

# Wasserkraft + Meeresenergie

## Nationale und internationale Entwicklung



Foto: Wasserkraft in Iffezheim, RP BW + familie-eisenlohr-stock.adobe.com, 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 Energie- und Klimawende 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. Dominik Bernauer

Sekretariat: Telefon 0711 / 126-1201

### Referat 64: Erneuerbarer Strom, Infrastruktur

Leitung MR Lünser

E-Mail: .....@um.bwl.de

Tel.: 0711 / 126-1226

### Referat 55: Wasserbau, Hochwasserschutz, Gewässerökologie

Leitung: MR Reich

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



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

**WM-Neues Schloss**



## **Hausanschrift**

### **WM-Neues Schloss**

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

### **WM-Dienststelle**

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

### **WM-Haus der Wirtschaft**

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

**WM-Haus der Wirtschaft**



**WM-Dienststelle**



## Ausgewählte Schlüsseldaten, Branchenporträt

## Grundlagen und Rahmenbedingungen

## Stand, Ausbau und Nutzung der Wasserkraft

Einleitung und Ausgangslage, Potenziale, installierte Leistung, Stromerzeugung, Anteil an der Stromerzeugung, Praxisbeispiele, Fazit und Ausblick

- **Wasserkraft in Baden-Württemberg**
- **Wasserkraft in Deutschland**
- **Wasserkraft in Europa**
- **Wasserkraft in der Welt**

## Beispiele aus der Praxis

## Globale Meeresenergie (Ocean Energy) mit EU-27

## Anhang zum Foliensatz

Ausgewählte Internetportale, Informationsstellen und Informationsmaterialien sowie Übersicht Foliensätze



# Folienübersicht (1)

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

## Ausgewählte Schlüsseldaten, Branchenporträt

- FO 11: Anteile erneuerbare Energien (EE) an der nationalen und internationalen Energiebereitstellung bis 2022 und Ziele 2030
- FO 12: Datenvergleich ausgewählte nationale und internationale Situation zur Stromversorgung bis 2021
- FO 13: Ausgewählter Datenvergleich nationale und internationale Situation zur Stromversorgung mit Beiträgen der Wasserkraft bis 2021 und Ausblick 2020

## Grundlagen und Rahmenbedingungen

- FO 15: Wasserkraft: Stabiler Strom mit der Kraft des Wassers (1,2)
- FO 17: Laufwasserkraftwerke (1,2)
- FO 19: Pumpspeicherkraftwerke (1,2)

## Wasserkraft in Baden-Württemberg

### Landesregierung - Klimaschutz, Energiepolitik, Wasserkraft

- FO 23: Koalitionsvertrag der Landesregierung Baden-Württemberg 2021-2026  
Auszug Klimaschutz, Energiepolitik, Wasserkraft, Stand 12. Mai 2021

### Einleitung und Ausgangslage

- FO 25: Einleitung und Ausgangslage, Stromerzeugung aus Wasserkraft in BW bis 2021, Stand bis 10/2022 (1,2)
- FO 27: Ausgewählte Schlüsseldaten zur Strombereitstellung aus Wasserkraft in Baden-Württemberg 2020

### Grundlagen und Rahmenbedingungen

- FO 29: Grundsätzliches zur Wasserkraft in Baden-Württemberg, Stand 07/2022 (1-4)

### Beitrag Wasserkraft zur Energieversorgung

- FO 34: Entwicklung Primärenergieverbrauch (PEV) nach Energieträgern mit Beitrag erneuerbare Energien (EE) in Baden-Württemberg 1973/1990-2020 (1,2)
- FO 36: Entwicklung Endenergieverbrauch (EEV) nach Energieträgern mit Beitrag Strom in Baden-Württemberg 1990-2020
- FO 37: Struktur Primärenergieverbrauch (PEV) und Endenergieverbrauch (EEV) mit Beitrag erneuerbare Energien (EE) in BW 2021 nach UM BW-ZSW
- FO 38: Übersicht Entwicklung Energie- und Stromverbrauch mit Beitrag erneuerbare Energien in Baden-Württemberg nach UM BW-ZSW 2020/21 (1,2)

