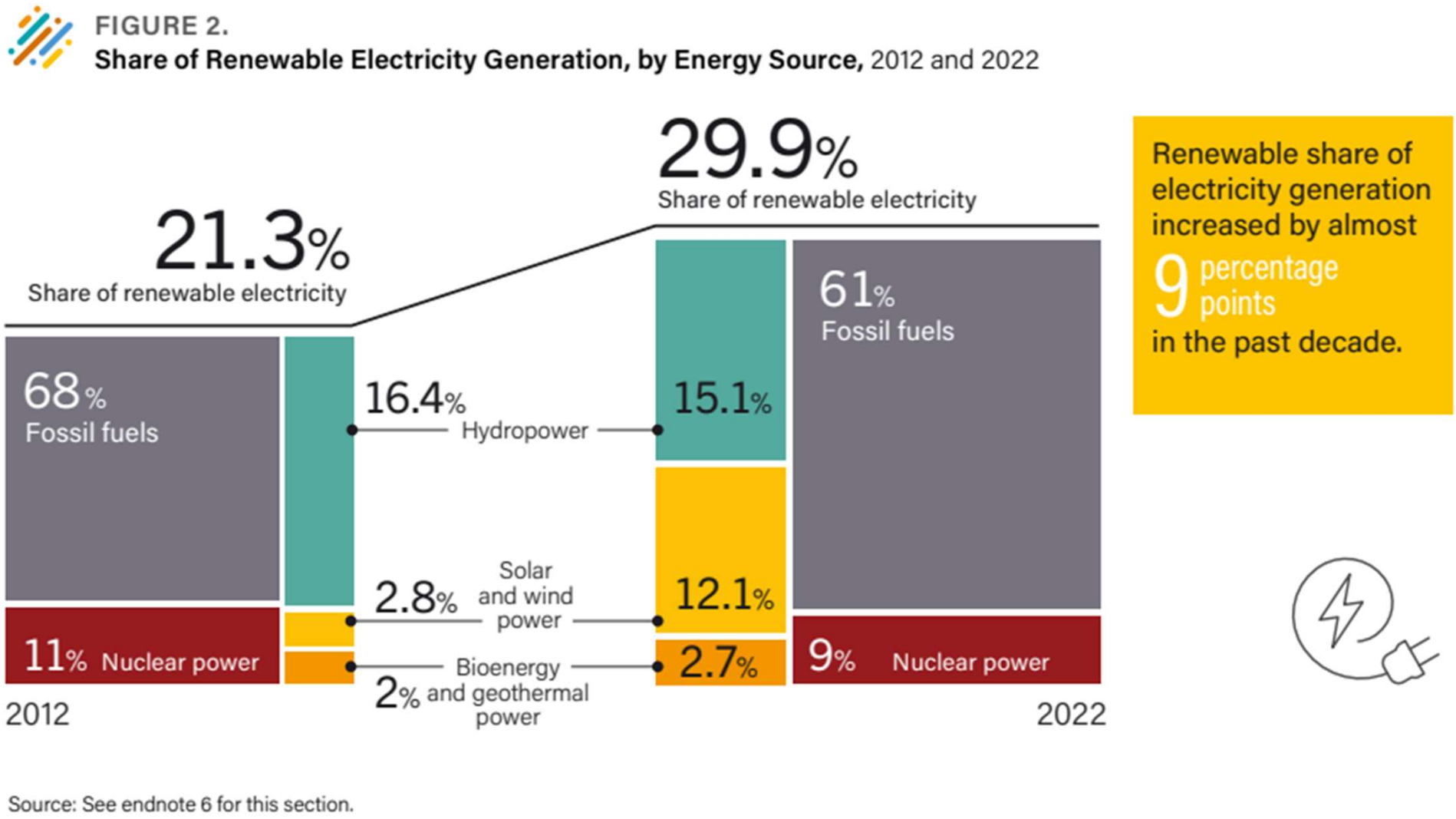
FIGURE 1.

RENEWABLE ENERGY **GLOBAL OVERVIEW**



Quellen: REN21 - Renewables 2022, Global Status Report, S. 37, 6/2022

Globaler Anteil erneuerbarer Stromerzeugung nach Energiequelle, 2012 und 2022



Source: See endnote 6 for this section.

Quelle: REN21 - GSR-2023-Renewable Energy Supply , EE in der EV, Modul 3, S. 14, Juni 2023

Energiebilanz für die Welt 2019 nach IEA

Gesamt PEV 606,490 EJ = 168,5 Bill. kWh = 14.485 Mtoe = 14,5 Mrd.toe, Veränderung 1990/2019 + 64,4%

∅ 79,1 GJ/Kopf = 22,0 MWh/Kopf = 1,9 toe/Kopf

Beipielanteile Öl beim PEV 30,9% und beim EEV 37,0%

World energy balance, 2019

EP =	27,1%	30,8%		23,3%	4,9%	2,5%	9,2%	2,2%	100% (EJ)
SUPPLY AND CONSUMPTION	**Coal[1]**	**Crude oil**	**Oil products**	**Natural gas**	**Nuclear**	**Hydro**	**Biofuels and waste[2]**	**Other[3]**	**Total**
Production	167.549	190.442	-	143.639	30.461	15.195	56.539	13.513	617.338
Imports	35.644	102.662	56.858	42.995	-	-	1.341	2.589	242.089
Exports	-37.098	-102.077	-60.177	-44.313	-	-	-1.076	-2.606	-247.347
Stock changes	-3.720	-0.177	-0.167	-1.537	-	-	0.009	-	-5.591
PEV = **TES**	**162.376**	**190.851**	**-3.486**	**140.784**	**30.461**	**15.195**	**56.813**	**13.496**	**606.490**
Transfers	-0.104	-9.823	11.218	-	-	-	-0.000	-	1.291
Statistical diff.	-1.850	0.839	-0.107	-0.881	-	-	0.033	0.998	-0.968
Electricity plants	-72.727	-1.417	-5.727	-38.996	-30.315	-15.195	-5.156	71.087	-98.445
CHP plants	-29.624	-0.000	-0.575	-13.993	-0.146	-	-3.364	26.012	-21.690
Heat plants	-1.042	-0.022	-0.359	-2.552	-	-	-0.540	4.087	-0.428
Blast furnaces	-7.902	-	-0.006	-0.001	-	-	-0.002	-	-7.912
Gas works	-0.706	-	-0.120	0.254	-	-	-0.040	-	-0.612
Coke ovens[4]	-4.138	-	-0.086	-0.001	-	-	-0.005	-	-4.230
Oil refineries	-	-182.111	178.099	-	-	-	-	-	-4.012
Petchem. plants	-	1.501	-1.493	-	-	-	-	-	0.009
Liquefaction plants	-0.953	0.892	-	-0.730	-	-	-	-	-0.791
Other transf.	-0.012	0.562	-0.025	-0.999	-	-	-3.637	-0.024	-4.135
Energy ind. own use	-3.433	-0.357	-8.949	-13.438	-	-	-0.680	-10.182	-37.039
Losses	-0.099	-0.317	-0.008	-1.041	-	-	-0.008	-8.082	-9.554
EEV + NEN = **TFC**	**39.786**	**0.599**	**168.375**	**68.405**	-	-	**43.415**	**97.392**	**417.973**
Industry	32.571	0.065	12.208	25.700	-	-	9.895	40.540	120.979
Transport[5]	0.040	0.000	110.471	4.963	-	-	3.987	1.510	120.972
Other	5.101	0.001	17.752	29.591	-	-	29.533	55.342	137.319
Non-energy use	2.074	0.533	27.945	8.152	-	-	-	-	38.703
EEV	37,712 (9,9%)	140,496 (37,0%)		60,253 (15,9%)	-	-	43,415 (11,5%)	97,392 (25,7%)	379,270 (100%)

PEV
606,5 EJ
168,5 Bill. kWh
14.485 Mtoe

EEV
379,270 EJ
105,4 Bill. kWh
9.058,5 Mtoe

1. In this table, peat and oil shale are aggregated with coal.
2. Data for biofuels and waste final consumption have been estimated for a number of countries.
3. Includes geothermal, solar, wind, heat and electricity.
4. Also includes patent fuel, BKB and peat briquette plants.
5. Includes international aviation and international marine bunkers

1. In dieser Tabelle werden Torf und Ölschiefer mit Kohle aggregiert.
2. Daten für Biokraftstoffe und den Endverbrauch von Abfällen wurden für eine Reihe von Ländern geschätzt.
3. Beinhaltet Geothermie, Solar, Wind, Wärme und Strom.
4. Umfasst auch Patentbrennstoff-, BKB- und Torfbrikettanlagen.
5. Beinhaltet internationale Luftfahrt und internationale Seebunker.

* Energieeinheiten: 1 Mio. t RÖE (Mtoe) = 1,429 Mio. t SKE = 11,63 Mrd. kWh (TWh) = 41,869 PJ

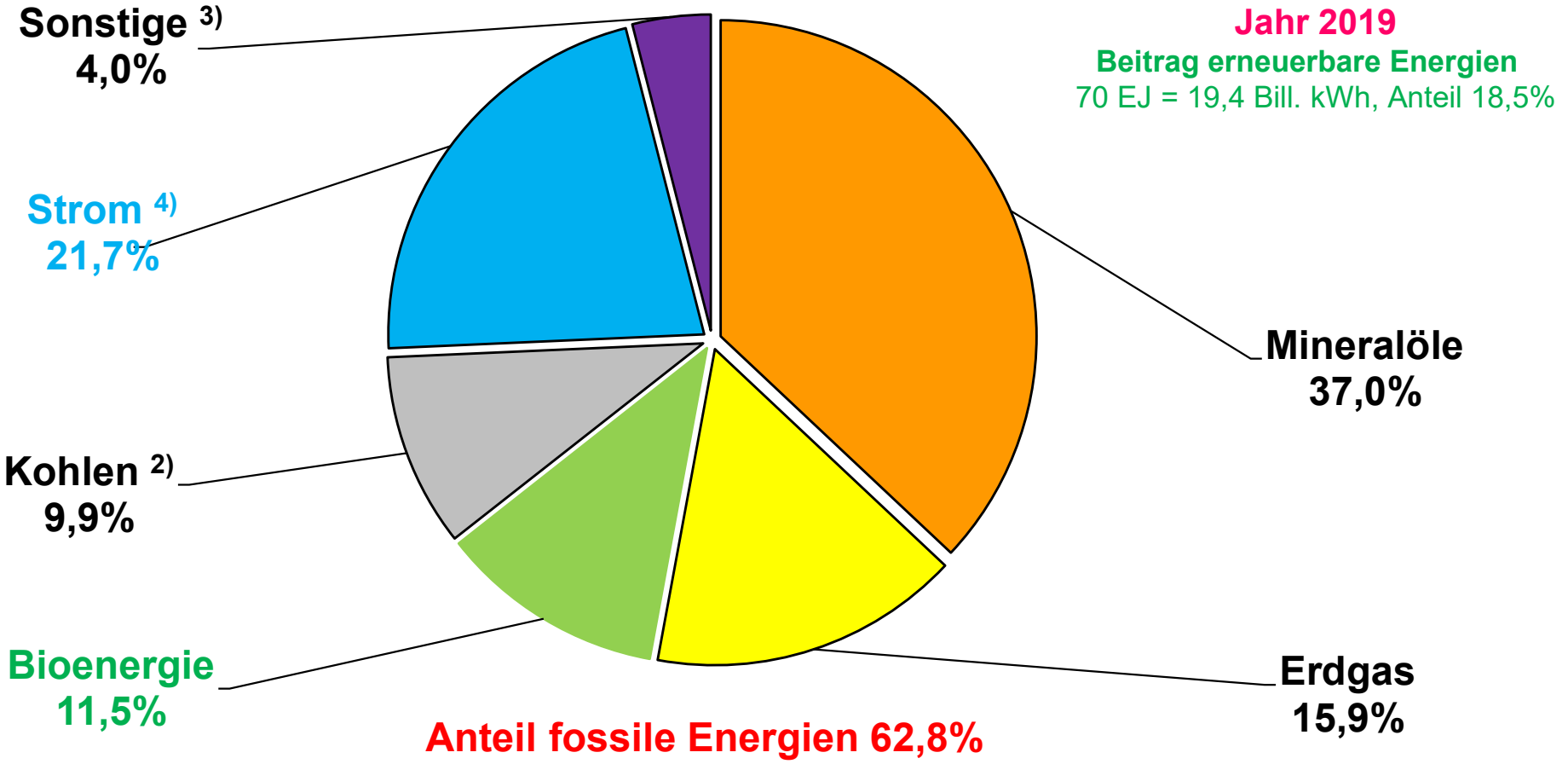
Weltbevölkerung (Jahresdurchschnitt) 7.666 Mio.

Quelle: IEA – Key World Energy Statistics 2021, S. 47, 9/2021; **Beispiel Öl bezogen auf den Energieinhalt Nettoheizwert = unterer Heizwert Hu = 41,869 KJ/kgoe**

Globaler Endenergieverbrauch (EEV) nach Energieträgern mit Beitrag Strom im Jahr 2019 nach IEA (1)

Gesamt 379,270 EJ = 105,4 Bill. kWh = 9.058,5 Mtoe [1]; Veränderung 1990/2019 + 56,3%

∅ 49,5 GJ/Kopf = 13,7 MWh/Kopf = 1,1 toe/Kopf *



Grafik Bouse 2021

* Daten 2019 vorläufig, Stand 9/2021

Weltbevölkerung (Jahresdurchschnitt) 7.666 Mio

1) **EEV = Endverbrauch minus Nichtenergie = TFC – NEV = 417.973 PJ – 38.703 PJ = 379.270 PJ, Anteile NEV am TFC 9,3%**

2) Kohle einschließlich Torf

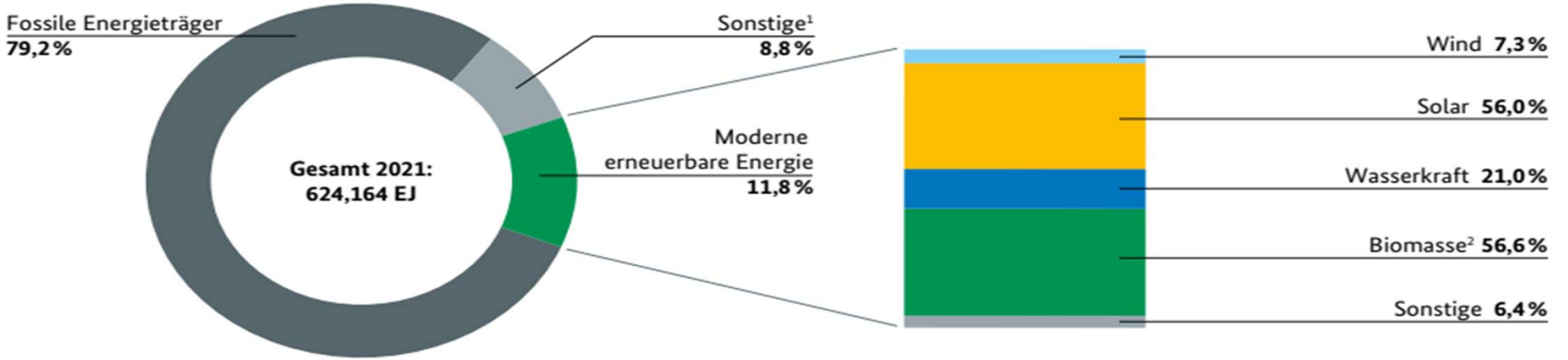
3) Sonstige, z. B. Fernwärme, Abwärme

4) Anteil /Beitrag Strom aus Endenergieverbrauch EEV = TFC 417,973 PJ/3,6 x 19,7%/100 = 22.872 TWh; Anteil Strom 22.872 TWh vom EEV 105.353 TWh= 21,7%
Stromverbrauch enthält Anteile aus fossilen Energien wie Mineralöle, Erdgas und Kohlen von 80,2-62,8 = 17,4%

Quellen: IEA – Statistik Energiebilanz in der Welt 2021, 9/2021 aus www.iea.org, IEA – Key World Energy Statistics 2021, S. 34, 47, 9/2021;
REN21 - Renewables 2021, Global Status Report, Ausgabe 6/2021

Aufteilung globaler Endenergieverbrauch (EEV) mit Beitrag erneuerbare Energien im Jahr 2021 nach IEA (2)

Abbildung 51: Aufteilung des globalen Endenergieverbrauchs im Jahr 2021



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

2 Moderne Biomasse

1 EJ = Exajoule = 277,8 TWh

Quelle: Internationale Energieagentur (IEA) [42]

Gesamter Endenergieverbrauch weltweit

Nach Angaben der Internationalen Energieagentur [42] betrug der Anteil erneuerbarer Energien am globalen Endenergieverbrauch im Jahr 2021 11,8 % und lag damit leicht höher als im Vorjahr (2020: 11,6 %). Die traditionelle Biomassenutzung mit einem Anteil von 3,9 % ist hierin nicht enthalten. Auf die fossilen Energieträger Kohle, Öl und Gas entfielen 79,2 % und auf Atomenergie 4,9 %. Von den 11,8 % erneuerbaren Energien entfielen 6,6 % auf Biomasse, 2,5 % auf Wasserkraft, 1,1 % auf Windenergie und 0,9 % auf Solarenergie, wobei die letzten beiden Sparten mit 17 bzw. 19 % die höchsten Wachstumsraten gegenüber dem Vorjahr aufwiesen. Die restlichen 0,7 % entfielen auf andere erneuerbare Energien, vor allem Geothermie.

* Daten 2021 vorläufig, Stand 10/2023

Weltbevölkerung (Jahresdurchschnitt) 7.884 Mio

Achtung: Datenangabe 624,164 EJ ist versehentlich als Endenergieverbrauch eingesetzt anstelle Primärenergieverbrauch

Quelle: BMWI – EE in Zahlen, Nationale und internationale Entwicklung 2022, S. 92, 10/2023

Ausgewählte Schlüsseldaten Photovoltaik- Solarstrom zur Stromerzeugung in der Welt im Jahr 2021

Rahmen- und Energiedaten:

- Bevölkerung (Jahresmittel)	7.824 Mio.
- Bruttostromerzeugung (BSE)	28.334 TWh, davon EE 8.060 TWh (28,4%)
- Bruttostromverbrauch (BSV)	27.040 TWh (2019)
- Stromverbrauch Endenergie (SVE)	22.872 TWh (2019)

Ausgewählte Schlüsseldaten PV-Solar:

Technisches Potenzial:	40.000 TWh
- Potenzialanteil	2,5 %
Stromproduktion:	1.003 TWh
- Weltanteil	3,5 %
- TOP 3 Länderrangfolge	*China, USA, Japan*
Installierte Leistung zum J-Ende:	942 GWp
- TOP 3 Länderrangfolge	China, USA, Japan
Zubau installierte Leistung:	175 GW
- TOP 3 Länderrangfolge	China, USA, Indien
Jahresvolllaststunden:	1.065 h/a
(Stromproduktion / Leistung)	(1.003 TWh x 1.000 / 942 GWp)

Beschäftigte:	4,291 Mio.
Investitionen:	2.005 Mrd. US-$

Grafik Bouse 2022

Daten 2021 vorläufig, Stand 11/2022

Energieeinheiten: 1 TWh = 1 Mrd. kWh) = 1.000 GWh = 1.000.000 MWh

Leistungseinheiten: 1 GW = 1.000 MW

Währung 2020: 1 € = 1,1422 US-$, 1 US-$ = 0,8755 €

Quellen: IEA - World Energy Outlook 2022, WEO Weltenergieausblick 2022, S. 438, Revision 11.2022 EN
REN21 – Renewables 2022, Global Status Report, Ausgabe 6/2022, www.ren21.net

Strombilanz
zur Stromversorgung

Entwicklung Stromverbrauch 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%
of which United States	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%
of which China	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%
of which European Union	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.