- FO 40: Struktur Primärenergieverbrauch (PEV) aus erneuerbaren Energien (EE) in Baden-Württemberg 2021 nach UM BW-ZSW
- FO 41: Entwicklung Endenergieverbrauch aus erneuerbaren Energien (EEV-EE) nach Nutzungsarten in Baden-Württemberg 2000-2021 nach UM BW-ZSW (1-6)
- FO 47: Entwicklung des Anteils der erneuerbaren Energien (EE) an der Energieversorgung in Baden-Württemberg 2000-2021 nach UM BW-ZSW (1,2)

### Strombilanz zur Stromversorgung

- FO 50: Stromfluss in Baden-Württemberg 2020 (1,2)
- FO 52: Entwicklung Brutto-Stromverbrauch (BSV) in Baden-Würt. 1990-2021 (1,2)
- FO 54: Entwicklung Stromverbrauch Endenergie (SVE) in BW 1990-2019

### Beitrag Wasserkraft zur Stromversorgung Teil 1

- FO 56: Entwicklung Bruttostromerzeugung (BSE) in Baden-Württemberg 1990-2021 nach Stat. LA BW (1-6)
- FO 62: Entwicklung Anteil erneuerbarer Energieträger an der Bruttostromerzeugung in Baden-Württemberg 1991-2020 nach Stat. LA BW (1-6)
- FO 68: Bruttostromerzeugung nach Energieträgern mit Beitrag EE in Baden-Württemberg 2020 und in Deutschland 2021
- FO 69: Entwicklung Struktur Brutto-Stromerzeugung (BSE) aus gesamter Wasserkraft in Baden-Württemberg 1990-2021 (1-3)
- FO 72: Entwicklung Bruttostromerzeugung (BSE) aus regenerativer Wasserkraft in Baden-Württemberg 1990-2020 nach Stat. LA BW (1,2)

### Beitrag Wasserkraft zur Stromversorgung, Teil 2

- FO 75: Elektrische und thermische Netto-Engpassleistung insgesamt und aus Kraft-Wärme-kopplung der Kraftwerke nach Anlagenart in Baden-Württemberg Ende 2020
- FO 76: Entwicklung der Erzeugungsleistung erneuerbarer Energien (Säulen) sowie der gesicherten Leistung (Linie) in Baden-Württemberg von 2000 bis 2018/20 (1-3)
- FO 79: Entwicklung installierte Leistung aus reg. Wasserkraftanlagen in Baden-Württemberg 2000-2021 nach UM BW-ZSW
- FO 80: Installierte Leistung von Wasserkraftwerken zur Stromerzeugung nach Bundesländern Deutschlands Ende 2021

### Energie & Wirtschaft, Energieeffizienz

- FO 82: Entwicklung Stromerzeugung und installierte Leistung bei der reg. Wasserkraft in Baden-Württemberg 2000-2021 nach UM BW-ZSW
- FO 83: Entwicklung der Jahresvolllaststunden (JVLS) von reg. Wasserkraftanlagen in Baden-Württemberg 2000-2021 nach UM BW-ZSW
- FO 84: Vergleich Volllaststunden bei der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien (EE) mit Beitrag Wasserkraft in Baden-Württemberg 2021
- FO 85: Entwicklung der Investitionen in Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien in Baden-Württemberg 2000-2021
- FO 86: Entwicklung der Betriebskosten von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien in Baden-Württemberg 2000-2021
- FO 87: Anzahl der Beschäftigten im Bereich erneuerbare Energien mit Beitrag Wasserkraft in Baden-Württemberg im Jahr 2016

# Folienübersicht (2)

## Energie & Förderung, Gesetze und Verordnungen

- FO 89: Fördergrundsätze kleine Wasserkraft (< 1 MW) in Baden-Württemberg
- FO 90: Gesetze und Verordnungen zum Wasserrecht und zur Wasserkraft in Baden-Württemberg
- FO 91: Stromeinspeisung und Vergütung nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz in Baden-Württemberg 2020/21 (1-3)
- FO 94: Energieatlas Baden-Württemberg 2019 bis 7/2022

## Energie & Klimaschutz, Treibhausgase

- FO 96: Entwicklung Treibhausgas-Emissionen (THG) (Quellenbilanz) in Baden-Württemberg 1990-2021, Landesziele 2030 (1-4)
- FO100: Vermiedene THG-Emissionen durch die Nutzung der erneuerbaren Energien in Baden-Württemberg im Jahr 2021 (1,2)
- FO102: CO<sub>2</sub> Äq -Emissionsfaktoren für Energieträger nach GEMIS und IFEU, Stand 11/2022
- FO103: Entwicklung energiebedingte und nicht-energiebedingte Treibhausgasemissionen (THG) nach Sektoren in Baden-Württemberg 1990-2020, Landesziel 2020
- FO104: Entwicklung der energiebedingten Kohlendioxid-CO<sub>2</sub>-Emissionen (Quellenbilanz) in Baden-Württemberg 1990-2020
- FO105: Entwicklung der Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>)-Emissionen der Stromerzeugung nach Energieträgern in Baden-Würt. 1990-2020 (1,2)

## Ausgewählte Beispiele aus der Praxis

- FO108: Neues Wasserkraftwerk Rheinfelden 2010
- FO109: Einweihung neues Laufwasserkraftwerk am Kinzigwehr 4/2013
- FO110: Beispiel Neuanlage Wasserkraftanlage Volk AG, Gutach/Elz (1,2)
- FO112: Beispiel Erneuerung Wasserkraftwerk Rheinfelden
- FO113: Beispiel regeneratives Doppelkraftwerk in Grenzach-Wyhlen nutzt Wasserkraft und Solarenergie zur Stromerzeugung

## Fazit und Ausblick

- FO115: Ausbauziele der Landesregierung zur Bruttostromerzeugung (BSE) aus erneuerbaren Energieträgern (EE) in Baden-Württemberg 2010, Ziel 2020
- FO116: Handlungsbereich Strom aus Erneuerbaren zur Erreichung der Energie- und klimapolitischen Ziele der Landesregierung im IEKK BW 2010/21, Ziele bis 2050 (1,2)

- FO118: Entwicklung der Struktur Wasserkraftnutzung in Baden-Württemberg 1990-2020, Ziel 2030
- FO119: Fazit und Ausblick Wasserkraftnutzung in Baden-Württemberg, Stand 4/2015
- FO120: Arbeitsgemeinschaften Wasserkraftwerke Baden-Württemberg e.V. (AWK-BW)

## Wasserkraft in Deutschland

### Einleitung und Ausgangslage

- FO123: Einleitung und Ausgangslage: Wasserkraft in Deutschland 2019, Stand bis 2/2023 (1,2)
- FO125: Entwicklung Bruttostromerzeugung (BSE) aus gesamte Wasserkraftanlagen (WKA) in Deutschland 1990-2022
- FO126: Entwicklung installierte Brutto-Leistung zur Stromerzeugung aus gesamte Wasserkraftanlagen (WKA) in Deutschland 1991-2021
- FO127: Ausgewählte Schlüsseldaten zur Strombereitstellung aus Wasserkraftanlagen in Deutschland 2021

### Grundlagen und Rahmenbedingungen

- FO129: Strom aus Wasserkraft in Deutschland (1-3)

### Beitrag Wasserkraft zur Stromversorgung, Teil 1 - Energie

- FO133: Entwicklung der Brutto-Stromerzeugung (BSE) nach Energieträgern mit Beitrag Wasserkraft in Deutschland 1990-2022 (1-4)
- FO137: Entwicklung der Bruttostromerzeugung (BSE) aus erneuerbaren Energien in Deutschland von 1990 bis 2022 (1-4)
- FO141: Entwicklung der Strombereitstellung aus reg. Wasserkraftanlagen 1) in Deutschland 1990-2021
- FO142: Entwicklung Brutto-Stromverbrauch (BSV) mit Anteil erneuerbare Energien (EE) in Deutschland 1990-2022, Ziele 2050 (1,1)

### Beitrag Wasserkraft zur Stromversorgung, Teil 2 - Leistung

- FO145: Entwicklung der installierten Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Deutschland 1990-2021 (1-3)
- FO148: Entwicklung der installierten Leistung von reg. Wasserkraftanlagen in Deutschland 1990-2021
- FO149: Entwicklung installierte Leistung zur Stromerzeugung aus reg. Wasserkraftanlagen und gesamte Wasserkraft in Deutschland 1990-2021