Quelle: IEA - Electricity 2024, Analyse und Prognose bis 2026, S. 159, 1/2024

Globaler Strommarkt nach Energieträgern und CO_2-Emissionen im Jahr 2021-2022, Prognose bis 2026 nach IEA

Jahr 2022:

Bruttostromerzeugung 29.124 TWh, Anteil EE 29,4%

Globale CO_2-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%

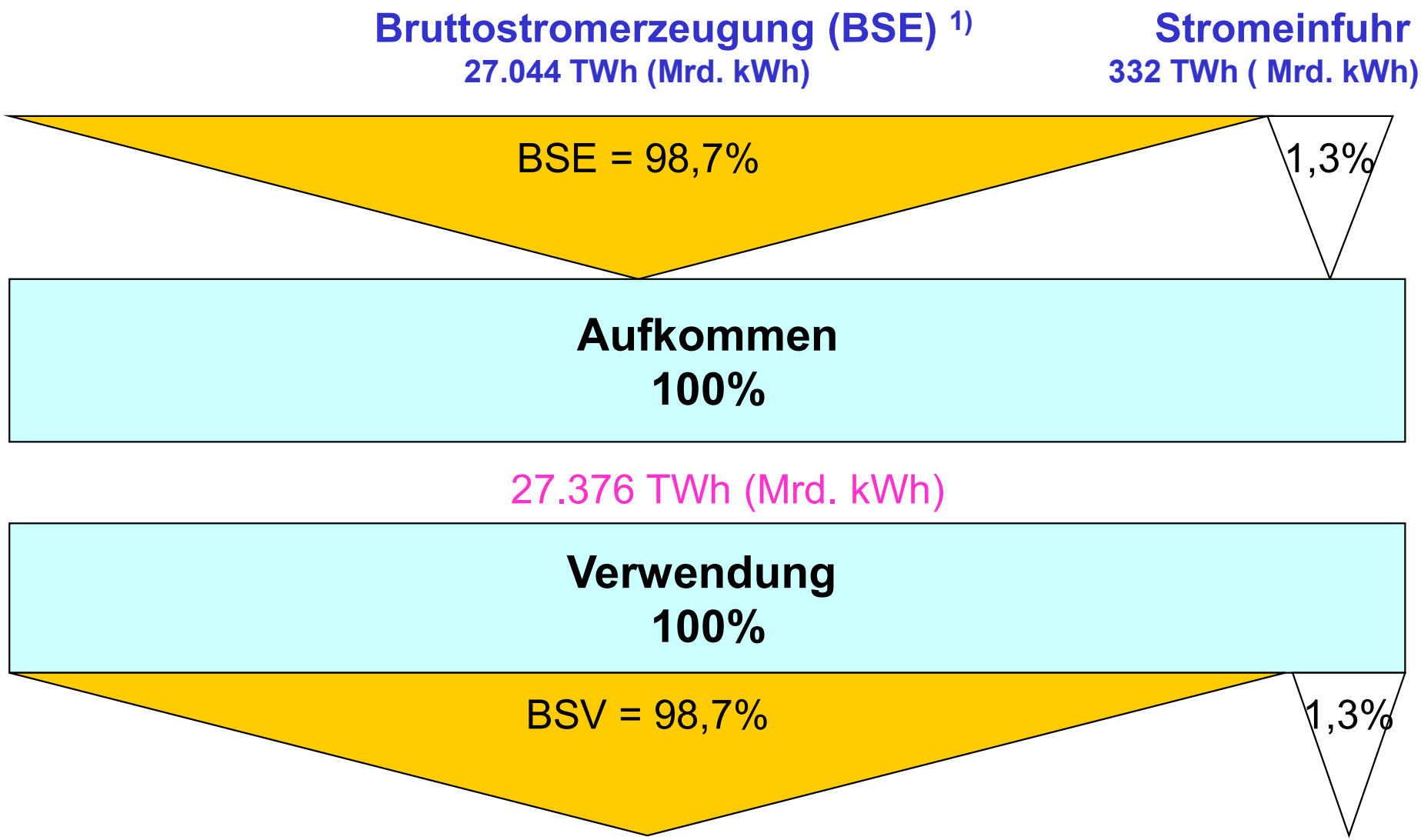
Mt CO_2	2021	2022	2023	2026	Growth rate 2021-2022	Growth rate 2022-2023	CAAGR 2023-2026
Total emissions	13 263	13 448	13 575	13 111	1.4%	0.9%	-1.2%

* 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)

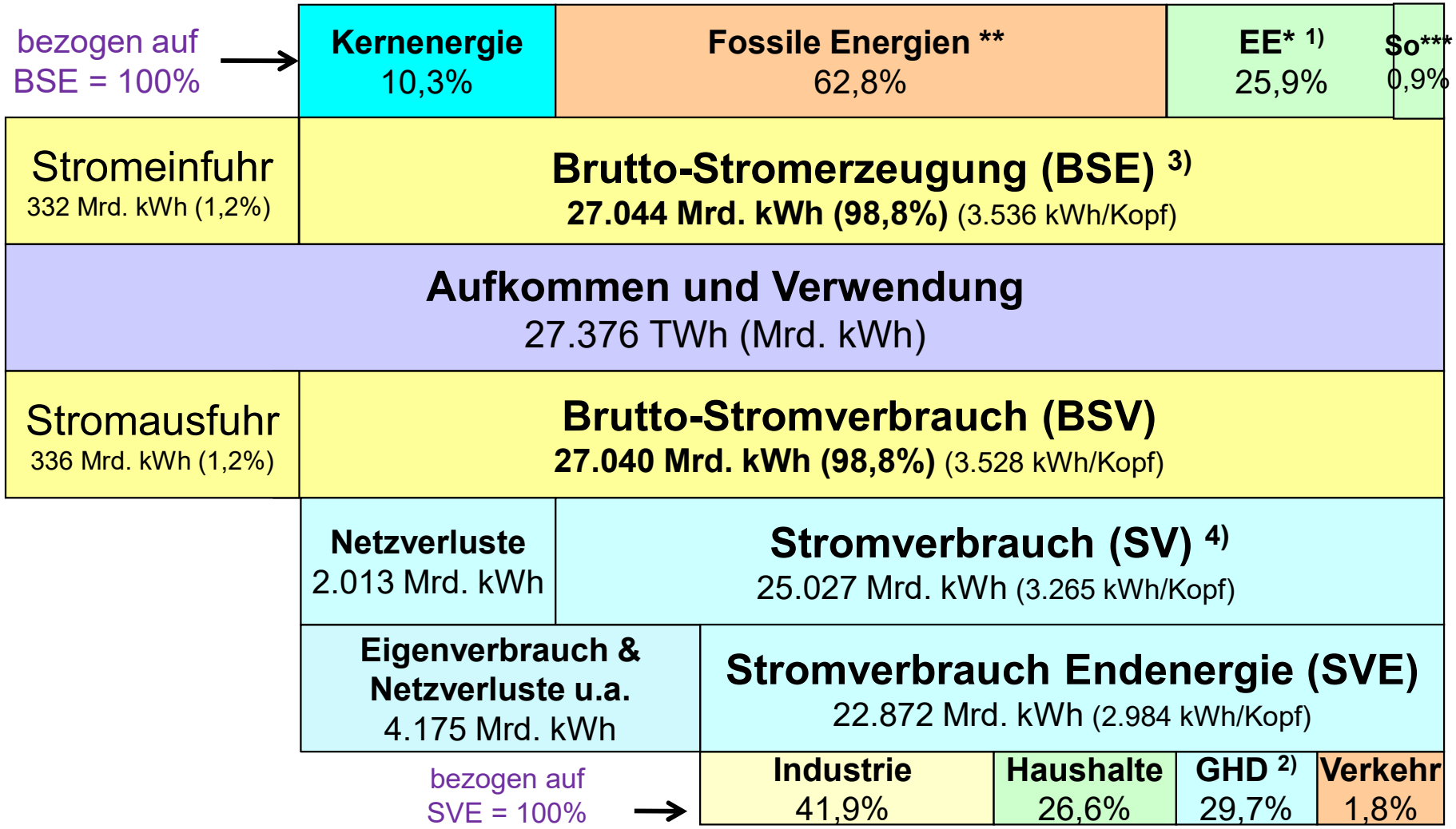


Grafik Bouse 2021

1) Gesamte BSE = 26.936 TWh + Pumpspeicherstrom 108 TWh = 27.044 TWh (Mrd. kWh)

Quellen: IEA – Key World Energy Statistics 2021, S. 33, 9/2021, IEA – Elektrizitäts-Information 2021, Überblick 7/2020; IEA - Renewable Information 2021, Überblick 7/2021 aus www.iea.org

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 Photovoltaik

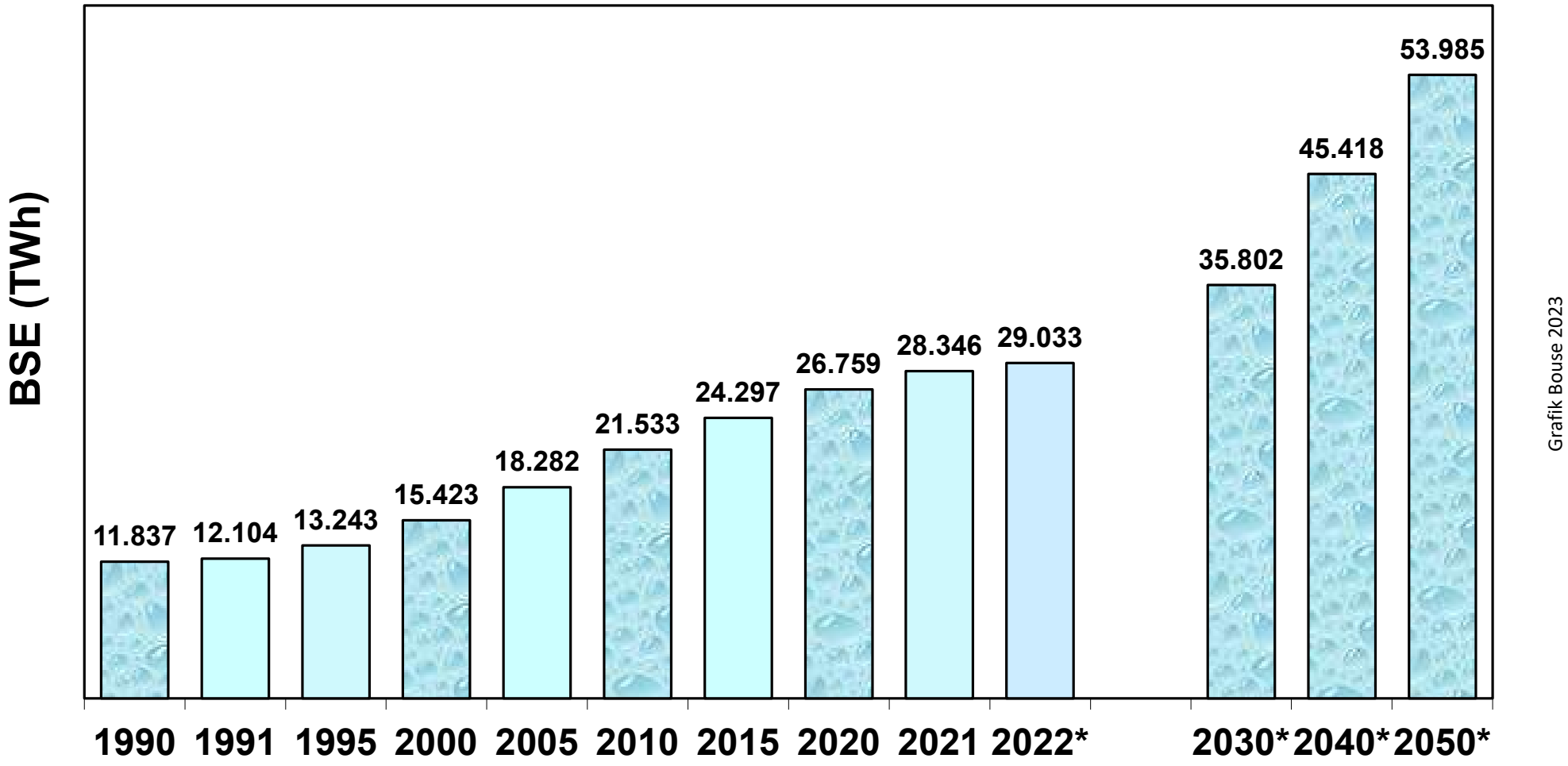
Teil 1 – Erzeugung/Verbrauch

Entwicklung Brutto-Stromerzeugung (BSE) in der Welt 1990-2022, Prognose [1] 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%



* 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%)

Quelle: IEA - World Energy Outlook 2023, Weltenergieausblick (WEO) 2023, S. 267/287; IEA - World Energy Balances Highlights 2023, Weltenergiedaten 2023, 8/2023

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
of which BECCS	-	-	-	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.

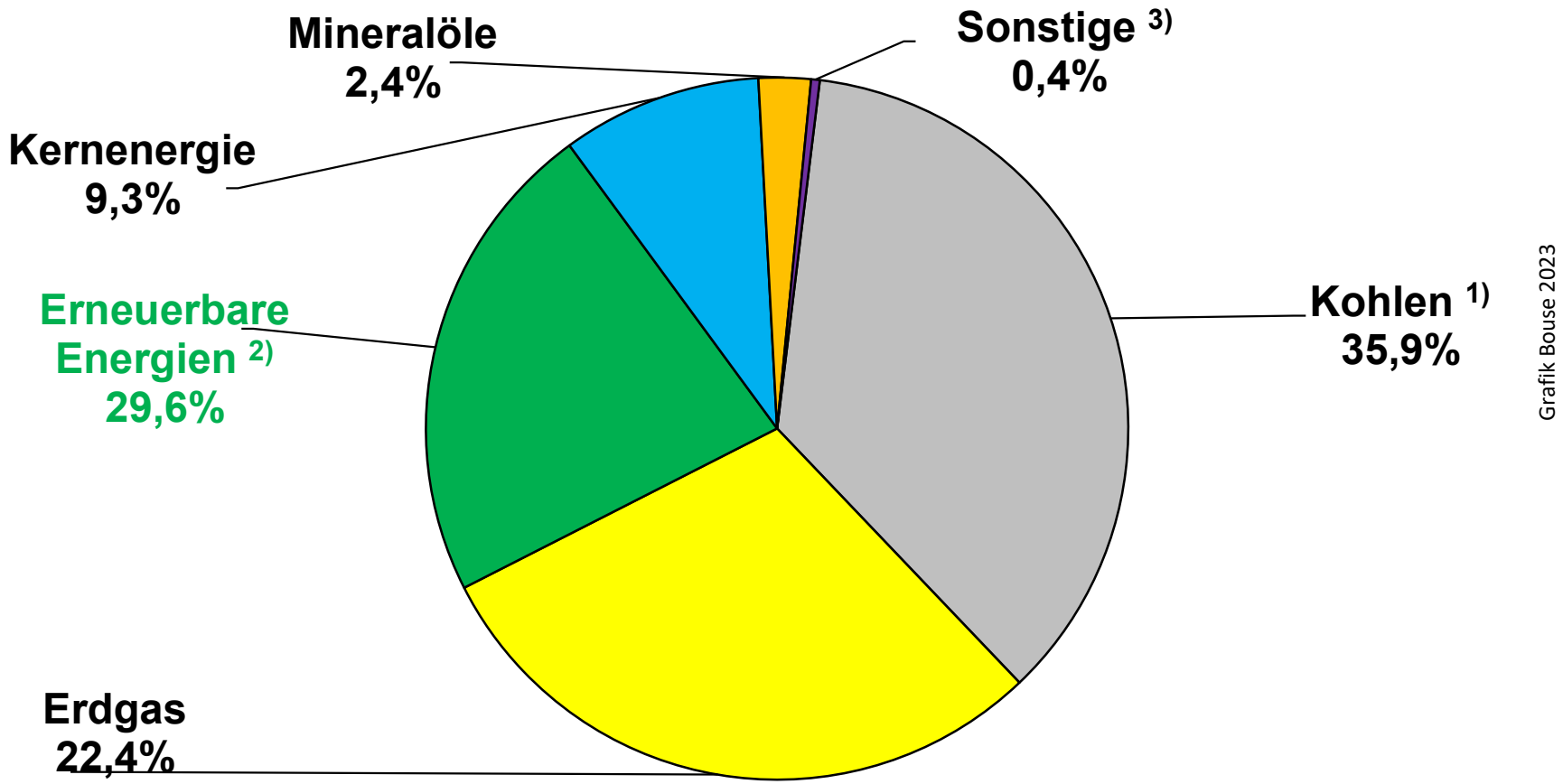
Quelle: IEA - World Energy Outlook 2023, WEO Weltenergieausblick 2023, S. 276, 11.2023 EN

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%



Anteil fossile Energien 60,7%

* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

Weltbevölkerung (Jahresdurchschnitt) 7.950 Mio.

1) Kohle einschließlich Torf

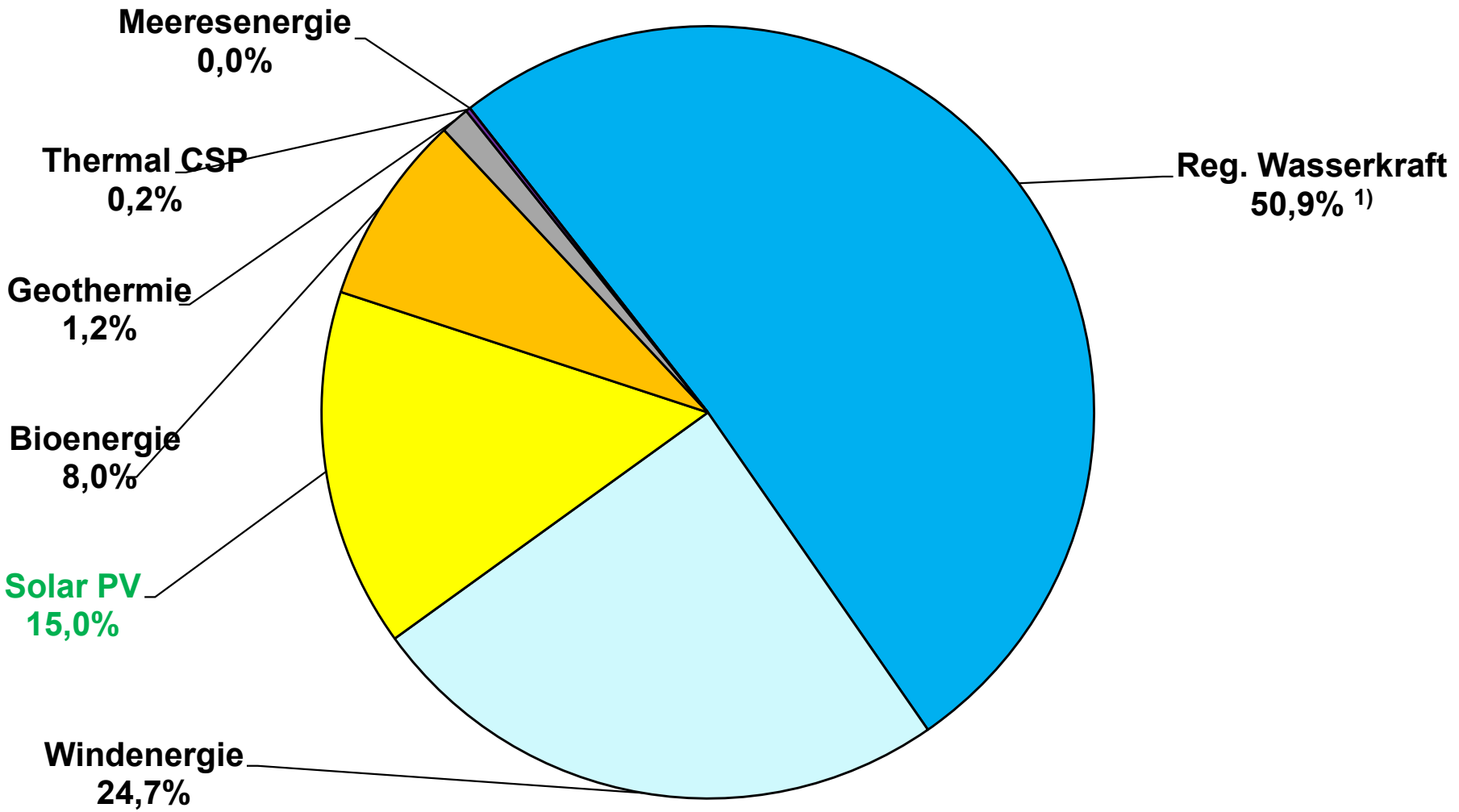
2) **Erneuerbare Energien 8.599 TWh:** reg. Wasserkraft 4.378 TWh, Windkraft 2.125 TWh, Solar PV 1.1291 TWh, Bioenergie 687 TWh, Geothermie 101 TWh, CSP 16 TWh, Meeresenergie 1 TWh

3) Nicht biogener Abfall 50%, Wärme, Pumpstrom u.a. (114 TWh)

Quelle: IEA - World Energy Outlook 2023, Szenario übergreifend (WEO) 2023, S. 267, 10/2023

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)



* 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, Weltenergiedaten 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.

Quelle: IEA - World Energy Outlook 2023, WEO Weltenergieausblick 2023, S. 287, 10/2023 EN

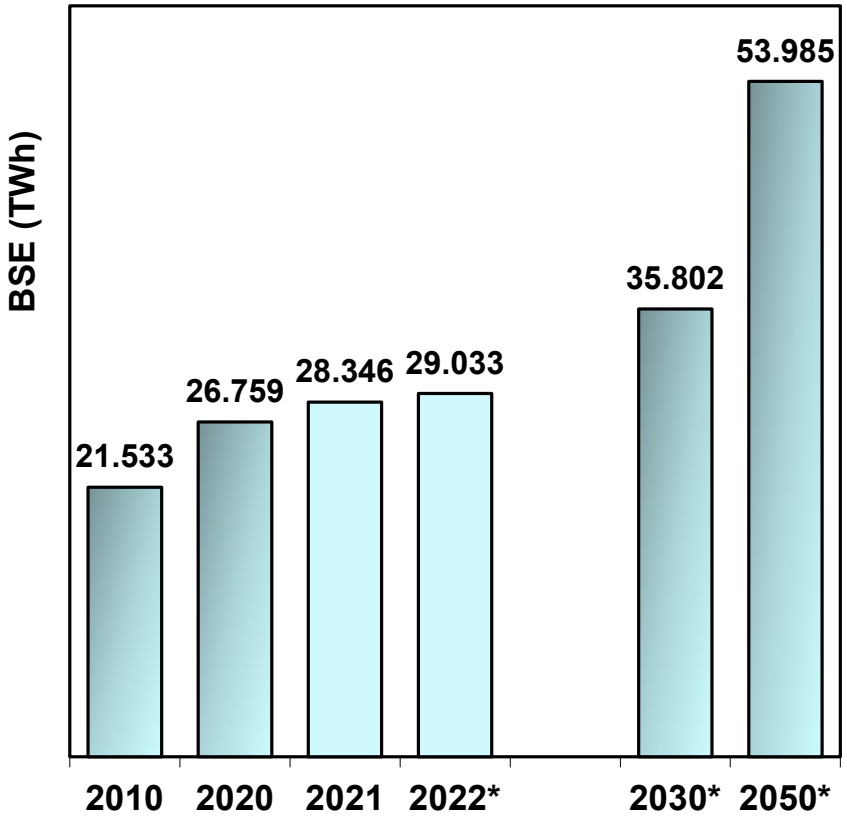
Globale Entwicklung Bruttostromerzeugung (BSE) nach ausgewählten Ländern mit EU-27 2010-2022, Prognose bis 2050 nach IEA (6)

Jahr 2022: Gesamt 29.033 TWh (Mrd. kWh), Veränderung zum VJ + 2,4%

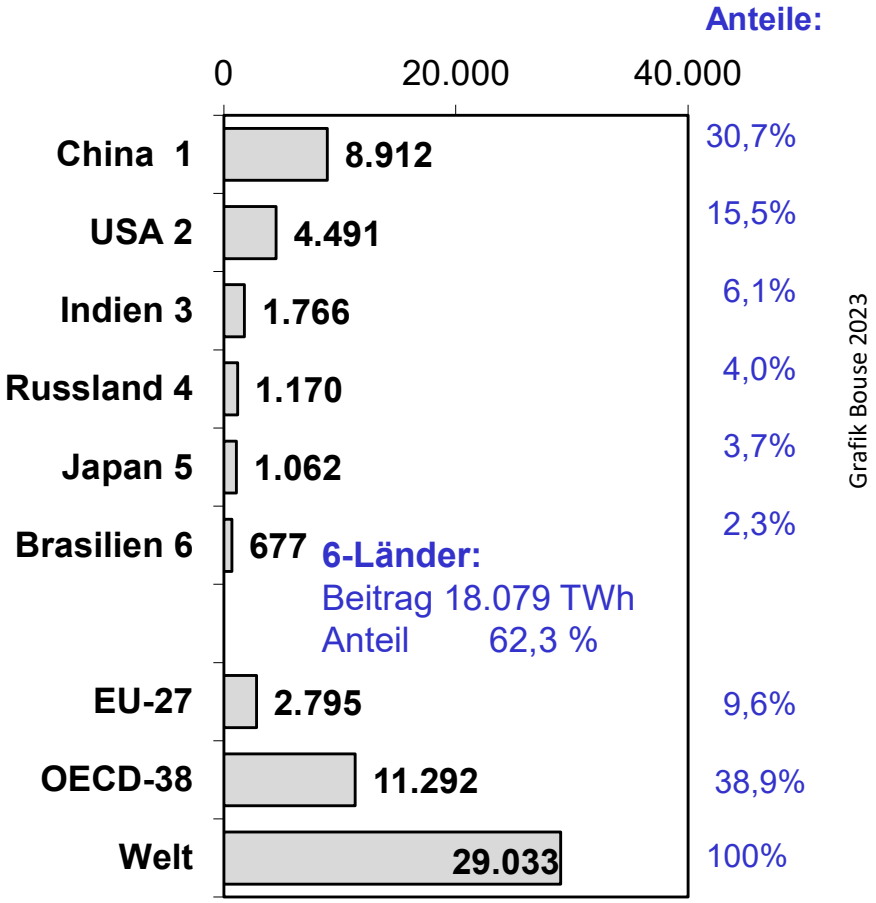
3.652 kWh/Kopf

Beitrag EU-27: 2.795 TWh, Weltanteil 9,6%

Gesamtentwicklung 2010-2022, Prognose 2030/50



Ausgewählte Länder im Jahr 2022



* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2022: 7.950 Mio.