# Folienübersicht (3)

## Energie & Wirtschaft, Energieeffizienz

- FO151: Entwicklung der Stromerzeugung und der installierten Leistung von reg. Wasserkraftanlagen in Deutschland 1990-2021
- FO152: Entwicklung der Jahresvolllaststunden von reg. Wasserkraftanlagen in Deutschland 1990-2021
- FO153: Jahresvolllaststunden beim Einsatz von Energieträgern mit erneuerbare Energien zur Stromerzeugung in Deutschland 2017/2020 (1-3)
- FO156: Wirtschaftliche Effekte erneuerbarer Energien in Deutschland im Jahr 2021 (1,2)
- FO158: Entwicklung Investitionen in die Errichtung von Erneuerbare Energien-Anlagen nach Technologien für Strom und Wärme in Deutschland 2000-2021 (1-5)
- FO163: Entwicklung wirtschaftliche Impulse (Umsätze) aus den Betrieb von Erneuerbare-Energien-Anlagen nach Technologien für Strom, Wärme und Verkehr in Deutschland 2000-2021 (1-5)
- FO168: Entwicklung der Bruttobeschäftigten im Bereich der erneuerbaren Energien mit Beitrag Wasserkraft in Deutschland 2000-2019 (1,2)

## Energie & Förderung, Gesetze

- FO171: Gesetzliche Regelungen für die Wasserkraft in Deutschland sowie in den Bundesländern
- FO172: Einleitung und Ausgangslage: Ausbau Erneuerbare Energien durch Förderung in Deutschland (1-4)
- FO176: Entwicklung Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien mit und ohne Vergütungsanspruch nach EEG in D von 1991 bis 2020 (1-5)
- FO181: Entwicklung Finanzierungsbeitrag der EEG-Umlage in Deutschland 2001-2021 (1-3)
- FO184: Förderung von Forschung und Entwicklung im Bereich erneuerbarer Energien durch den Bund in Deutschland, Stand 10/2021 (1-3)

## Energie & Klimaschutz, Treibhausgase

- FO188: Treibhausgas-Emissionen (THG) in D 2018/19, Ziele 2020-2050 (1-3)
- FO191: Zielsteckbrief: Entwicklung der Reduktion der Treibhausgase in Deutschland 1990-2020, Ziel 2020 (1,2)
- FO193: Entwicklung vermiedene Treibhausgas-Emissionen durch Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland 1990-2021 (1-8)
- FO201: Spezifische Umweltschäden und CO<sub>2</sub>-Kosten in Cent pro Kilowattstunde Strom bzw. Wärme nach Energieträgern in Deutschland 2012

## Fazit und Ausblick

- FO203: Status Quo 2018/19 und quantitative Ziele der Energiewende der Bundesregierung Deutschland bis 2020-50
- FO204: Entwicklung der Anteile erneuerbarer Energien (EE) an der Energiebereitstellung in D 2000 bis 2021, Ziele Bundesregierung 2020
- FO205: Fazit und Ausblick: Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland 2021, Ziele bis 2050
- FO206: Langfristiges realisierbares, nachhaltiges Nutzungspotenzial erneuerbare Energien für Strom-, Wärme und Kraftstofferzeugung in D 2011/21 (1,2)

## Wasserkraft in der EU-27

### Einleitung und Ausgangslage

- FO210: Klima- und Energiepolitik in der Europäischen Union (EU-27)
- FO211: Zahlen und Fakten Baden-Württemberg und die Europäischen Union EU-27 plus, Stand 2/2023 (1,2)
- FO213: Erneuerbare Energien in der Europäischen Union (EU-27), Stand 10/2023 (1-4)
- FO217: Entwicklung Anteile der erneuerbaren Energien an der Energie- und Stromversorgung in der EU-27 2004-2021 nach UM BW-ZSW (1,2)
- FO219: Entwicklung EE-Anteile am Bruttoendenergieverbrauch (BEEV) und Brutto-Endenergieverbrauch Strom (BEEV-Strom) der Länder EU-27 von 2005-2021 nach Eurostat (1-3)
- FO222: Wasserkraft in der EU-27, (Auszug), Stand 2/2024 nach EurObserv'ER
- FO223: Ausgewählte Schlüsseldaten zur Strombereitstellung aus regenerativer Wasserkraft in der EU-27 im Jahr 2020, Stand 4/2022