Quelle: IEA - World Energy Outlook 2023, Weltenergieausblick (WEO) 2023, S. 287, 10/2023

Globale Brutto-Stromerzeugung (BSE) nach Energieträgern mit Pumpspeicherstrom und Anteile erneuerbare Energien im Jahr 2022 nach REN21, IEA (3)

Gesamt: 29.033 TWh (Mrd kWh) mit Pumpstrom

3.652 kWh/Kopf

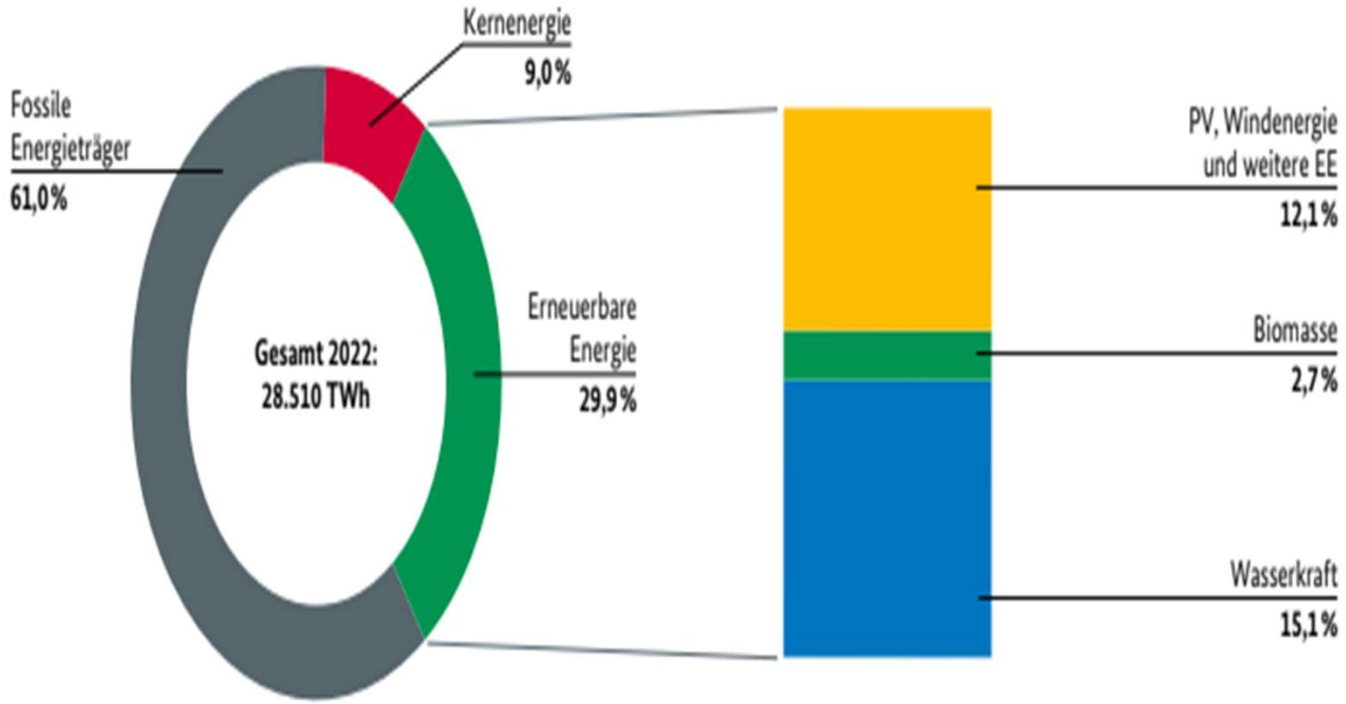
Beitrag Erneuerbare Energien 8.599 TWh (Mrd. kWh), Anteil 29,9%

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

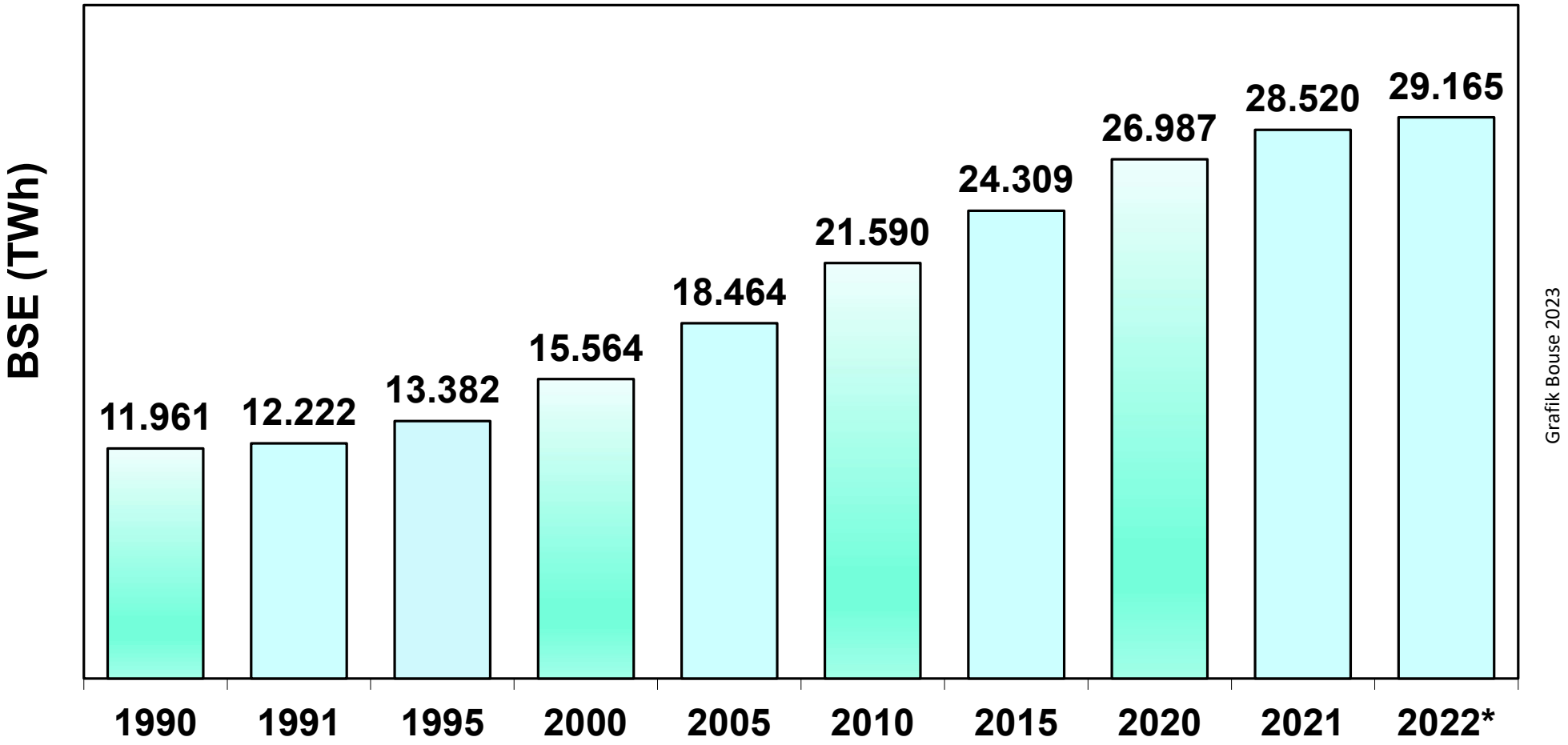
Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2022: 7.950 Mio.

Quelle: IEA aus BMWI – EE in Zahlen, Nationale und internationale Entwicklung 2022, S. 92/93, 10/2023

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%

∅ 3.655 kWh/Kopf



* Daten 2022 vorläufig, Stand 6/2023

1) Pumpspeicherstrom, z.B. Jahr 2022: 140 TWh (0,5%)

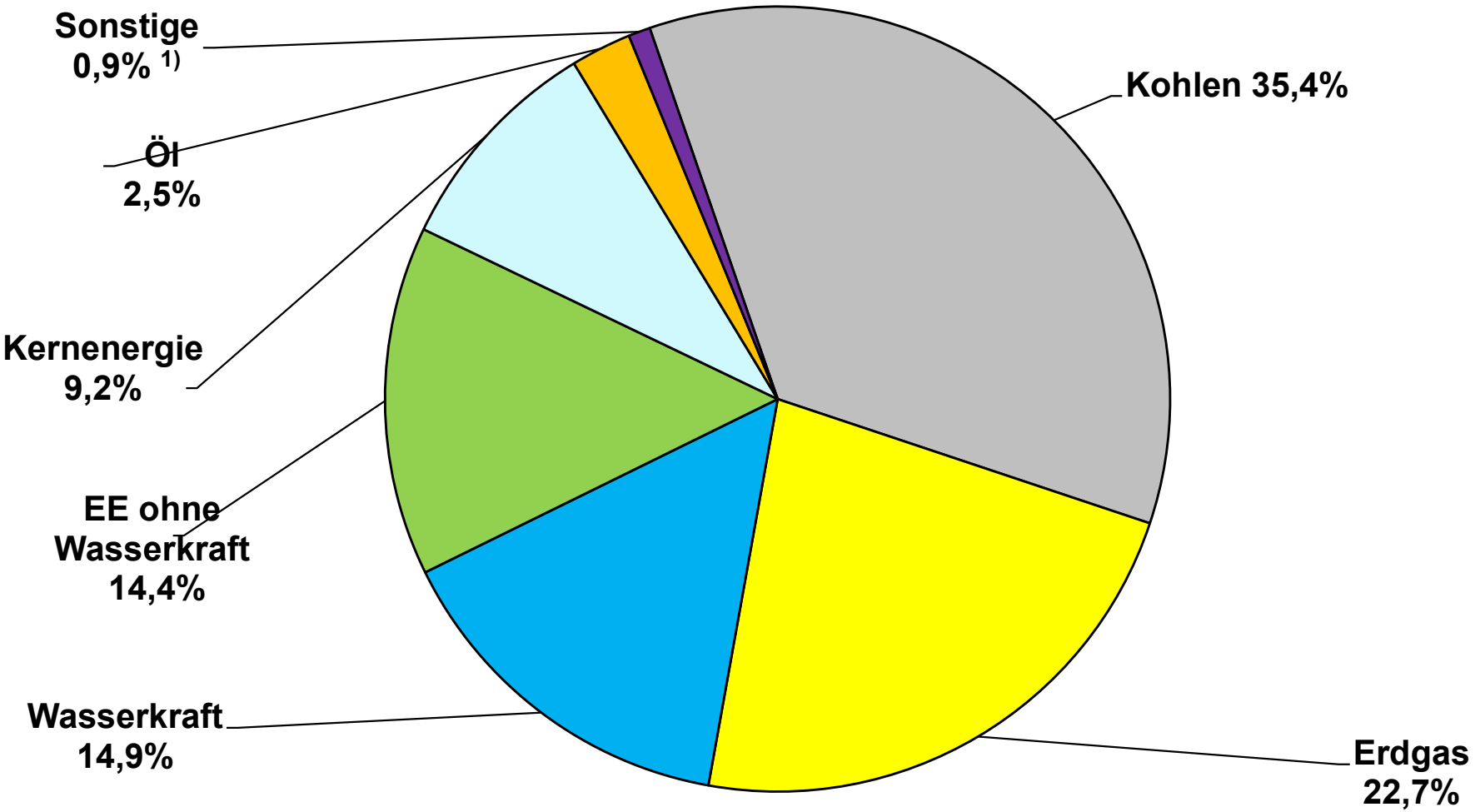
Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2022: 7.980 Mio.

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%

∅ 3.655 kWh/Kopf



Grafik Bouse 2023

* Daten 2022 vorläufig, Stand 6/2023

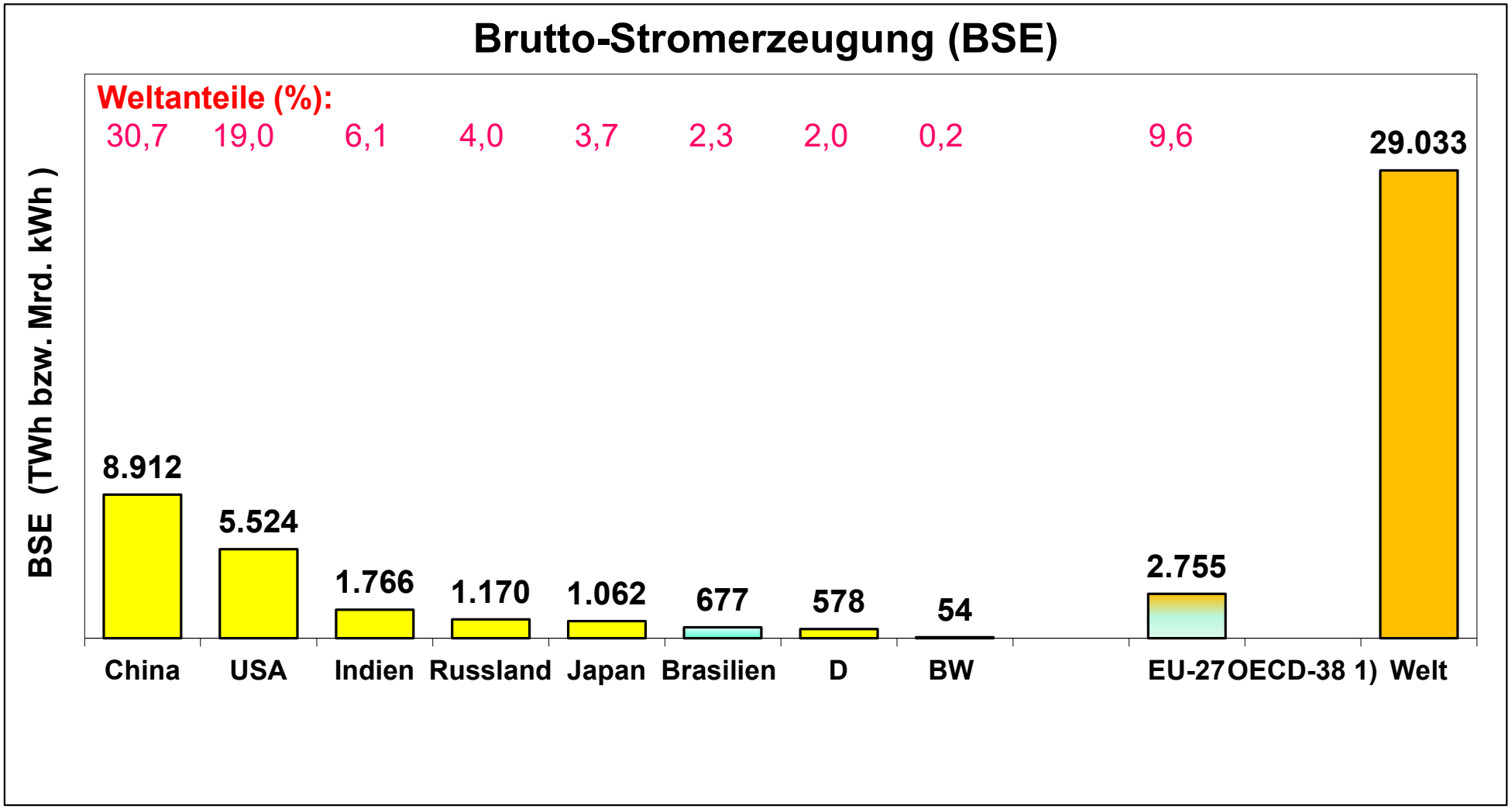
Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2022: 7.980 Mio.

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)

Brutto-Stromerzeugung (BSE)
im internationalen Vergleich 2022 nach IEA

Veränderung 1990/2022: Welt + 245%



Grafik Bouse 2023

* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

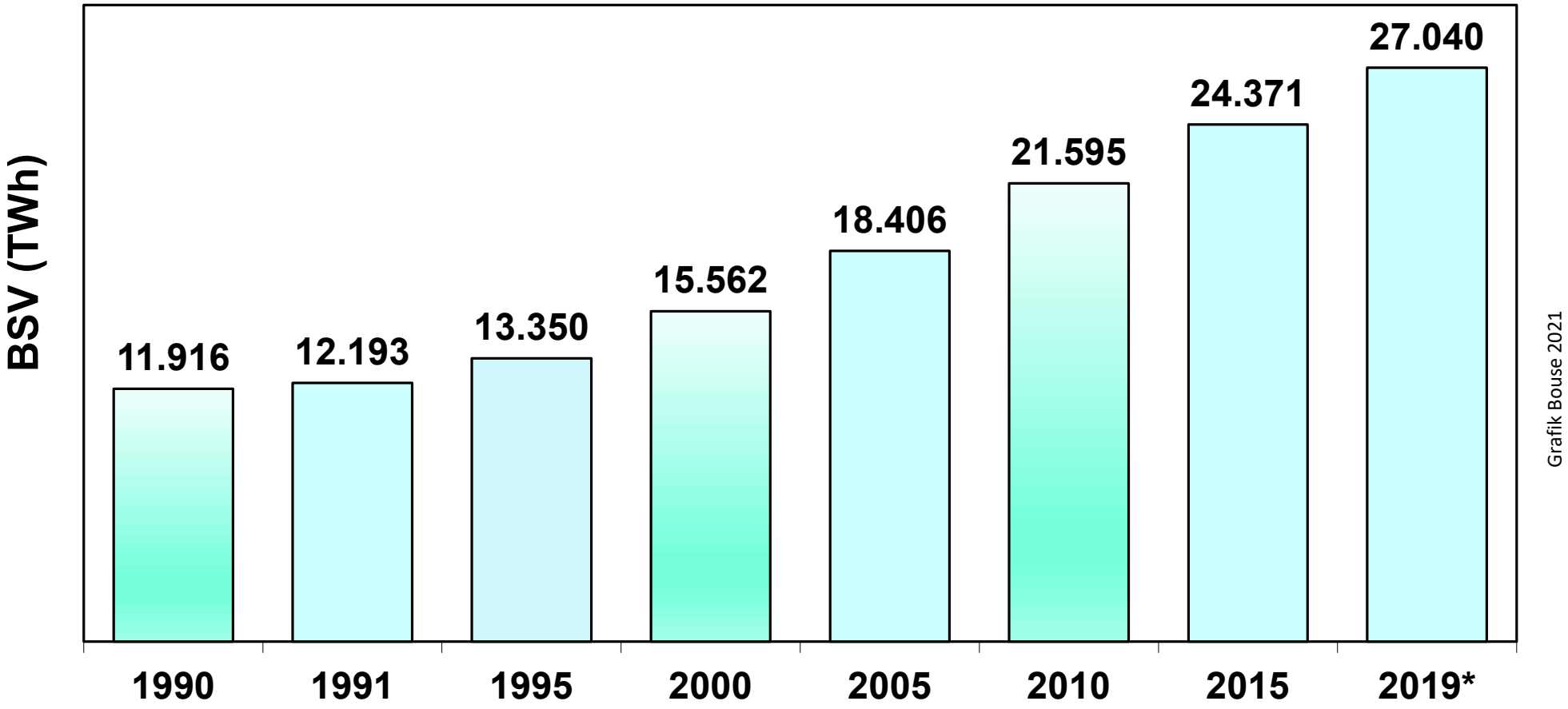
Weltbevölkerung 7.950 Mio.

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-Stromverbrauch (BSV) 1990-2019 nach IEA

Jahr 2019: Gesamt 27.040 TWh (Mrd. kWh) = 27,0 Bill. kWh; Veränderung 1990/2019 + 127,0%
∅ 3.528 kWh/Kopf*



Bruttostromverbrauch (BSV) = Bruttostromerzeugung (BSE) + Einfuhr - Ausfuhr

* Daten 2019 vorläufig, Stand 9/2021

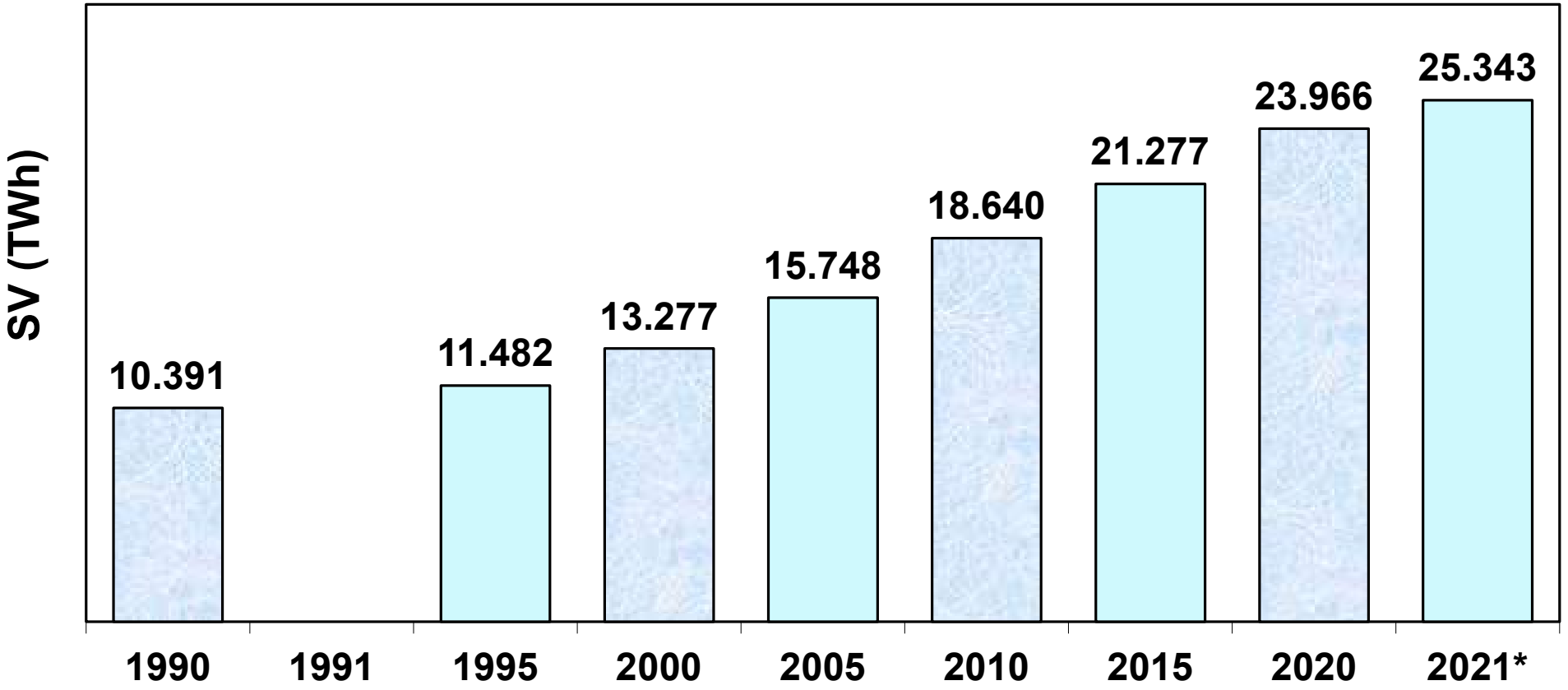
Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2019 = 7.666 Mio.

1) Jährlich geringfügige Abweichungen beim BSV gegenüber BSE, z.B. Jahr 2019 BSE = 27.044 TWh

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



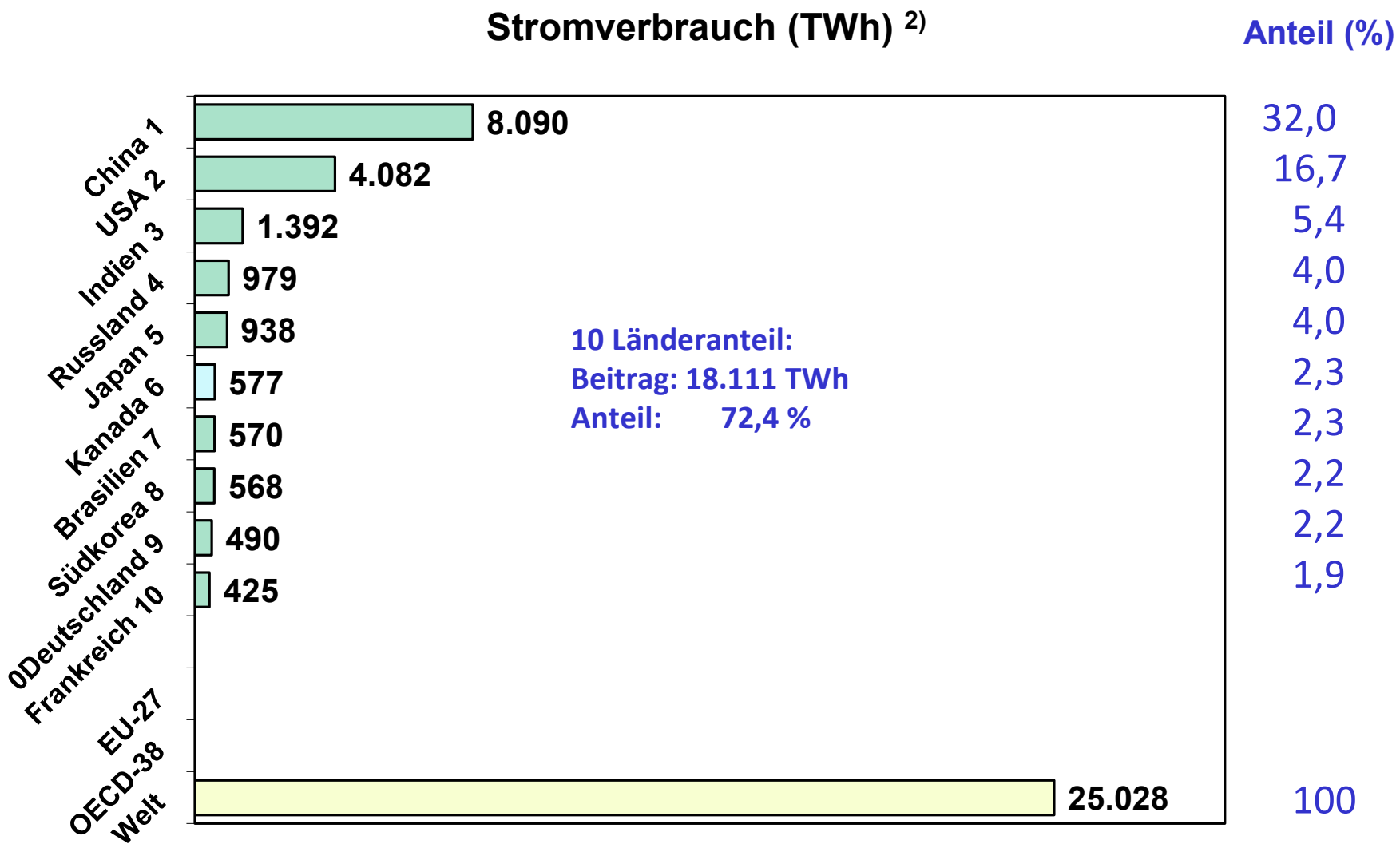
* Daten 2021 vorläufig, Stand 1/2024

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%
∅ 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 Photovoltaik

Teil 2 – Anlagen, 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 PV 1.145 GW, Anteil 31,6%

Table A.3a: World electricity sector *(Weltstromsektor)*

				Stated Policies Scenario (GW)				Shares (%)			CAAGR (%) 2022 to:	
	2010	2021	2022	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
of which BECCS	-	-	-	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

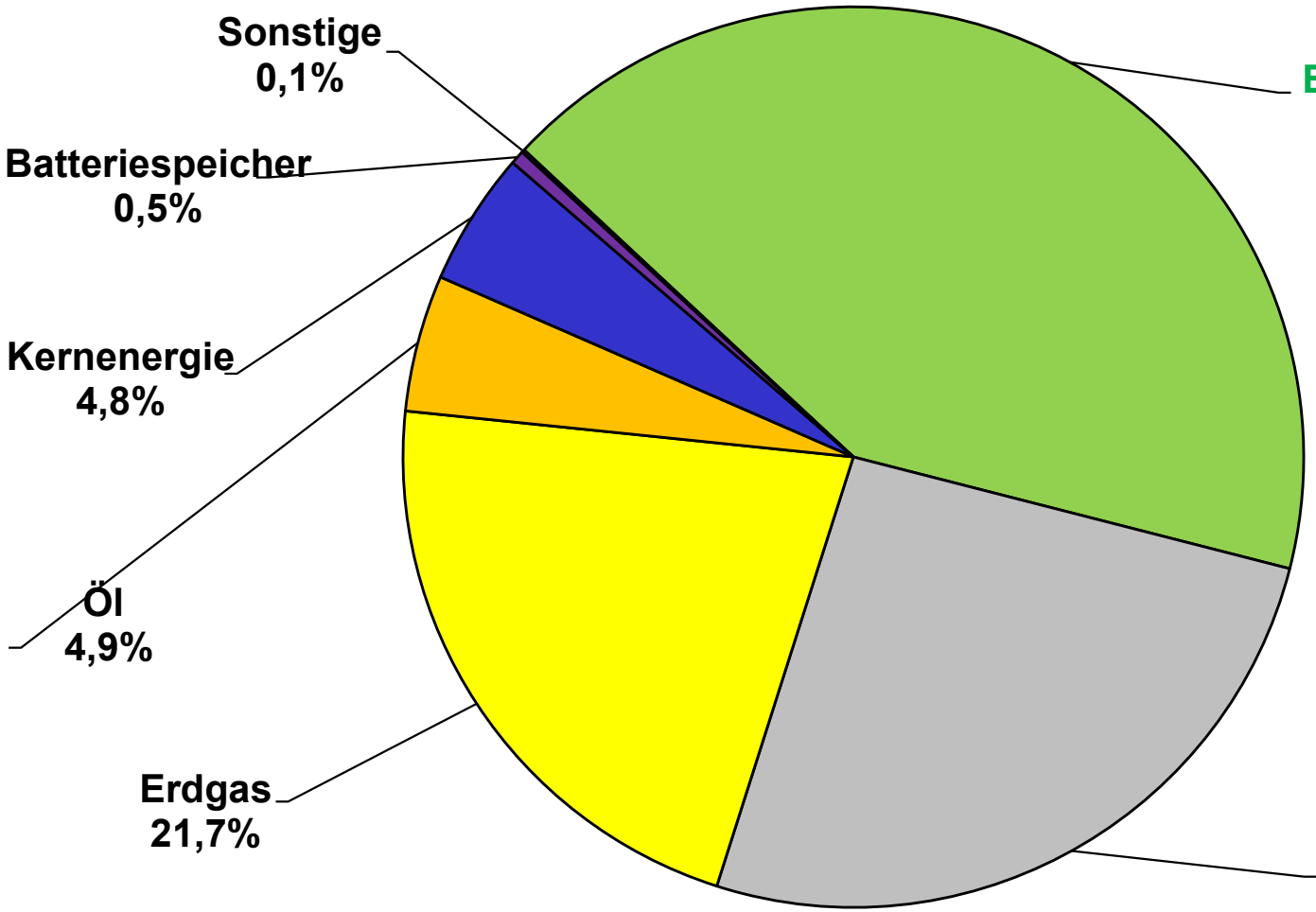
Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2022: 7.950 Mio.

Quelle: IEA - World Energy Outlook 2023, Weltenergieausblick 2023, S. 267, 10/2023

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%



Fossile Energien 52,5%

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

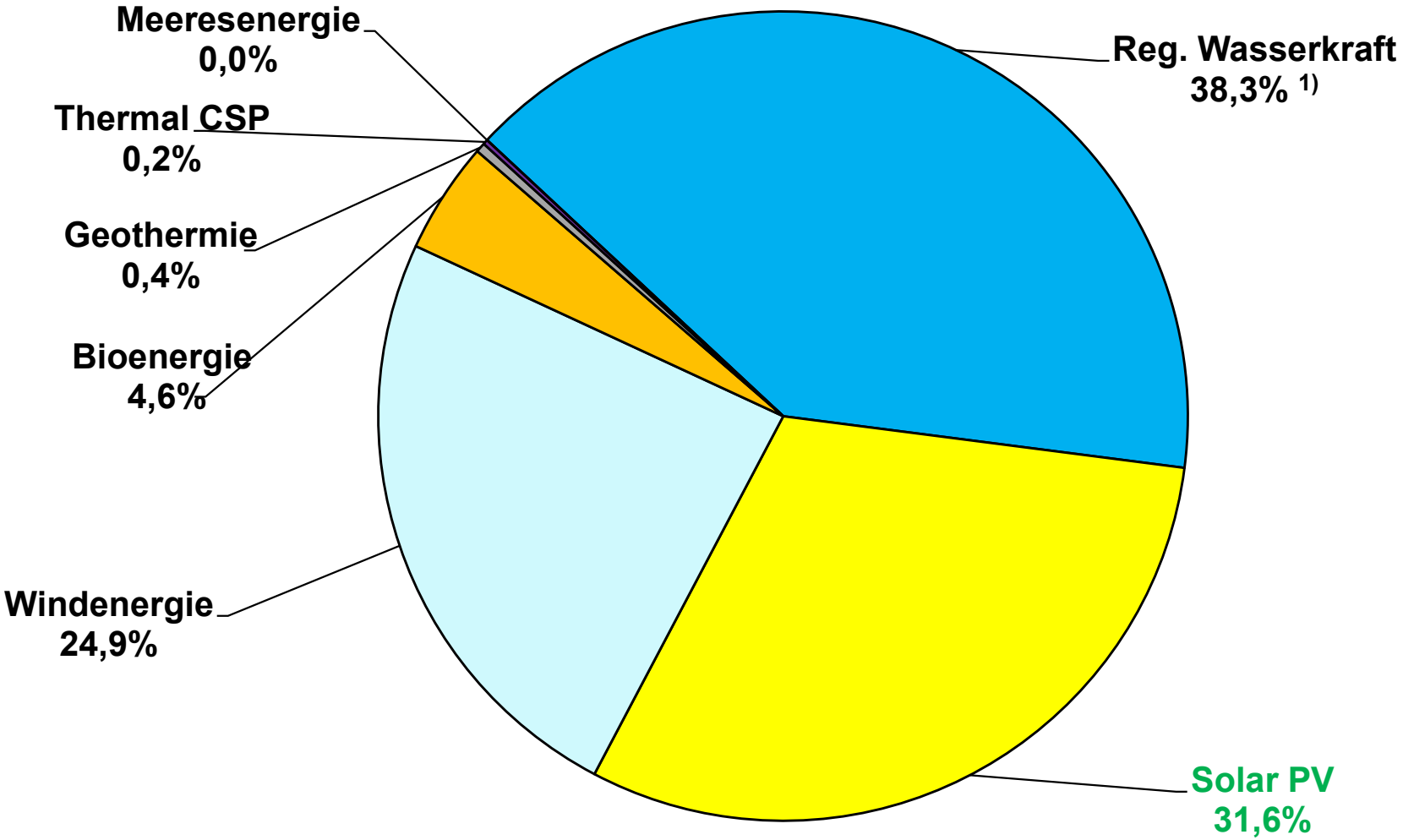
2) Gesamte installierte Leistung 8.643 (GW), davon EE 3.639, Kohle 2.236, Erdgas 1.875, Öl 423, Kernenergie 417, Batterie 45, Sonstige 5

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)

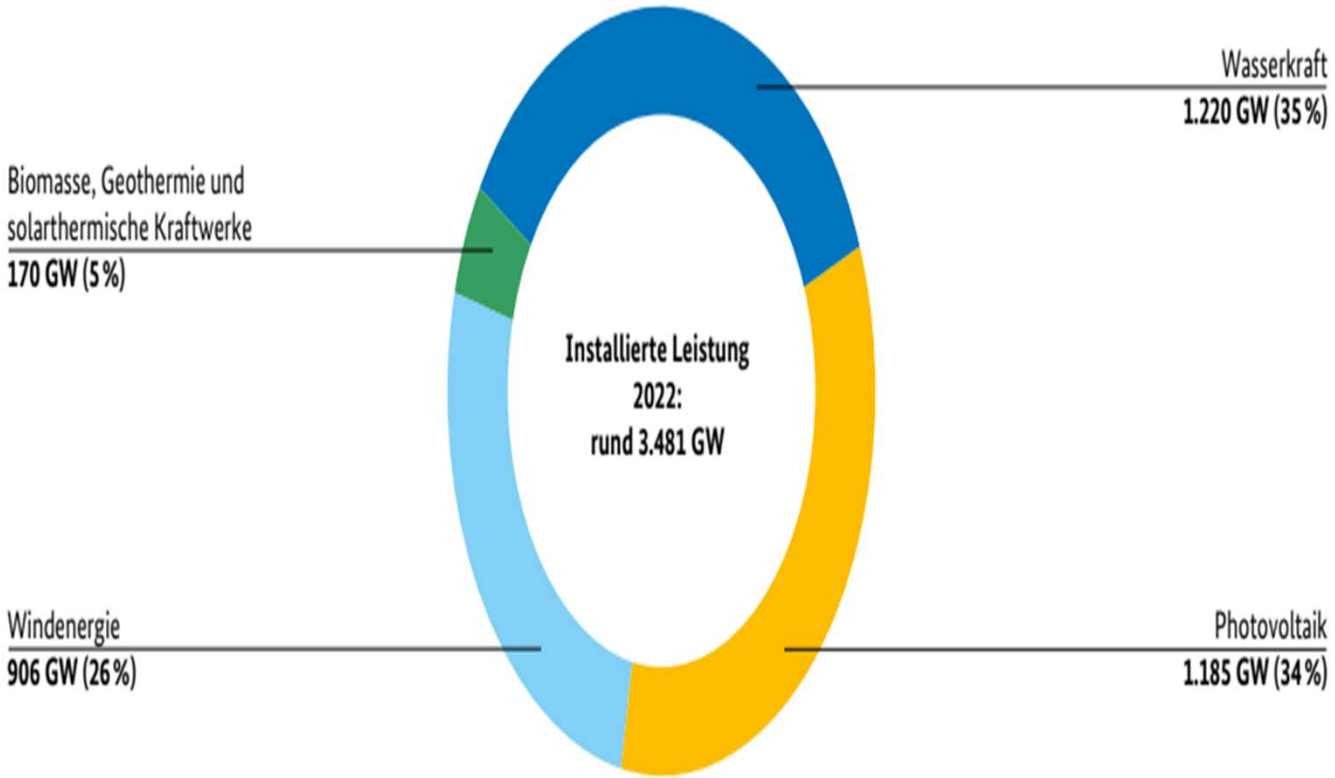
Gesamt 3.481 GW (Mio. kW)

PV-Beitrag 1.185 GW, Anteil 34%

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) ▼	Turkiye (-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.

Quelle: REN21 - GSR-2023, Renewable Energy Supply, EE in der EV, Modul 3, S. 19, Juni 2023

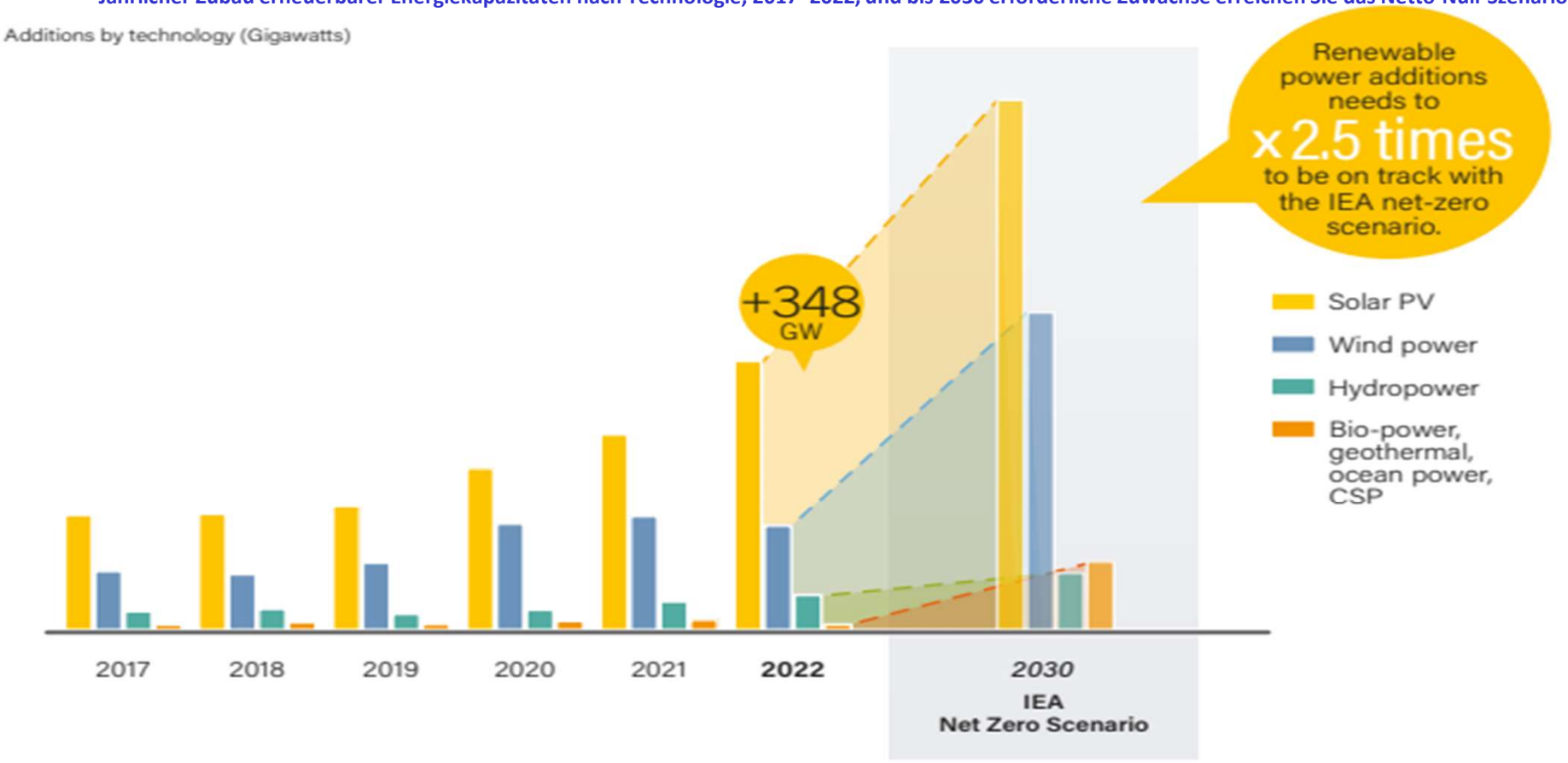
Globale jährliche Zubau der Kapazität an erneuerbare Energien nach Technologie und Gesamtmenge, 2017-2022, Prognose 2030 nach REN21 (1)

Jahr 2022: Gesamte-Zubauleistung: 348 GW

Beitrag Photovoltaik 243 GW, EE-Anteil 69,8%

FIGURE 6.
Renewable Power Capacity Annual Additions by Technology, 2017-2022, and Increases Required by 2030 to Achieve the IEA's Net Zero Scenario

Jährlicher Zubau erneuerbarer Energiekapazitäten nach Technologie, 2017–2022, und bis 2030 erforderliche Zuwächse erreichen Sie das Netto-Null-Szenario der IEA



Source: See endnote 48 for this section.

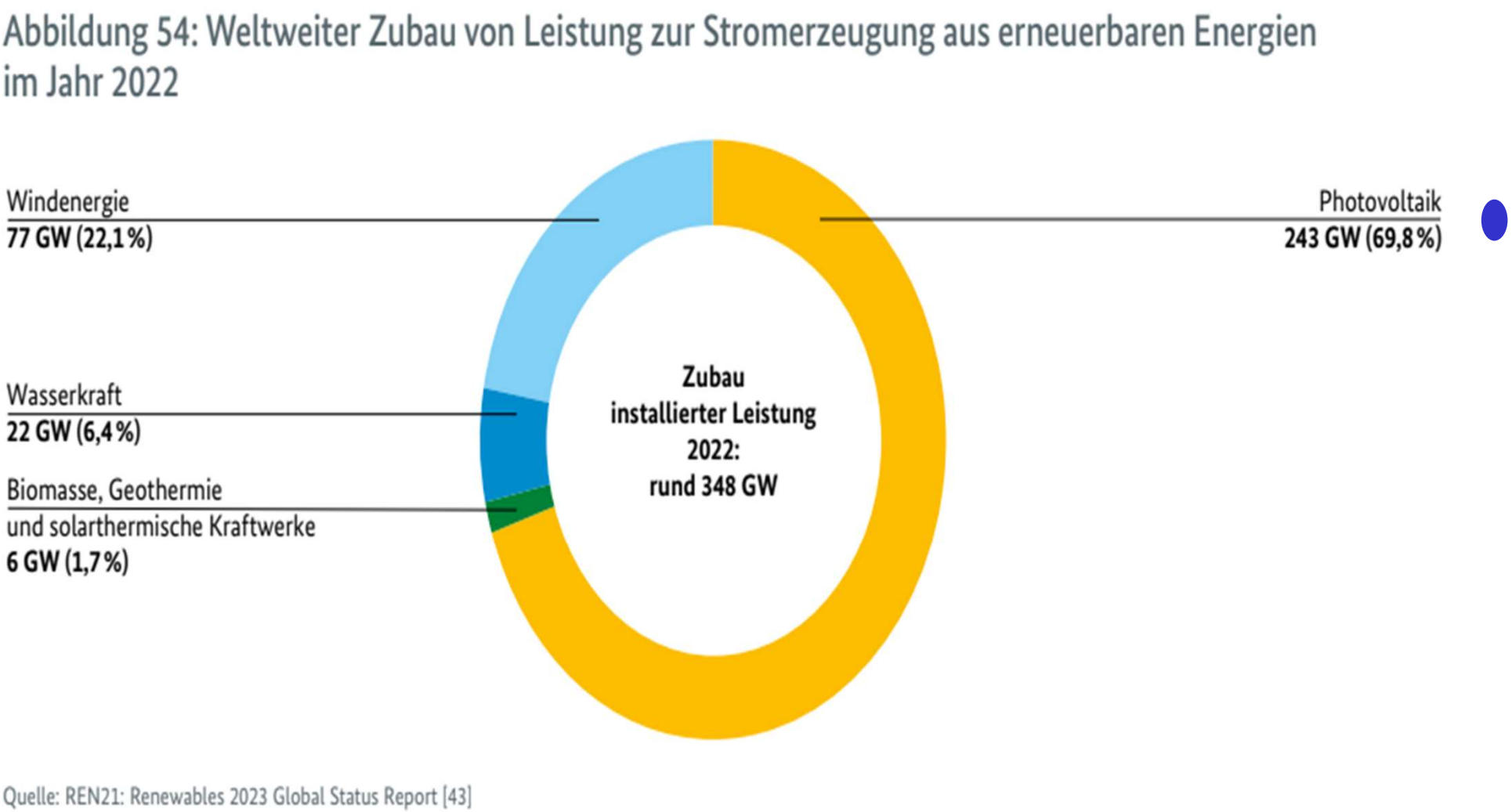
* Daten 2022 vorläufig, Stand 6/2023

Quelle: REN21 - GSR-2023-Renewable Energy Supply , EE in der EV, Modul 3, S. 18, Juni 2023

Globaler Zubau installierte Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien Ende 2022 nach REN21 (2)

Zubauleistung: 348 GW

Beitrag Photovoltaik 243 GW, EE-Anteil 69,8%



Quelle: REN21 6/2023 aus BMWI- Erneuerbare Energien in Zahlen - Nationale und internationale Entwicklung 2022, S. 95, 10/2023

Photovoltaik (PV)
zur Stromversorgung

Welt - Stromsektor: Bruttostromerzeugung (BSE) aus Solar PV nach Regionen von 2010-2022, Prognosen 2030-2050 nach IEA (1)

Jahr 2022: Gesamt 1.291 TWh (Mrd. kWh), Veränderung zum VJ + 26,2%

Anteil 15,0% von EE-gesamt 8.599 TWh

Table A.18: Solar PV generation (TWh)

	Historical			Stated Policies		Announced Pledges	
	2010	2021	2022	2030	2050	2030	2050
World	32	1 023	1 291	5 405	17 220	6 390	24 297
North America	3	167	203	868	3 267	1 191	3 932
United States	3	148	185	829	3 069	1 126	3 366
Central and South America	0	35	53	160	422	256	1 255
Brazil	0	17	30	102	223	119	364
Europe	23	199	245	753	1 452	844	1 852
European Union	22	159	202	626	1 186	689	1 310
Africa	0	14	16	122	526	245	1 859
Middle East	0	13	17	147	643	141	1 574
Eurasia	0	5	6	18	44	25	110
Russia	0	2	3	6	16	7	41
Asia Pacific	6	589	750	3 336	10 868	3 688	13 715
China	1	327	429	2 294	6 801	2 428	7 889
India	0	76	105	480	2 499	534	3 145
Japan	4	86	95	162	234	171	245
Southeast Asia	0	38	45	126	633	213	1 293

* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2022: 7.950 Mio.

Quelle: IEA - World Energy Outlook 2023, Weltenergieausblick 2023, S. 288, 10/2023

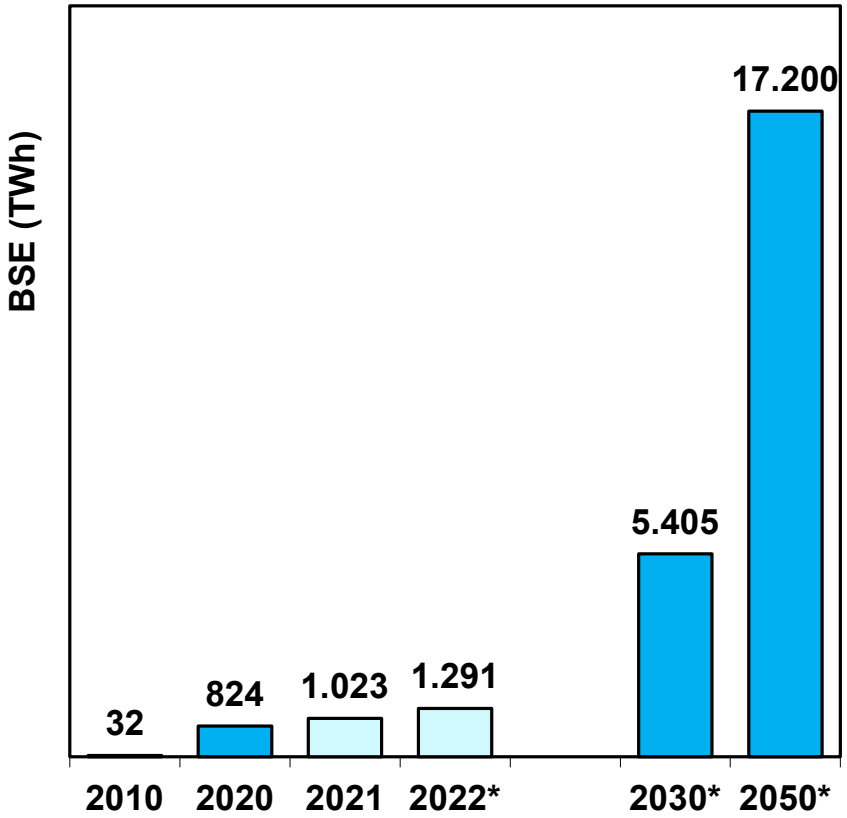
Entwicklung Bruttostromerzeugung (BSE) aus PV-Solar nach ausgewählten Ländern mit EU-27 in der Welt 2010-2022, Prognose bis 2050 nach IEA (2)

Jahr 2022: Solarstrom 1.291 TWh, Veränderung zum Vorjahr + 26,2%

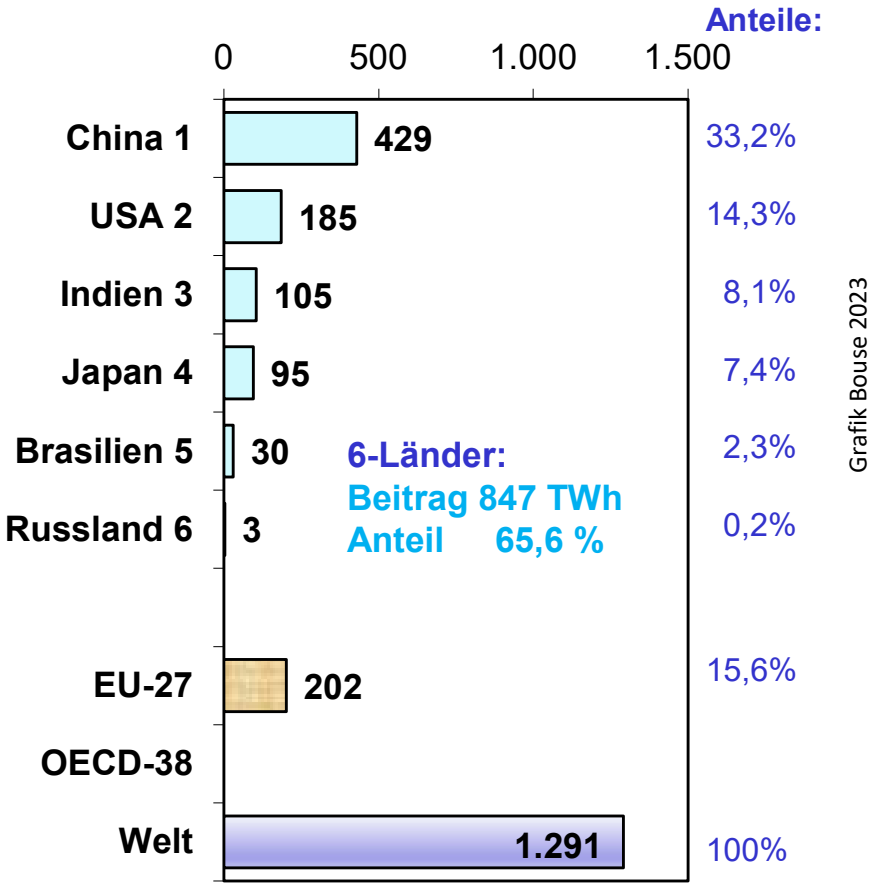
Weltanteil 4,4% von gesamt 29.033 TWh

Beitrag EU-27: 202 TWh, Weltanteil 0,7%

Gesamtentwicklung 2010-2022, Prognose bis 2050



Ausgewählte Länder im Jahr 2022



* 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

Globale Photovoltaik-Leistung Ende 2022, Stand 6/2023 nach REN21 (1)

Jahr 2022: Gesamtleistung 11.185 GW, Veränderung VJ + 25,8%

davon Netto-Zubau + 243 GW

KEY FACTS

SOLAR PHOTOVOLTAICS (PV)

- Solar PV maintained its record-breaking streak, with new capacity increasing 37% in 2022, while global solar production reached an average of 6.2%, up from 5% in 2021.
- For the tenth consecutive year, Asia dominated regionally in new solar PV installations, contributing 64% of the global added capacity in 2022.
- The leading countries for cumulative installed solar PV capacity remained China, the United States, India, Brazil, and Spain, while the leading markets for per capita capacity remained Australia, the Netherlands and Germany.
- Poland was a new entrant to the top 10 solar PV installers (eighth globally and third in Europe), adding 4.9 GW of capacity, nearly 50% more than its capacity added in 2021.
- Centralised utility-scale solar PV reached a total of 124.8 GW of new installations, driven by tenders and the attractiveness of power purchase agreements. Distributed PV added 115.2 GW and was driven by falling module costs, which made installations more attractive and accessible.
- Although solar PV panel production remains concentrated in China, more countries have strengthened import barriers and incentives for local manufacturing, pioneered by the United States and India.

WICHTIGE FAKTEN SOLARPHOTOVOLTAIK (PV)

 Solar-PV setzte seine Rekordserie fort, mit einer Steigerung der neuen Kapazität um 37 % im Jahr 2022. Die weltweite Solarproduktion erreichte einen Durchschnitt von 6,2 %, gegenüber 5 % im Jahr 2021.

 Im zehnten Jahr in Folge dominierte Asienregional in neue Solar-PV-Installationen einbringen 64 % der weltweiten zusätzlichen Kapazität im Jahr 2022.

 Die führenden Länder für kumulierte installierte Solar-PV-Kapazität blieb China, den Vereinigten Staaten, Indien, Brasilien und Spanien sind dabei die Spitzenreiter Die Märkte für Pro-Kopf-Kapazität blieben bestehen Australien, die Niederlande und Deutschland.

 Polen war ein Neuzugang in der Top 10 der Solar-PV Installateure (weltweit an achter Stelle und in Europa an dritter Stelle), Erweiterung der Kapazität um 4,9 GW, fast 50 % mehr als die im Jahr 2021 hinzugefügte Kapazität.

 Zentralisierte Solar-PV im Versorgungsmaßstab erreichte insgesamt 124,8 GW an Neuinstallationen, angetrieben durch Ausschreibungen und die Attraktivität des Strombezugs-Vereinbarungen. Dezentrale PV-Anlagen fügten 115,2 GW hinzuwurde durch sinkende Modulkosten getrieben, die dazu führten Installationen attraktiver und zugänglicher machen.

 Obwohl die Produktion von Solar-PV-Modulen weiterhin besteht konzentriert sich auf China, weitere Länder haben dies getan verstärkte Importbarrieren und Anreize für lokale Fertigung, Pionierarbeit in den Vereinigten Staaten und Indien.

* Daten 2022 vorläufig, Stand 6/2023

Quelle: REN21 - GSR-2023-Renewable Energy Supply , EE in der EV, Modul 3, S. 62, Juni 2023

Weltweiter Photovoltaikmarkt 2022 (2)

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).

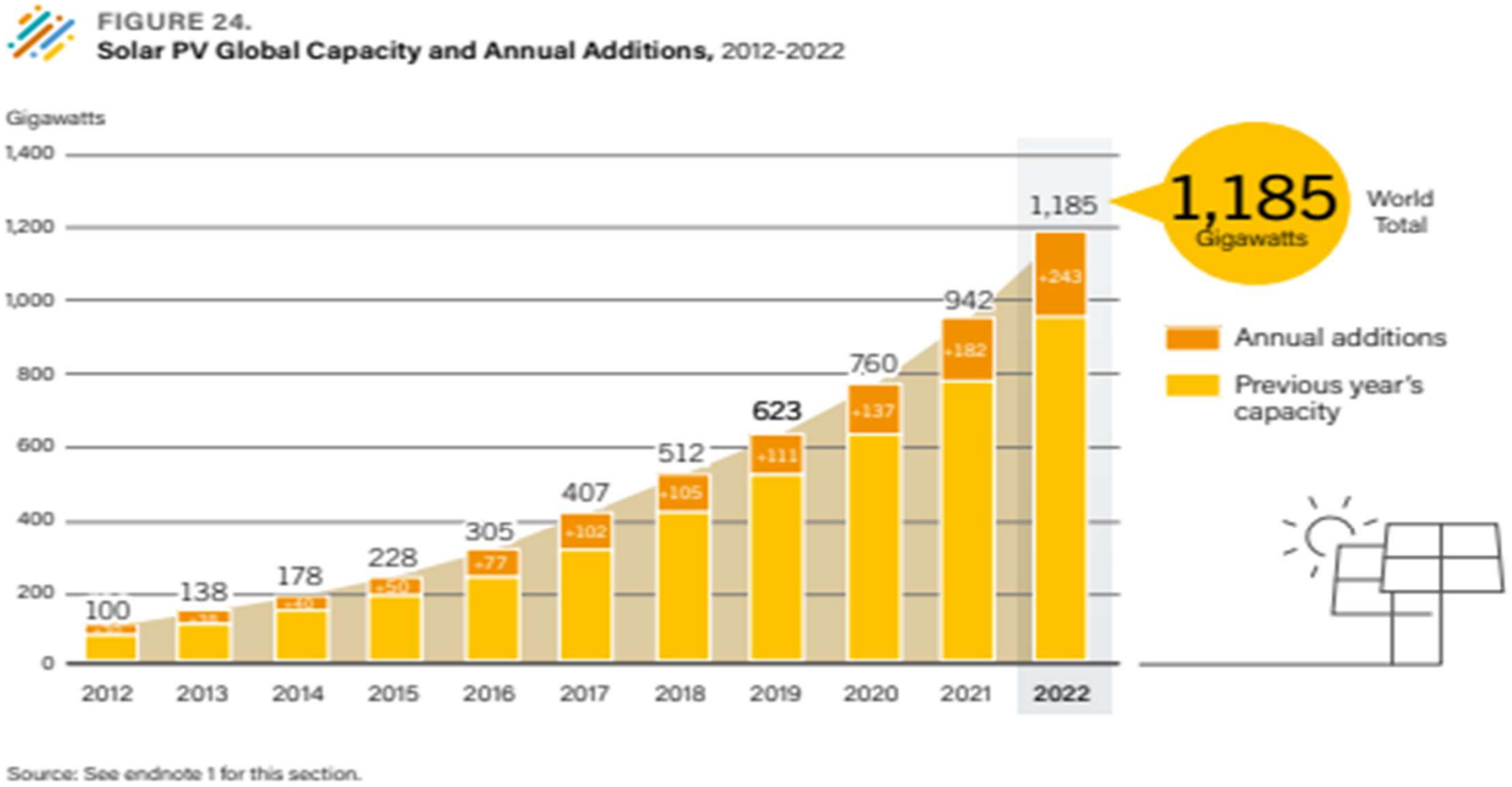
Ende des Jahres 2022 waren damit weltweit 1.185 GW Photovoltaikleistung installiert. Mit 414 GW befanden sich 35 % der Leistung in China, die im Jahr 2022 mit einer Erzeugung von 418 TWh Solarstrom knapp 5 % des chinesischen Stromverbrauchs deckten. Der Anteil war damit etwa genauso groß wie in den USA, 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.

Quelle: BMWK - Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung 2022, S. 94; 10/2023

Entwicklung gesamte Leistung mit Zubau installierte Leistung von Photovoltaikanlagen in der Welt 2012/2022 nach REN21 (3)

Jahr 2022: Gesamtleistung 11.185 GW, Veränderung VJ + 25,8%

davon Netto-Zubau + 243 GW



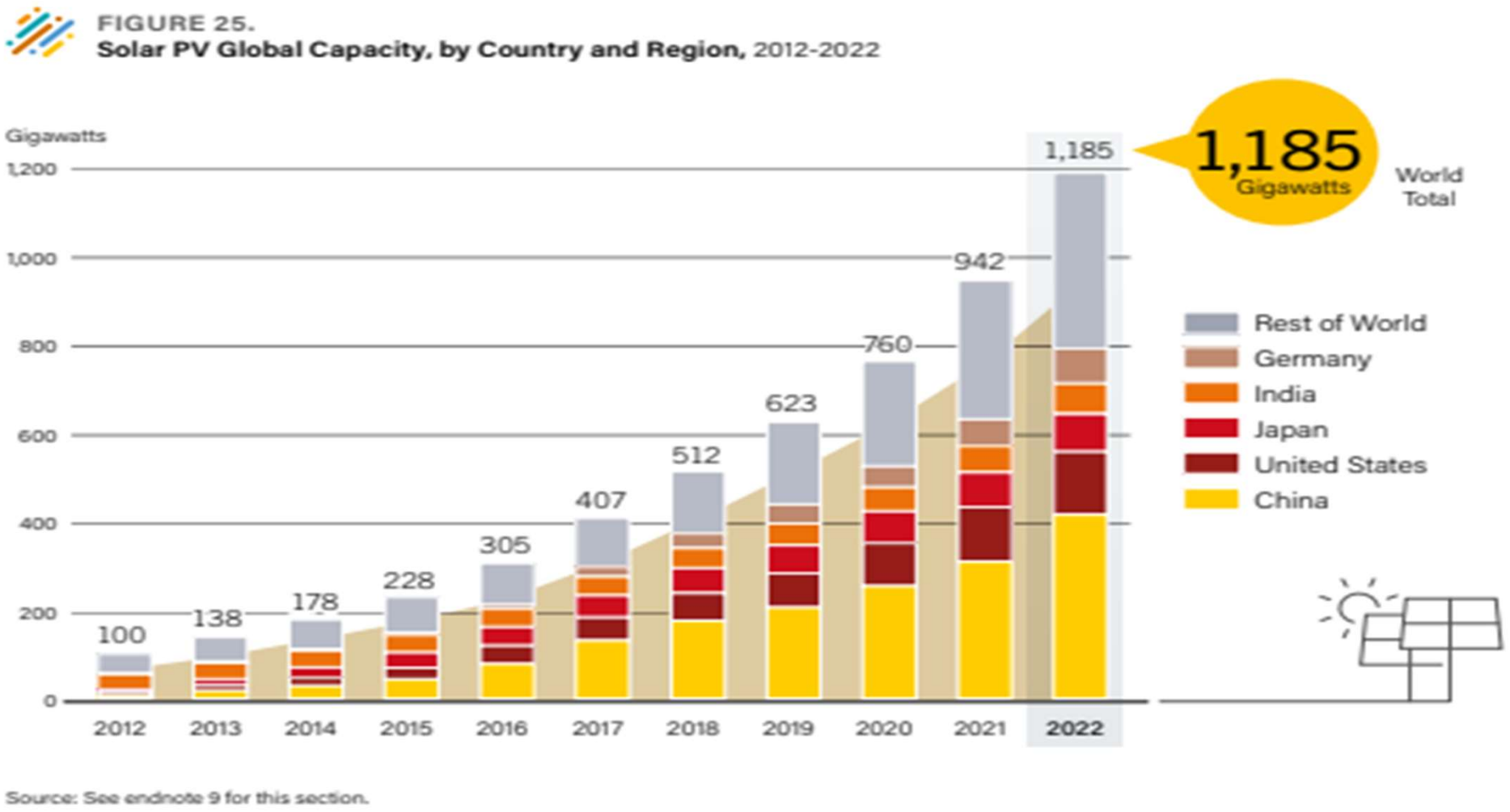
* Daten 2022 vorläufig, Stand 6/2023

Quelle: REN21 - GSR-2023-Renewable Energy Supply , EE in der EV, Modul 3, S. 63, Juni 2023

Entwicklung gesamte Leistung mit Zubau installierte Leistung von Photovoltaikanlagen in ausgewählten Ländern der Welt 2012/2022 nach REN21 (4)

Jahr 2022: Gesamtleistung 1.185 GW, Veränderung VJ + 25,8%

davon Netto-Zubau + 240 GW



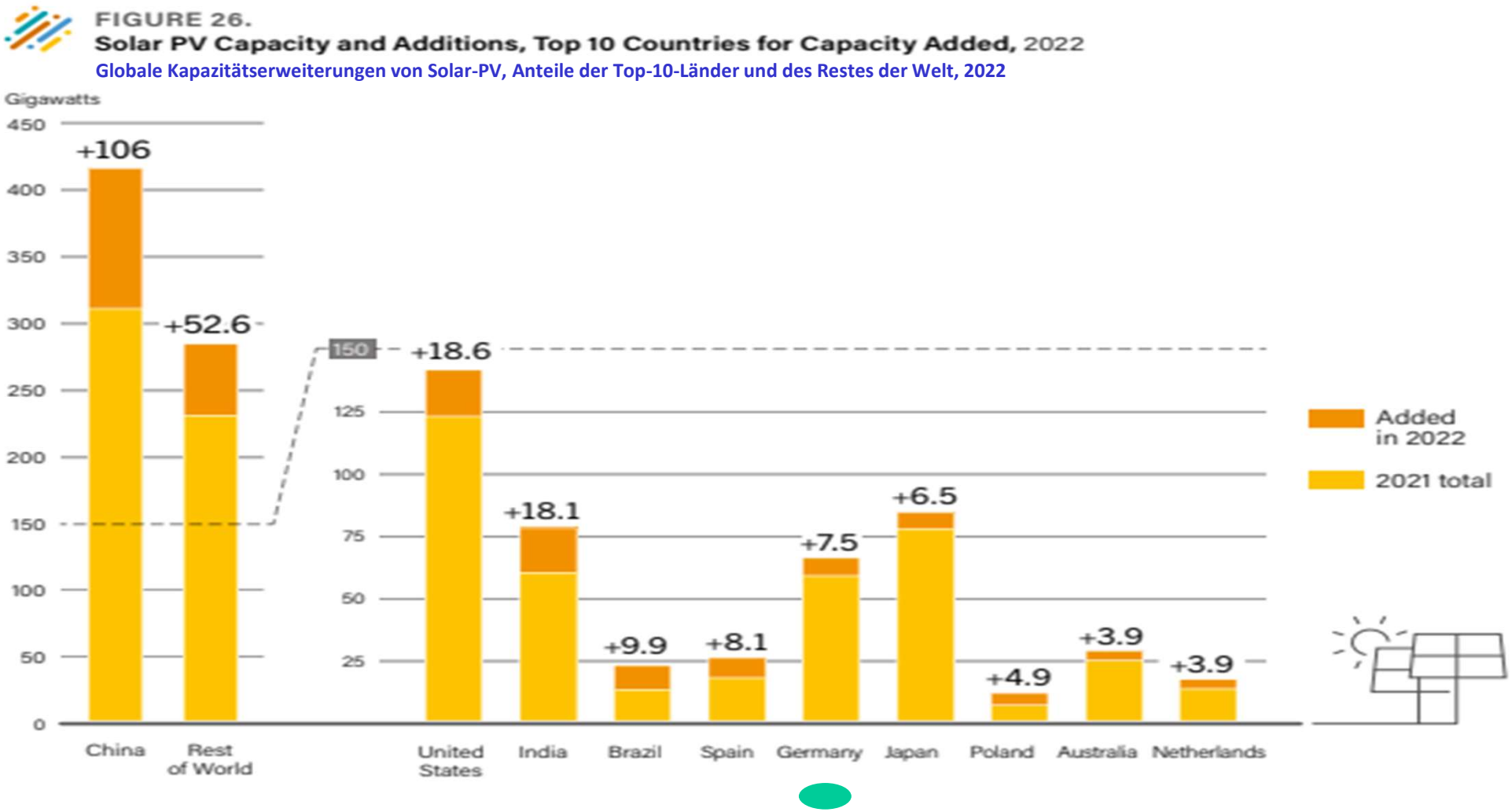
* Daten 2022 vorläufig, Stand 6/2023

Quelle: REN21 - GSR-2023-Renewable Energy Supply , EE in der EV, Modul 3, S. 63, Juni 2023

TOP 10-Länder der Zubauleistung von Photovoltaikanlagen in der Welt 2022 nach REN21 (5)

TOP 10-Länder Zubauleistung 187,4 GWp

von gesamt 243 GW, Anteil 77,1%



* Daten 2022 vorläufig, Stand 6/2023

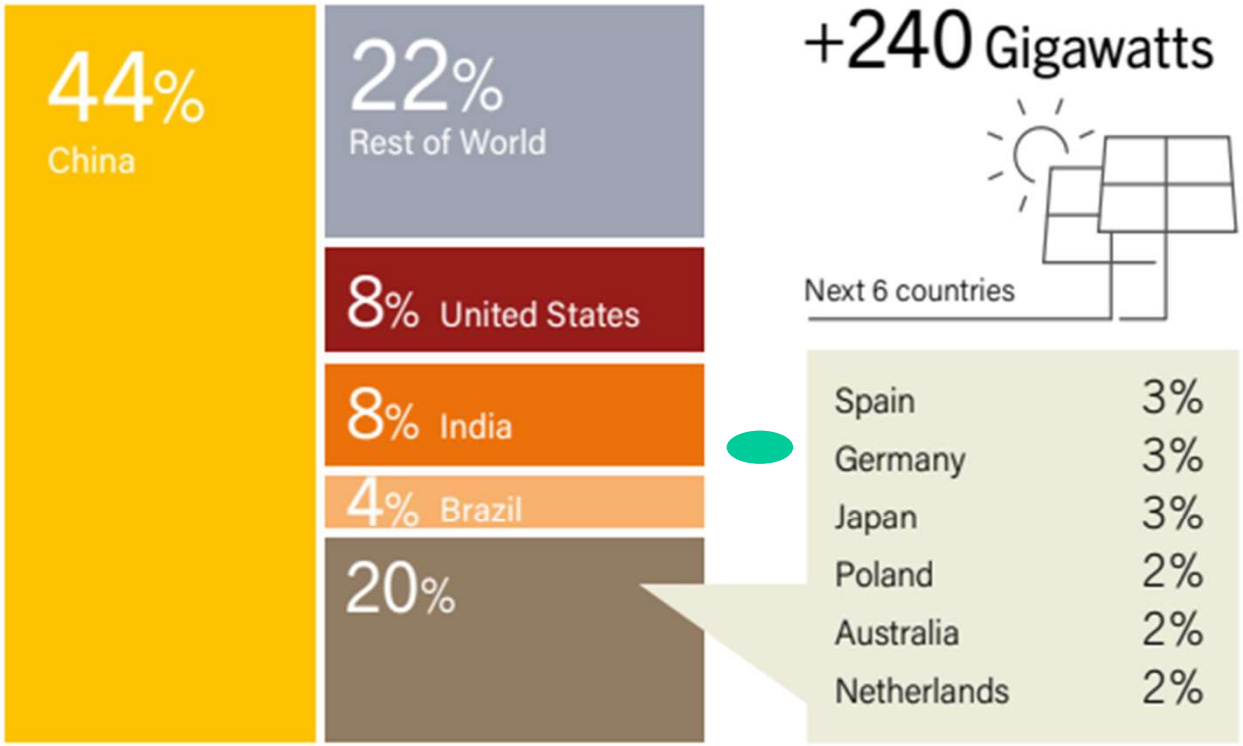
Quelle: REN21 - GSR-2023-Renewable Energy Supply , EE in der EV, Modul 3, S. 64, Juni 2023

TOP 10–Länder-Rangfolge der Zubau-Anteile installierte Leistung von Photovoltaikanlagen nach Ländern in der Welt 2022 (6)

Gesamte Zubauleistung 243 GWp

davon Anteile China 44%, Deutschland 3%

FIGURE 27.
Solar PV Global Capacity Additions, Shares of Top 10 Countries and Rest of World, 2022



Source: See endnote 10 for this section.

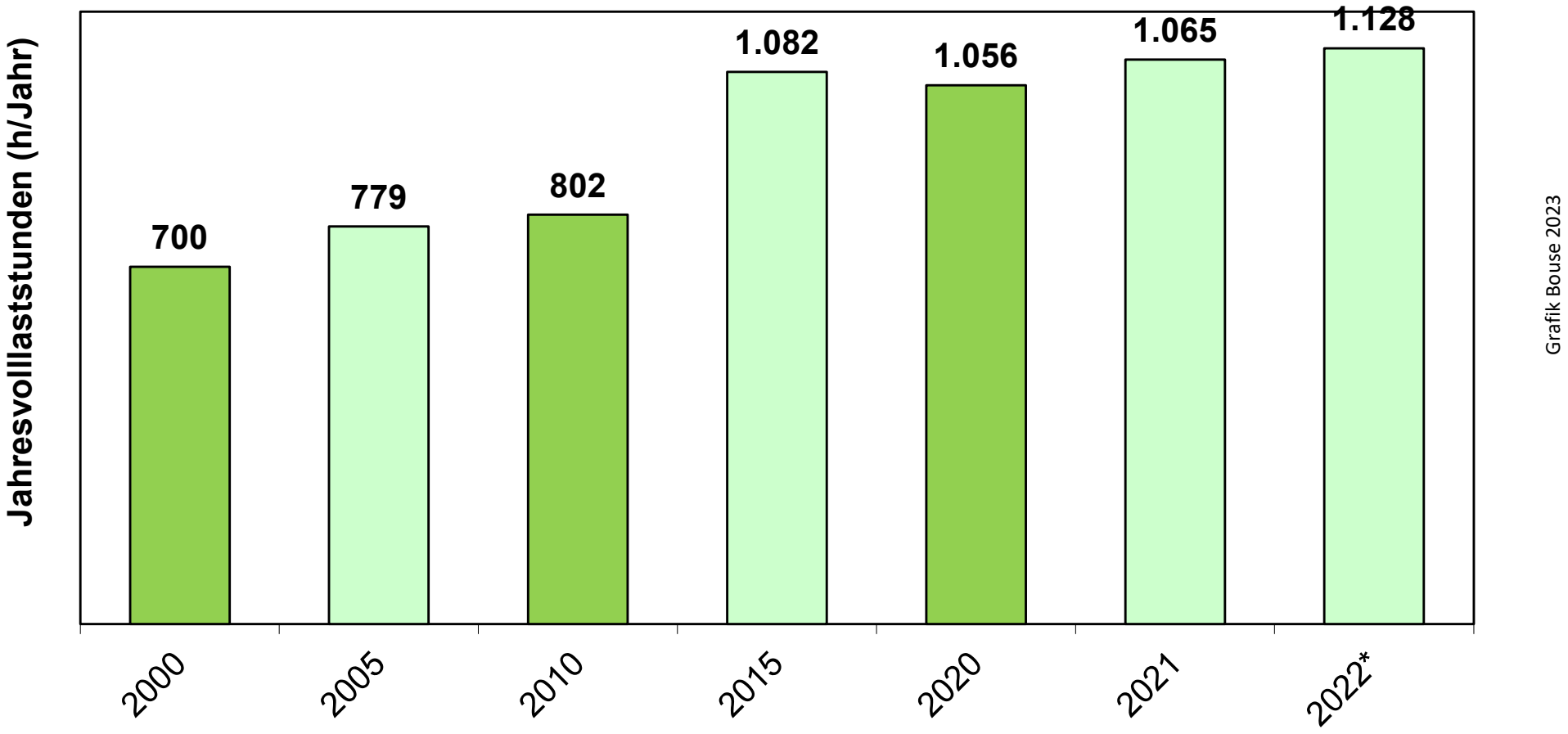
* Daten 2022 vorläufig, Stand 6/2023

Quelle: REN21 - GSR-2023-Renewable Energy Supply , EE in der EV, Modul 3, S. 65, Juni 2023

Energie & Wirtschaft, Energieeffizienz

Globale Entwicklung der Jahresvolllaststunden (JVLS)
von Photovoltaikanlagen 2000-2022

Jahr 2021: Photovoltaikanlagen k.A. Stück
Installierte Leistung zum J-Ende: 1.145 GW [1)]
Brutto-Stromerzeugung 1.291 TWh (Mrd. kWh)
Jahresvolllaststunden 1.128 h/a [1)]
(Stromerzeugung 1.145 TWh x 1.000 / Leistung 1.145 GW)

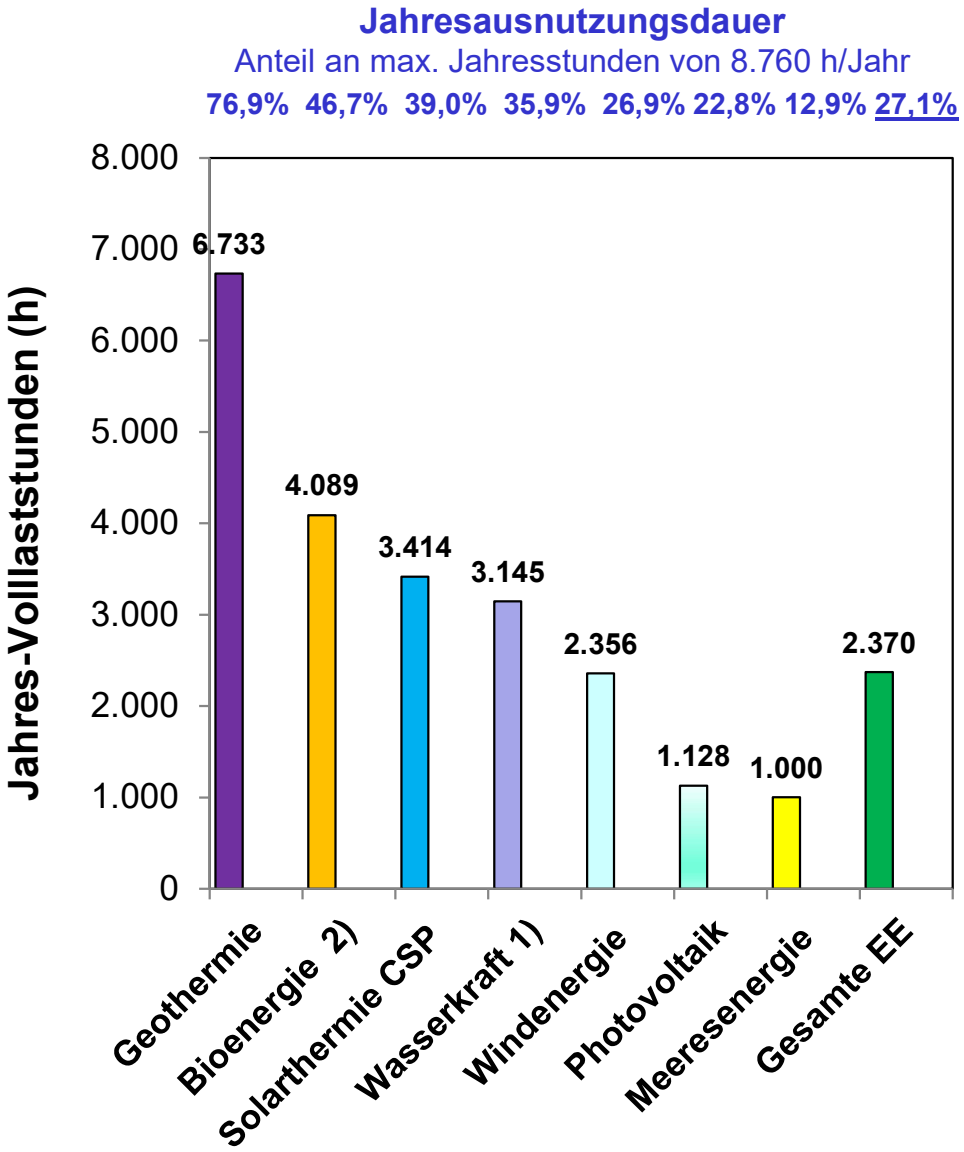


* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

1) Hinweis: JVLS mit installierter J-Durchschnittleistung berechnet anstelle der hier dargestellten installierten Leistung zum Jahresende wären die Ergebnisse genauer!

Quellen: IEA - World Energy Outlook 2022, WEO Weltenergieausblick 2022, S. 267/276, 10/2023 EN; 10/2021; REN21 - Renewables 2023, Global Status Report, Ausgabe 6/2023

Vergleich Jahresvolllaststunden bei der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien (EE) in der Welt im Jahr 2022 nach IEA, REN21



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	6,3	3.414
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,

Niedrige Energieeffizienz bei der Stromerzeugung aus 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).

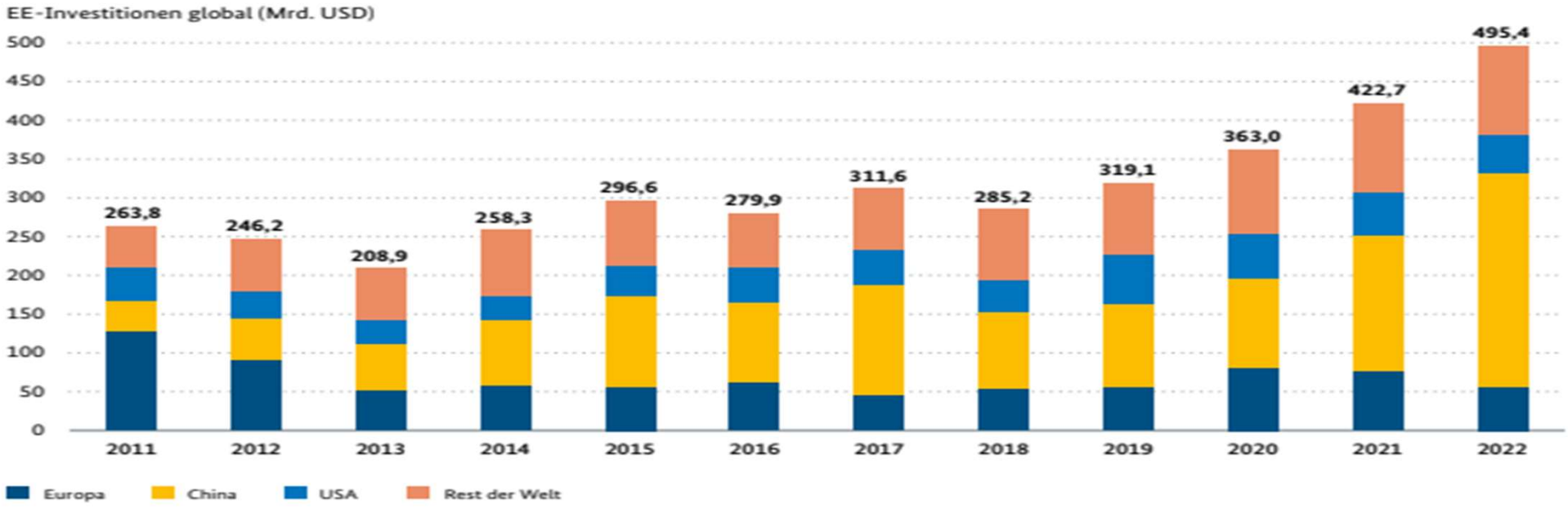
Quelle: Erneuerbare Energien in Zahlen, Nationale und Internationale Entwicklung 2022, S. 96/97, Stand 10/2023

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



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

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 Wasserkraftbefanden 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 Amerikabei 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 Beschäftigungs-quote 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 GasbrancheIndustrie.129

Hinweis: Note 113-129 siehe S. 32 beim Modul 2

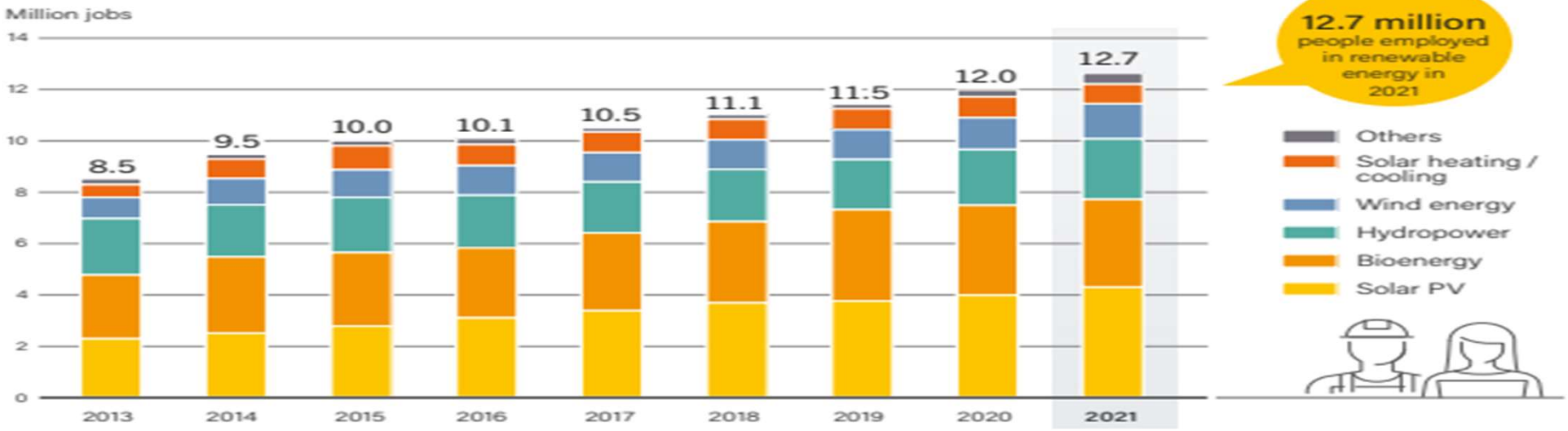
Quelle: REN21 - GSR 2023 - Renewables Econ Social Value Creation, Wertschöpfung, Modul 2, S. 22/23, Juni 2023

Entwicklung globale Beschäftigte nach Erneuerbare-Energien-Technologien und Regionen 2013-2021 (2)

Jahr 2021: Gesamt 12,7 Mio. Beschäftigte

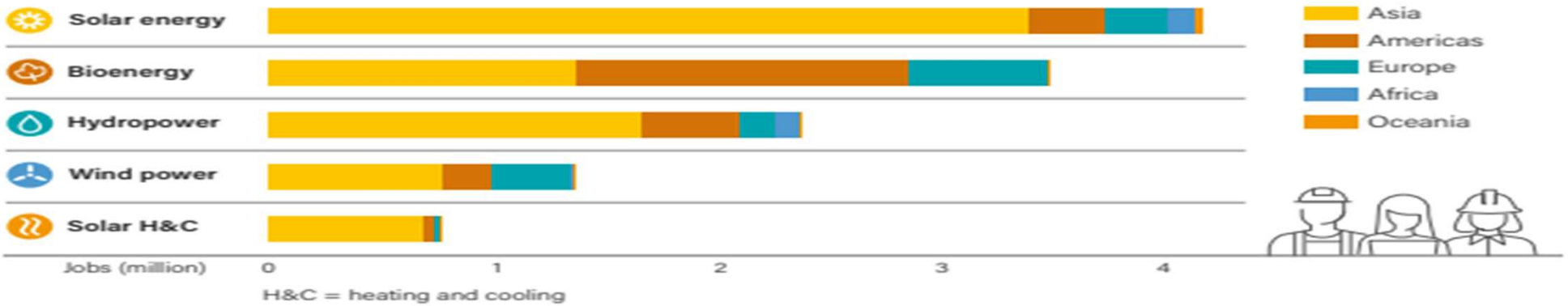
Beitrag Windenergie 1,4 Mio., Anteil 11,0%

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

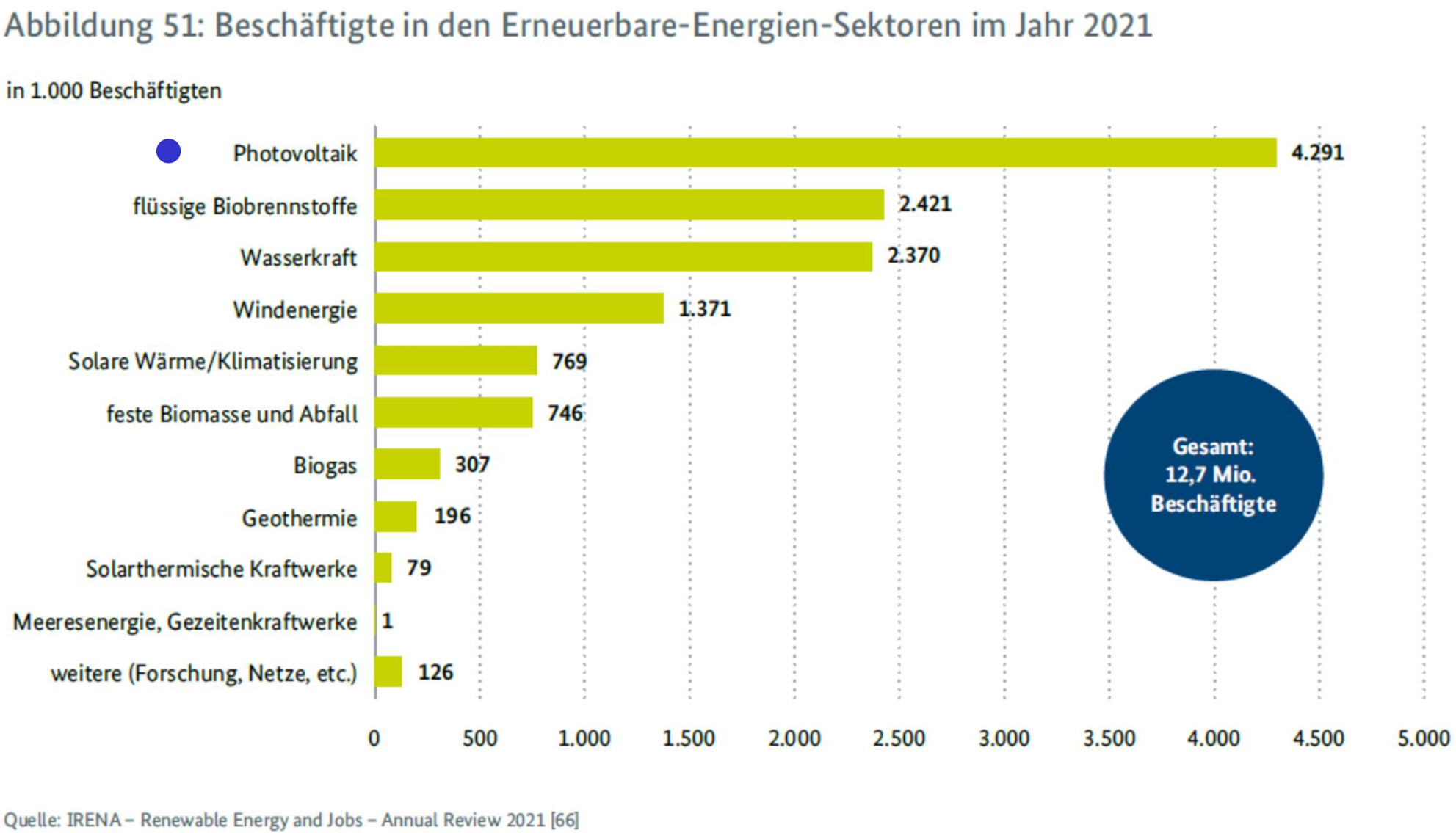


Source: See endnote 119 for this module.

Quelle: REN21 - GSR 2023 - Renewables Econ Social Value Creation, Wertschöpfung, Modul 2, S. 22/23, Juni 2023

Globale Beschäftigte in den Erneuerbare-Energien-Sektoren im Jahr 2021 (3)

Gesamt 12,7 Mio Beschäftigte,
Beitrag Photovoltaik 4,291 Mio. , Anteil 22,8%)



aus BMWI - Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung 2021; S. 89; 10/2022

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 (CO_2) 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 CO_2.[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 CO_2 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 langsameres 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

Quelle: REN21 - GSR 2023, Renewable Overview, Globaler Überblick Modul 1, S. 15-17, Juni 2023

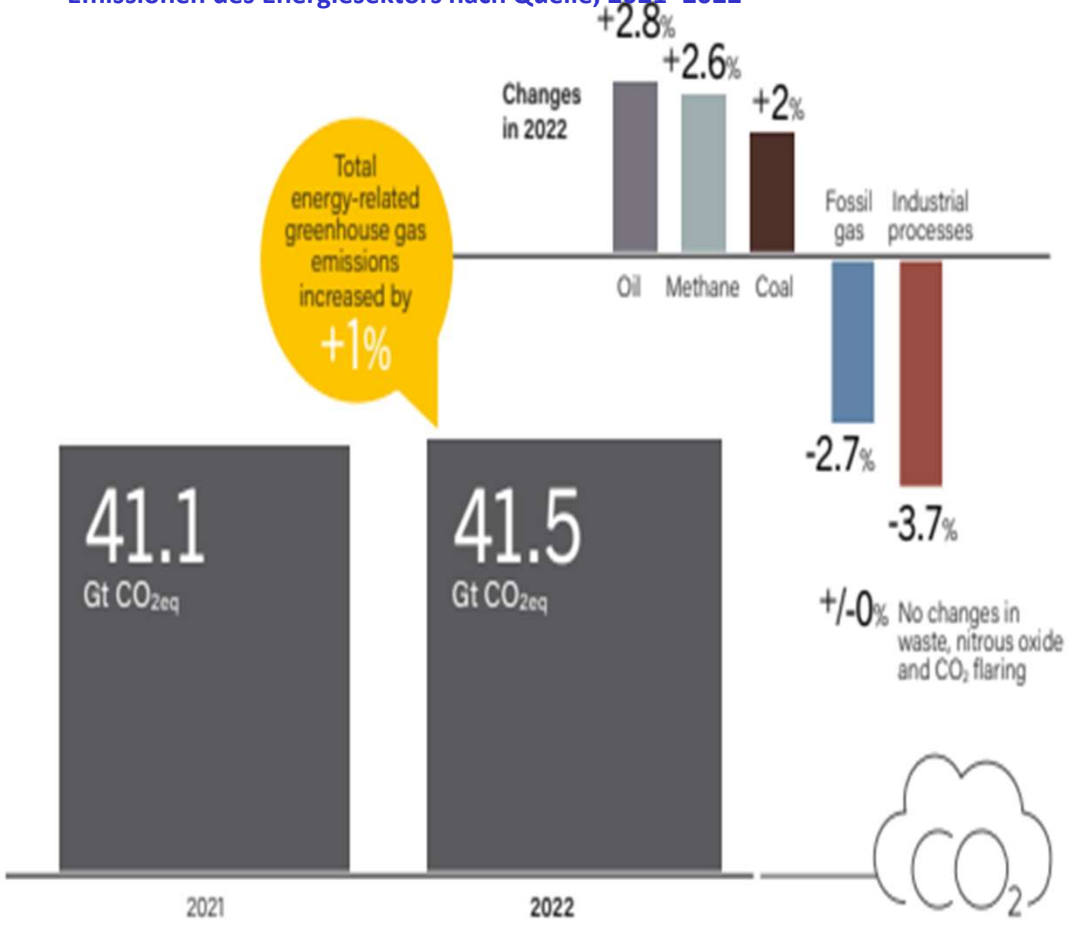
Globale energiebezogene Treibhaus-Emissionen nach Quellen 2010-2022 (2)

Jahr 2022: Gesamt: 41,5 Gt CO_{2eq}

Kohlenstoffintensität von Elektrizität 436 Gramm CO_2 pro kWh

FIGURE 4.
Energy Sector Emissions by Source, 2021-2022

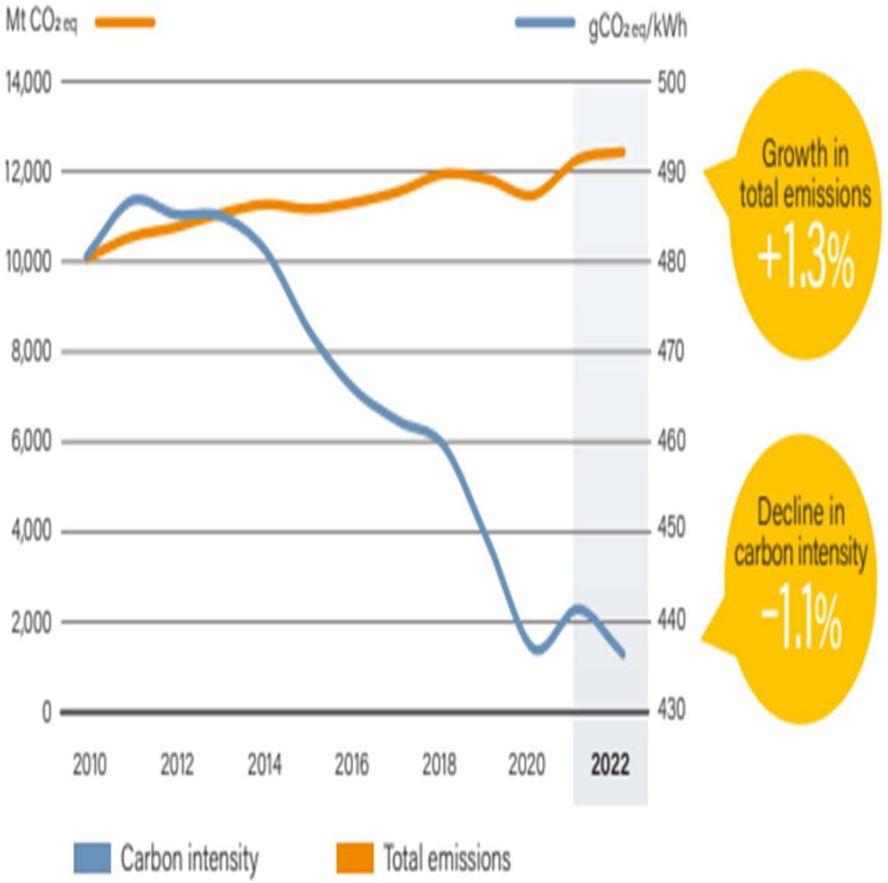
Emissionen des Energiesektors nach Quelle, 2021–2022



Source: See endnote 27 for this module.

FIGURE 5.
Power Sector Emissions and Emissions Intensity, 2010-2022

Emissionen und Emissionsintensität des Energiesektors, 2010–2022



Source: See endnote 33 for this module.

Quelle: REN21 - GSR 2023, Renewable Overview, Globaler Überblick Modul 1, S. 15-17, Juni 2023

Ausgewählte Beispiele aus der Praxis

Globales Beispiel von Photovoltaikanlagen auf Wiesen

Quelle: REN21 - Renewables 2012, Global Status Report, S. 49, Ausgabe 2012

Globales Beispiel von Photovoltaikanlagen im Wald

2,3-MW-Solaranlage, errichtet von der deutschen IBC Solar in Sakura, nordwestlich von Tokio, Japan

Quelle: EurObserv'ER - Photovoltaic BAROMETER, April 2015

Fazit und Ausblick

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_2O	Lachgas
SF_6	Schwefelhexafluorid
H-FKW	wasserstoffhaltige Fluorkohlenwasserstoffe
FKW	perfluorierte Kohlenwasserstoffe

Weitere Luftschadstoffe	
SO_2	Schwefeldioxid
NO_X	Stickoxide
HCI	Chlorwasserstoff (Salzsäure)
HF	Fluorwasserstoff (Flusssäure)
CO	Kohlenmonoxid
NMVOC	flüchtige Kohlenwasserstoffe ohne Methan

* 10^2 = 100, 10^3 = 1.000, 10^4 = 10.000, 10^5 = 100.000, 10^6 = 1.000.000 usw.

Quelle: BMWI - Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung 2021; S. 99; 10/2022

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
Tel.: 0711 / 126 – 0, Fax: +49 (711) 222 4957 1204
E-Mail: poststelle@um.bwl.de

Info

Aufgaben der Energiekartellbehörde B.-W. (EKartB) und der Landes-regulierungsbehörde B.-W. (LRegB), Netzentgelte, Gas- und Trinkwasserpreise, Informationen der 230 baden-württembergischen Netzbetreiber

Umweltportal Baden-Württemberg
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 Klimaschutz-informationen in BW

Ausgewählte Internetportale + KI (2)

Internetportal FVEE Forschung Erneuerbare Energien **www.fvee.de** **Herausgeber:** Forschungsverbund Erneuerbare Energien	**Internetportal AEE** Erneuerbare Energien inkl. Photovoltaik **www.unendlich-viel-energie.de** **Herausgeber:** Agentur für Erneuerbare Energien
Internetportal DGS Erneuerbare Energie & Energieeffizienz **www.dgs.de** **Herausgeber:** Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V.	**Internetportal IEA** Erneuerbare Energie inkl. Photovoltaik **www.iea.org** **& www.iea-pvps.org** **Herausgeber:** Internationale Energieagentur der OECD
Internetportal BINE Energieforschung für die Praxis, z.B. PV **www.bine.info** **Herausgeber:** **BINE Informationsdienst** des Fachinformationszentrum Karlsruhe GmbH	**Internetportal Solarserver** Das Internetportal zur Sonnenenergie **www.solarserver.de** **Herausgeber:** Heindl Server GmbH, Tübingen
Internetportal Solarwirtschaft Solarenergie inkl. Photovoltaik **www.solarwirtschaft.de** **Herausgeber:** Bundesverband Solarwirtschaft e.V. (BSW)	**Internetportal TOP-50-Solar** Rangfolge Webkontakte zur Sonnenenergie **www.top50-solar.de** **Herausgeber:** Dr.-Ing. Martin Staffhorst, Bad Überkingen

Ausgewählte Internetportale + KI (3)

Internetportal Erneuerbare Energien bee-ev.de **Herausgeber:** **Bundesverband Erneuerbare Energie e.V. (BEE)**	**Internetportal Deutsche Solarthermie – Technologieplattform (DSTTP)** www.dsttp.org oder www.solarthermie-technologie **Herausgeber:** BSW-Bundesverband Solarwirtschaft e.V.
M	**Informationsportal zur Solarwärme für Mehrfamilienhäuser** www.solarwaerme-info.de **Herausgeber:** Target GmbH, Hannover
EEG/KWK-G Informationsplattform der Deutschen Übertragungsnetzbetreiber **www.eeg-kwk.net** **Herausgeber:** **TransnetBW, TenneT, Amprion, 50HzT** **Info** EEG-Jahresabrechnungen der Netzbetreiber	**Internetportal Erneuerbare Energien** **www.erneuerbare-energien.de** **Herausgeber:** **Bundeswirtschaftsministerium für Wirtschaft und Energie** **Info** D-Statistik, Aktuelle Informationen zu Erneuerbaren Energien, z.B. Geothermie

Ausgewählte Internetportale + KI (4)

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)

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (UM)
Kerner Platz 9, 70178 Stuttgart
Internet: www.um.baden-wuerttemberg.de
Tel.: 0711-126-0, Fax: 0711/126-2881; E-Mail: poststelle@um.bwl.de,
Besucheradresse:
Hauptstätter Str. 67 (Argon-Haus), 70178 Stuttgart
Referat 64: Photovoltaik, Windenergie, Wasserkraft
Leitung TD Dr. Jenssen
E-Mail: …… …… @um.bwl.de
Tel.: 0711 / 126-1226; Fax: 0711 / 126-1258

Info
Sonnenenergie

Statistisches Landesamt Baden-Württemberg
Referat 44: Energiewirtschaft, Handwerk, Dienstleistungen, Gewerbeanzeigen
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)
Info Energiewirtschaft, Handwerk, Dienstleistungen, Gewerbeanzeigen
Landesarbeitskreis Energiebilanzen der Länder,
www.lak-Energiebilanzen.de

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

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

Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW)
Heßbrühlstr. 21c, 70565 Stuttgart
Tel.: 0711/7870-0, Fax: 0711/7870-200
Internet: www.zsw-bw.de
Kontakt: Leiter Prof. Dr. Frithjof Staiß,
Tel.: 0711 / 7870-235, E-Mail: staiss@zsw-bw.de
Dipl-Ing Tobias Kelm
Info
Statistik Erneuerbare Energien u.a.

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.

Ausgewählte Informationsstellen (2)

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
Referat 63: Energieeffizienz
Informationszentrum Energie
Kontakt: Baudirektor Dipl.-Ing. Harald Höflich
Tel.: 0711 / 126-1223, Fax: 0711 / 126-1258
E-Mail: harald.hoeflich@um.bwl.de
Info
Energieeffizienz in Gebäuden, Haushalten, GHD, Industrie und Verkehr

KEA Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH
Kaiserstraße 94a; 76133 Karlsruhe
Telefon: 0721/98471-10 ; Fax: 0721/98471-20
Internet : www.kea-bw.de; E-Mail: info@kea-bw.de

Programm Zukunft Altbau (angesiedelt bei der KEA)
Internet: www.zukunftaltbau.de;
E-Mail: info@zukunftaltbau.de
Tel.: 08000-12333 (gebührenfrei)
Kontakt: Leiter Dipl.-Ing. (FH) Frank Hettler
E-Mail: frank.hettler@zukunftaltbau.de
Tel.: 0711/ 48 98 25 - 11
Info
Informationen zur nutzung erneuerbare Energien;
Information zur energetischen Altbausanierung

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
Besucheradresse:
Hauptstätter Str. 67 (Argon-Haus), 70178 Stuttgart
Referat 63: Energieeffizienz
Qualifizierungskampagne energie aber wie
Internet: www.energie-aber-wie.de
Kontakt: Dipl.-Ing. Achim Haid
E-Mail: achim.haid@um.bwl.de
Tel.: 0711 / 126-1224, Fax: 0711 / 126-1258
Info
Referentenverzeichnis, Veranstaltungen, Vorträge, Infomaterial

Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg
Postfach 10 01 63
76231 Karlsruhe
Telefon 0721/ 5600 - 0; Telefax 0721/ 5600 - 14 56
E-Mail: poststelle@lubw.bwl.de
www.lubw.baden-wuerttemberg.de
Kontakt: Präsidentin Magareta Barth
AL Werner Franke
Info
Umwelt- und Klimaschutz

Ausgewählte Informationsstellen (3)

LVI Landesverband der Baden-Württembergischen Industrie e.V.
Gerhard-Koch-Str. 2-4, 73760 Ostfildern
Tel.: 0711 / 32 73 25 -00 oder 10/12
Fax: 0711 / 32 73 25-69, E-mail: bechinka@lvi.de,
Internet: www.lvi.de
Kontakt: GF Wolfgang Wolf, Uwe Bechinka
Info
Energie- und Umwelt

FV EI Fachverband Elektro- und Informationstechnik Baden-Württemberg
Voltastr. 12, 70378 Stuttgart
Tel.: 0711/95590666, Fax: 0711/551875
E-Mail: info@fv-eit-bw.de, Internet: www.fv-eit-bw.de
Kontakt: HGF Dipl.-Verw. Wiss. Andreas Bek
Dipl.-Ing. (FH) Steffen Häusler
Info
Informations- und Elektrotechnik

BWHT Baden-Württembergischer Handwerkstag
Heilbronner Straße 43, 70191 Stuttgart,
Tel. 0711/1657-401, Fax: 0711/1657-444,
E-Mail: info@handwerk-bw.de, Internet: www.handwerk-bw.de,
Kontakt: HGF Dr. Hartmut Richter
Kathleen Spilok
Tel: 0711 26 37 09-106; Fax: 0711 26 37 09-206
E-Mail: kspilok@handwerk-bw.de
Info
Handwerk - Energie und Umwelt u.a.

VDE-Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik Baden-Württemberg
Kontakt: Landessprecher Dipl.-Ing . Günther Volz,
Beratender Ingenieur
E-Mail: *vde-baden-wuerttemberg@vde-online.de*
Ingenieurbüro für Elektrotechnik + Lichttechnik
Im Letten 26, 71139 Ehningen
Tel.: 07034/93470 ; Fax: 07034/93449; Mobil: 0172 - 71 22 904
E-Mail: volz@impulsprgramm.de
Internet: www.volz-planung.de
Info
Informations- und Elektrotechnik

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 Energie in BW , z.B. Photovoltaik

L-Bank
Staatsbank für Baden-Württemberg
Schloßplatz 10, 76113 Karlsruhe,
Tel. 0721/1500, Fax 0721-150-1001 oder
Postfach 102943, 70025 Stuttgart,
Tel. 0711/1220, Fax 0711/1220,
E-mail: info@l-bank.de, Internet: www.l-bank.de
Info
Landesförderprogramme

Ausgewählte Informationsstellen (4)

IHK-Tag Baden-Württembergischer Industrie- und Handelskammertag
Jägerstraße 40; 70174 Stuttgart
Telefon 0711 / 22 55 00 60; Telefax 0711 / 22 55 00 77
E-Mail: info@bw.ihk.de; Internet : www.bw.ihk.de
Federführung für Industrie, Energie und Technologie in BW
IHK Karlsruhe
Lammstr. 13-17, 76133 Karlsruhe
Tel.: 0721 / 174-174, Fax: 0721 / 174-290
Internet: www.karlsruhe.ihk.de
Kontakt: Dipl.-Ing (FH) Linda Jeromin (Energie)
E-mail: jeromin@karlsruhe.ihk.de,
Tel.: 0721/174-265; Fax: 0721/174-144
Info
Industrie, Energie, Technologie u.a.

RKW Baden-Württemberg GmbH
Rationalisierungs-Kuratorium der deutschen Wirtschaft e.V.
Königstr. 49, 70173 Stuttgart
Tel.: 0711/ 2 29 98-0, Fax 0711 / 2 29 98-10
E-mail: info@rkw-bw.de,
Internet: www.rkw-bw.de
Kontakt: GF Dr. Albrecht Fridrich
Berater Ralph Sieger (Tel. -33)
E-mail: sieger@rkw-bw.de,
Info
Unternehmen., z.B. Energie und Umwelt

ITGA Industrieverband Technische Gebäudeausrüstung Baden-Württemberg
Motorstr. 52; 70499 Stuttgart
Tel: 0711/13 53 15-0, Fax: 0711 / 135315-99
E-Mail: verband@itga-bw.de, Internet: www.itga-bw.de
Kontakt: GF Rechtsanwalt Sven Dreesens
Info
Energie und Umweltschutz u.a

Fachverband Sanitär-Heizung-Klima Baden-Württemberg
Viehhofstraße 11; 70188 Stuttgart
Internet: www.fvshkbw.de
Tel.: 0711 / 48 30 91; Fax: 0711 / 46 10 60 60
E-Mail: info@fvshkbw.de
Kontakt: HGF Dr. Hans-Balthas Klein
Info
Sanitär-Heizung-Klima Handwerk, Energie und Umwelt

Solarenergiezentrum c/o Elektrotechnologiezentrum
Krefelder Str. 12, 70376 Stuttgart
Internet: www.etz-stuttgart
E-Mail: info@etz-stuttgart.de
Kontakt: Herr Pfalzgraf
Info
Solarkurse

KEA Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH
Kaiserstraße 94a; 76133 Karlsruhe
Telefon: 0721/98471-10 ; Fax: 0721/98471-20
Internet : www.kea-bw.de; E-Mail: info@kea-bw.de
Kontakt: GF Dr. Volker Kienzlen, Tel.: 12
E-Mail: volker.kienzlen@kea-bw.de
Info
Klimaschutz & Energie, Förderprogramm Klimaschutz Plus, Zukunft Altbau u.a

Ausgewählte Informationsstellen (5)

AK BW Architektenkammer Baden-Württemberg
Danneckerstr. 54, 70182 Stuttgart
Internet: www.akbw.de
Tel.: (0711) 2196--110; Fax: (0711) 2196-103
E-Mail: info@akbw.de
Kontakt: HGF Dipl. Verw. Wiss. Hans Dieterle
GB Architektur & Medien Carmen Mundorff (Tel.:-140)
Info E-Mail: architektur@akbw.de
Architektur, Energie und Umwelt

IK Ingenieurkammer Baden-Württemberg
Zellerstr. 26, 70180 Stuttgart
Tel.: (0711) 64971-0, Fax: (0711) 64971-55
E-Mail: info@inkbw.de, Internet: www.inkbw.de
Kontakt: HGF Bernd Haug
Technikreferent Gerhard Freier
Info
Energie und Umwelt

Statistisches Landesamt Baden-Württemberg
Böblinger Str. 68, 70199 Stuttgart
Internet: www.statistik-bw.de
Tel.: 0711 / 641-0, Fax: 0711 / 641-2440
Kontakt: Präsidentin Dr. Carmina Brenner
RD Dr. Helmut Büringer (Tel. 2418)
E-Mail: helmut.bueringer@stala.bwl.de
Info
Umweltbeobachtung, Ökologie, Umweltökonomische Gesamtrechnungen
Arbeitsgruppe Umweltökonomische Gesamtrechnungen der Länder; Internet: www.ugrdl.de

Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW)
L7.1, 68161 Mannheim
Tel.: 0621 / 1235-01, Fax: 0621 /1235-224
E-Mail: info@zew.de, Internet: www.zew.de
Kontakt: Präsident Prof. Dr. Dr. h.c. mult. Wolfgang Franz
Dr. Andreas Löschel
Info
Europa - Angewandte Wirtschaftsforschung, EnergieMarktBarometer
Umwelt- und Ressourcenökonomie mit Energiewirtschaft

Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI)
Breslauer Straße 48; 76139 Karlsruhe
Internet: www.isi.fraunhofer.de
E-Mail: info@isi.fraunhofer.de
Kontakt: IL Marion A. Weissenberger-Eibl
GBL Dr.-Ing. Harald Bradke
Tel.: 0721/6809-168; harald.bradke@isi.fraunhofer.de
Info
Energiepolitik und Energiesysteme mit Energie- und Klimapolitik, Energieeffizienz, Erneuerbare Energien, Energiewirtschaft

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 Hoeptner,
Europabeauftragter des Wirtschaftsministers
Baden-Württemberg
Dr.-Ing. Petra Püchner; Dr. rer. nat. Jonathan Loeffler
Info Beratung von EU-Förderprogrammen Forschung Energie u.a.

Ausgewählte Informationsstellen (6)

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV)
Presse- und Informationsstab
Stresemannstraße 128 - 130 ; 10117 Berlin
Telefon: 030 18 305-0, Telefax: 030 18 305-2044
Internet: www.bmuv.bund.de
Tel.: 030 18 305-0 ; Fax: 030 18 305-2044
E-Mail: service@bmuv.bund.de
Kontakt:
Info
Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit, Verbraucherschutz

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
Referat Öffentlichkeitsarbeit
Scharnhorststr. 34-37; 10115 Berlin
Tel: (030) 2014-8000; Fax: (030) 2014-7033
E-Mail: info@bmwi.bund.de; Internet: www.db.bmwi.de
Kontakt: Dr. Thomas Zielke
Info
Energiepolitik; Energiestatistik, BMWI-Förderdatenbank; Förderprogrammen des Bundes, der Länder und der EU

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) in der Helmholtzgemeinschaft
Institut für Technische Thermodynamik
Pfaffenwaldring 38-40; 70569 Stuttgart
Telefon: +49 711 6862-513; Telefax: +49 711 6862-712
E-Mail: itt@dlr.de
Internet: www.dlr.de/tt/
Kontakt: Komm. Institutsdirektor Dr. rer. nat. Rainer Tamme
Info
Systemanalyse und Technikbewertung, Thermische Prozesstechnik, Elektrochemische Elektrotechnik

Institut für Thermodynamik und Wärmetechnik (ITW)
Universität Stuttgart
Pfaffenwaldring 6, 70550 Stuttgart
Internet: www.itw.uni-stuttgart.de
Tel.: 0711 / 685-63536, Fax: 0711 / 685-63503
Kontakt: komm. IL Apl. Prof.-Dr.Ing. Klaus Spindler
E-Mail:
Info
Forschungs- und Testzentrum für Solaranlagen,
Wärme- und Kältetechnik

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

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

Ausgewählte Informationsstellen (7)

Bundesverband Solarwirtschaft e.V. (BSW-Solar)
EnergieForum;Stralauer Platz 34, 10243 Berlin
Tel. 030 /29 777 88 0, Fax 030 / 29 777 88 99
E-Mail: presse@bsw-solar.de,
Internet: www.solarwirtschaft.de
Kontakt: GF Carsten Körnig; Kerstin Beuttler
E-Mail: koernig@bsw-solar.de

Info
Infoangebote für Unternehmer, Medienvertreter, Verbraucher und Entscheider, Broschüren Solarindustrie, **Solarmarktstatistik** u.a.

Bundesverband Erneuerbare Energie e.V. (BEE)
Reinhardtstr. 18, Berlin
Internet: www.bee-ev.de
Tel.: 030 / 2 75 81 70-15; Fax: 030 / 2 75 81 70-20
Kontakt: GF Björn Klusmann
Daniel Kluge, Referent für Medien und Politik
E-Mail: presse@bee-ev.de

Info
Dachverband EE,-Branche, Beratung Politik und Öffentlichkeit
Reden, Vorträge, Statistiken u.a.

BSW-Onlinedienste :
Interaktiver Solarförderberater (BSW+KfW)
www.solarfoerderung.de
Info
Förderung, Technik, Solar-Strom/Wärme, Handwerker
Solares Bauen und Gebäudeintegrationww.solarintegration.de
Info
Infoangebote zum solaren Bauen und Gebäudeintegration
Solarbranche Online
www..solarbusiness.de
Info
Infoangebote von Solarfirmen
Regionale Solarinitiativen
www.regiosolar.de
Info
Infoangebote regionale Initiativen
Qualitätskriterien für Solarfonds
www.solarfonds-ratgeber.de
Info
Infoangebote zu Solarfonds

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)
Institut für Solarforschung
Linder Höhe , 51147 Köln-Wörz
Internet: www.dlr.de
Co-Direktor Prof. Dr.-Ing. Bernhard Hoffschmidt
Tel.: 02203 /601-3200 ; Fax: 02203/ 601-4141
Co-Direktor Univ .Prof. Dr.-Ing. Robert Pitz-Paal
Tel.: 02203 /601-601-2744 ; Fax: 02203/ 601-4141
Info
Solarforschung

Bundesamt für Naturschutz (BfN)
Konstantinstr. 110, 53179 Bonn
Internet: www.bfn.de
Telefon: 0228 / 8491-0 ; Telefax: 0228 / 8491-9999
E-Mail: info@bfn.de

Kontakt: Barbara Niedereggen

Info
Infos zum Thema Naturschutz und Energiewende sowie Artenschutz u.a.

Ausgewählte Informationsstellen (8)

Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB)
Alt-Moabit 140, 10557 Berlin
Internet: www.bmi.bund.de
Telefon: +49-(0)30 18 681-0
Kontakt: Referat Presse, Online-Kommunikation, Öffentlichkeitsarbeit
Info
Publikationen zum Bauen und Wohnen u.a.

Institut für Solarenergieforschung GmbH (ISFH) Hameln / Emmerthal
Am Ohrberg 1; D-31860 Emmerthal
Tel.: +049 (0) 5151-999-100; Fax +049 (0) 5151-999-400
E-Mail info@isfh.de; Internet www.isfh.de
Kontakt: GF und wissenschaftlicher Leiter
Prof. Dr.-Ing. Rolf Brendel (ordentlicher Professor am Fachbereich Physik der Universität Hannover)
Info
Solarenergieforschung und Innovationen

KfW* Förderbank
Palmengartenstr. 5-9, 60325 Frankfurt
Internet: www.kfw.de; E-Mail: info@kfw.de
Tel.: 069 / 7431-0, Fax: 069 / 7431-2888
Kontakt:
Info
Bundesförderprogramme
* KfW Kreditanstalt für Wiederaufbau

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)
Frankfurter Straße 29 – 35; 65760 Eschborn
Internet: www.bafa.de; E-Mail: Kontaktformular
Tel. 06196 / 908-625, Fax 06196 / 908-800
Kontakt:
Info
Bundesförderprogramme u.a.

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
Info
Infoangebote Erneuerbare Energien

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
Info
Informationen über erneuerbare Energien

Ausgewählte Informationsstellen (9)

International Solar Energy Research Center Konstanz ISC Konstanz e.V. Rudolf-Diesel-Str. 15, 78467 Konstanz Internet: www.isc-konstanz.de Tel. +49-7531-36183-0, Fax +49-7531-36183-11 E-Mail: sekretariat@isc-konstanz.de Kontakt: **Info** Förderung der Forschung und Anwendung der Photovoltaik	**Ministerium für Landesentwicklung und Wohnen Baden-Württemberg (LMW BW)** Theodor-Heuss-Str. 4, 70174 Stuttgart www.mlw.baden-wuerttemberg.de E-Mail: poststelle@mlw.bwl.de Tel.: + 49 (0) 0711 123-0, Telefax: (0711) 123-3131 Kontakt: **Info** Landesentwicklung, Bauen und Wohnen, Städtebau, Denkmalschutz
Top50-Solar® Dr.-Ing. Martin Staffhorst Uhlandstr. 5/1 ; 73337 Bad Überkingen Tel.: 07331 977 000 E-Mail: info@top50-solar.de Internet: www.top50-solar.de Kontakt: GF: Martin Staffhorst **Info** Rangfolge Web-Kontakte zur Sonnenenergie u.a.	**Der Solarserver** Internetportal zur Solarenergie Heindl Server GmbH Hintere Grabenstraße 30, 72070 Tübingen Tel.: 07071/93871-01, Fax: 07071/93871-08 E-Mail:rolf.hug@heindl.de; Internet: www.solarserver.de Kontakt: Rolf Hug **Info** Aktuelle Informationen zur Solarenergie, z.B. Preise, Trends
Solarenergie-Förderverein Deutschland e.V. (SFV) Herzogstraße 6 , 52070 Aachen Tel.: 0241-511616, Fax: 0241-535786 E-Mail: zentrale@sfv.de; Internet: www.sfv.de Kontakt: **Info** Informationen zur Wirtschaftlichkeitsrechnung, Datenbank von Solarerträgen, Rangfolge von Internetpräsentationen bei Solarenergieangeboten, Top 50 Solarenergie	**Architektenwettbewerb** **„Fotovoltaik im Gebäudeentwurf“** www.pv-im-bau.de **Info** Architektenwettbewerb BUM, BAK und BDA

Ausgewählte Informationsstellen (10)

Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V. (DGS)
DGS-Geschäftsstelle
c/o Stadtwerke München
Emmy-Noether-Str. 2 , 80992 München
Zimmer Nr.: B3-03 und B305
Tel: 089 / 52 40 71 ; Fax: 089 / 52 16 68
E-Mail: info@dgs.de; Internet: www.dgs.de
Kontakt: Hartmut Will, Lieselotte Glashauser
Info
Techn.-wissenschaftlicher Verband für erneuerbare Energien und Energieeffizienz, z.B. Zeitschriften, Veranstaltungen, Strahlungskarten, Solarlexikon

NOVATECH GmbH
Frankenstraße 6-8; 74549 Wolpertshausen
Tel.: 07 90 4 / 94 3 – 0; Fax: 07 90 4 / 94 3 - 17 00
info@novatechgmbh.com
www.novatechgmbh.com
Kontakt: Geschäftsführer Dipl.-Ing. Gottfried Gronbach
Info
Datenblätter Modul-/Wechselrichter-Hersteller, PV-Lexikon
PV-Kundenanlagen, Stromertragsstatistik

BP Solar Deutschland GmbH
Max-Born-Straße 2; 22761 Hamburg
Telefon: 040 6395 3800; Fax: 040 6395 3850
Internet: www.bp.com; E-Mail: info@bpsolar.de
Kontakt: GF Johannes Mattheus Bruijnse
Info
Angebote PV-Anlagen, Solarrechner, Solarlexikon u.a.

Bundesverband Solare Mobilität e.V. (bsm)

und
www.boxer99.de
Info
Informationsangebot über Techniken zur Nutzung erneuerbarer Energien, Anwendungsbereiche, Entwicklungen und Wirtschaftlichkeit; Firmenverzeichnis.

Siemens Automation
Siemens Aktiengesellschaft
Wittelsbacherplatz 2 ; 80333 München
E-Mail: contact@siemens.com
Internet: www.automation.siemens.com
Tel.: 089 636-00; Fax: 089 636-34242
Kontakt:
Sitop solar select –Software, Version 5.1
Internet: www.automation.siemens.com/sitop/solar/html-00/downsel.htm
Info
Kostenlose Software zur Berechnung von Anlagern bis 5 kW für private Bauherren, Architekten und Installateure

Deutsche Energie-Agentur GmbH

Internet: www.thema-energie.de
Tel.: 08000 - 736 734

Info
Umfangreiches Informationsangebot um die Themen Energieeinsparung und erneuerbare Energien; Datenbanken mit Energieberatern; Fördermittelsuche; Energie-Lexikon; Links und Verweise auf Fachliteratur.

Ausgewählte Informationsstellen (11)

Europäische Kommission
Generaldirektion Energie
B -1049 Brüssel (Belgien)
Internet: http//ec.europa.eu
Kontakt: **EU-Kommissar für Energie**
Miguel Arias Canete, Spanien
Tel.: +32 (0) 2 296 01 96; Mobil: +32 (0) 498 98 22 80
Info
EU-Energiepolitik

EUROSOLAR e.V.
Europäische Vereinigung für Erneuerbare Energien e.V.
Kaiser-Friedrich-Straße 11, D-53113 Bonn
Tel. 0228 / 362373 und 362375
Fax 0228 / 361279 und 361213
E-Mail: info@eurosolar.org ; Web: www.eurosolar.org
Kontakt:
Info
Infoangebote zu Erneuerbaren Energie, z.B. PV

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
Info
EU-Statistiken Energie (z.B. Stromerzeugung PV)

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

Internationale Energieagentur (IEA) der OECD
9,rue de la Federation, 75739 Paris Cedex 15
Internet: www.iea.org
Tel.: 0331/40576500/01; Fax: 0331/40576559
Kontakt:
Photovoltaic Power Systems Programm (FuE)
Internet: www.iea-pvps.org
Frau Mary Josaine Brunisholz
NET Ltd
Waldweg 8; CH 1717 - St. Ursen
Tel.: +41 26 494 00 30; Fax: +41 26 494 00 34
E-mail: mary.brunisholz @ netenergy.ch
Info Energiestatistik OECD u.a.
PV Trends der OECD-Mitgliedsländer, Statistik, FuE

European Photovoltaic Industry Association (EPIA)
Renewable Energy House
Rue d'Arlon 63-65; 1040 Brussels
Tel : +32-2-465.38.84; Fax : +32-2-400.10.10
E-mail : epia@epia.org; Internet: www.epig.org
Kontakt:
Info
Infoangebote der Photovoltaikindustrie mit mehr als 200 Mitgliedsunternehmen. Weltweit größter Photovoltaik-Industrieverband vertritt etwa 95% der europäischen Photovoltaik-Industrie und 80% der weltweiten Photovoltaikindustrie die gesamte Wertschöpfungskette von Silizium-, Zell-und Modul-Produktion bis zur Systementwicklung

Ausgewählte Informationsmaterialien (1)

Integriertes Energie- und Klimaschutzkonzept Baden-Württemberg (IEKK), Beschlussfassung vom 15. Juli 2014
Ausgabe Juli 2014
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
Entwicklung erneuerbare Energien in Deutschland 1990-2021
Ausgabe bis 3/2022
Herausgeber:
Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
Alexanderplatz 6, 10 178 Berlin
www.bmu.de; www.erneuerbare-energien.de
Tel.: 01888-305-2010, Fax: 01888-305-2044
E-Mail: service@bmu.bund.de
Schutzgebühr: kostenlos

Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2022
Ausgabe: 10/2023
Herausgeber:
Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg
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

Achter Monitoring-Bericht zur Energiewende;
Die Energie der Zukunft 2018/19
Ausgabe 1/2021
Erneuerbare Energien
Innovationen für eine nachhaltige Energiezukunft
8. Auflage: 10/2011
Herausgeber:
Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
Schutzgebühr: keine

Energiebericht 2022, Energiebericht kompakt 2023
Ausgabe 10/2022, 7/2023
Herausgeber
UM BW & Stat. LA BW
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

Praxisleitfaden zur Photovoltaik-Pflicht
Ein Ratgeber für Ihre solare Zukunft
Ausgabe: März 2023
Photovoltaikpflicht in BW ab 2022,
Faltblatt 3/2022
Herausgeber:
Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg

Ausgewählte Informationsmaterialien (2)

Architektonische Integration von PV-Anlagen 2008

Netzgekoppelte Photovoltaikanlagen 2006

Strom von der Sonne 2009

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

Bank Sarasin

Nachhaltigkeitsstudie zur Solarindustrie bis 2015

Auflage: Nov. 2011

Herausgeber:

Bank Sarasin AG
Taunusanlage 17, 60325 Frankfurt
Internet: www.sarasin.de
Kontakt: Matthias Fawer, Tel.: +41 (0) 61 277 73 03
E-mail: matthias.fawer@sarasin.ch
Schutzgebühr: 120 €, Medien und Kunden gratis

Photovoltaik Barometer von EurObserv'ER

Jährliche Publikation zum Themenbereich EE in Europa und weltweit
Photovoltaik Barometer 2024, 4/2024
Stand EE in Europa 2023, 2/2024

Herausgeber:

Observ'ER
146, rue de l'Université; 75007 Paris; Frankreich
www.energies-renouvelables.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

Solarfibel 2008

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

Photon

Monatliches Solarstrom-Magazin

Herausgeber:

Solar Verlag
Leserservice
Wilhelmstrasse 34; 52070 Aachen
Web: www.photon.de
Fax: 0241/4003-300
Kontakt:
Jahrespreis: ca. 44 €

EEG Statistikbericht 2022

Stand März 2023

Herausgeber:

Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen
Tulpenfeld 4 ; 53113 Bonn
Internet: www.bundesnetzagentur.de
Schutzgebühr: PDF-Datei kostenlos

Ausgewählte Informationsmaterialien (3)

ZSW -Studie Erneuerbare Energien und Energieeffizienz in Baden-Württemberg – Sachstand und Entwicklungs-perspektiven, 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@wm.bwl.de Schutzgebühr: kostenlos, pdf	**REN21 - RENEWABLES 2023 - Global Status Report** Ausgabe 6/2021 **Herausgeber:** Renewables Energy Policy Network for the 21st Century c/o UNEP REN21 Secretariat 15 rue de Milan 75441 Paris Cedex 9 France Tel.: +33 1 44 37 50 94 Fax: +33 1 44 37 50 95 E-Mail: secretariat@ren21.org www.ren21.net Schutzgebühr: PDF-Datei, keine Schutzgebühr
EPIA – Global Market Outlook for Photovoltaics 2023-2028 Ausgabe 2023 **Herausgeber:** **European Photovoltaic Industry Association (EPIA)** Renewable Energy House Rue d'Arlon 63-65; 1040 Brussels Tel : +32-2-465.38.84; Fax : +32-2-400.10.10 E-Mail : epia@epia.org; Internet: www.epig.org Schutzgebühr : PDF-Datei, keine Schutzgebühr	**IRENA Renewable Energy Capacity Statistics 2023** Ausgabe: 6/2023 **Herausgeber:** Agentur für Erneuerbare Energie www.irena.org statistics@irena.org
Energieverbrauch in Deutschland 2022 u.a. Erneuerbare Energien, Energieeffizienz, Indikatoren u.a. Ausgabe: laufende Aktualisierung **Herausgeber:** **Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V. (AGEB)** c/o.. BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. Mohrenstraße 58, 10117 Berlin Internet: www.ag-energiebilanzen.de Tel.: 030/ 89 78 9-666; Fax: 030 /89 78 9-113 E-Mail: m.nickel@ag-energiebilanzen.de Schutzgebühr: kostenlos, PDF	**Erneuerbare Energien Report** Ausgabe 2/2019 **Herausgeber:** Bundesamt für Naturschutz (BFN) Konstantinstr. 110, 53179 Bonn Internet: www.bfn.de Schutzgebühr: PDF-Datei, keine

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
	Geothermie		
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			
Biogase			**Wasserstoff**
Biokraftstoffe		**Solarthermische Kraftwerke**	**Wasserstoff**
Stand: 2/2022			