### Strombilanz zur Stromversorgung

- FO225: Entwicklung Bruttostromerzeugung (BSE) aus erneuerbaren Energien (EE) sowie Strombilanz in der EU-27 2010-2022 nach Eurostat (1,2)
- FO227: Strombilanz EU-27 im Jahr 2022/20 (1,2)
- FO229: Entwicklung Bruttostromverbrauch (BSV) in der EU-27 von 2005-2022 nach Eurostat
- FO230: Entwicklung Endenergieverbrauch (EEV) in der EU-27 von 1990 bis 2020 nach Eurostat (1,2)

# Folienübersicht (4)

## Stromversorgung mit Beitrag Wasserkraft, Teil 1 Erzeugung, Verbrauch

- FO233: Entwicklung Brutto-Stromerzeugung (BSE) in der EU-27 von 1990-2022 nach Eurostat (1-6)
- FO239: Brutto-Stromerzeugung (BSE) aus erneuerbaren Energien in Ländern der EU-27 im Jahr 2022 nach Eurostat (1,2)
- FO241: Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien (EE) nach Technologien in der EU-27 von 2021/22 nach EurObserv'ER (1-3)
- FO244: Entwicklung Bruttostromerzeugung (BSE) aus Wasserkraft (WK) in der EU-27 von 1990-2020 nach Eurostat (1,2)
- FO246: Entwicklung Bruttostromerzeugung (BSE) aus reg. Wasserkraft (WK) in der EU-27 von 1990-2020, Prognose 2030 nach EurObserv'ER (1-3)

## Stromversorgung mit Beitrag Wasserkraft, Teil 2 Anlagen, Kapazität

- FO250: Entwicklung gesamte installierte Leistung zur erneuerbaren Stromerzeugung in der EU-27 Ende 1990-2022 nach Eurostat, IRENA (1-3)
- FO253: Nettokapazität von reinen Wasserkraftwerken, Mischanlagen und reinen Pumpenanlagen in den Ländern der Europäischen Union (EU-27) in 2021/22 nach EUR'Observ'ER (1,2)

## Energie & Förderung, Gesetze

- FO256: Europäische Wasserrahmenrichtlinie (WRRl)

## Energie & Wirtschaft, Energieeffizienz

- FO258: Entwicklung Jahresvolllaststunden der gesamten erneuerbaren Energien in der EU-27 von 1990-2022
- FO259: Vergleich Jahresvolllaststunden bei der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien (EE) in der EU-27 im Jahr 2022
- FO260: Beschäftigte in der Erneuerbare Energien-Branche nach Technologien in den Ländern der EU-27 im Jahr 2022 (1-3)
- FO263: Umsätze mit erneuerbaren Energien nach Technologien in den Ländern der EU-27 im Jahr 2022 (1-3)
- FO266: Bruttowertschöpfung (BWS) in der erneuerbare Energien-Branche nach Technologien in Ländern der EU-27 im Jahr 2022
- FO267: Beschäftigte, Umsätze und Bruttowertschöpfung durch Wasserkraft in Ländern der EU-27 im Jahr 2021/22 (1-3)

## Energie & Klimawandel, Treibhausgase

## Fazit und Ausblick

## Wasserkraft in der Welt

### Einleitung und Ausgangslage

- FO274: Globale Klima- und Energiepolitik: Weltweite Nutzung erneuerbare Energien
- FO275: Weltweite Nutzung erneuerbare Energien, Auszug, Stand 10/2023 (1,2)
- FO277: Entwicklung Primärenergieverbrauch (PEV = TES) mit Anteil erneuerbare Energien (EE) in der Welt 2021/22 nach IEA (1,2)
- FO279: Globaler Endenergieverbrauch (TFEC) 2022 (1,2)
- FO281: Globaler Beitrag Wasserkraft zur Stromerzeugung 2020, Ausblick 2030 nach IEA (1,2)
- FO283: Ausgewählte Schlüsseldaten zur Strombereitstellung aus Wasserkraft in der Welt im Jahr 2022, Stand 10/2023

### Strombilanz zur Stromversorgung

- FO285: Globale Übersicht erneuerbare Energien im Stromsektor 2011 und 2021 nach REN21 (1,2)
- FO287: Entwicklung Bruttostromverbrauch enthält Netzverluste (SV) in der Welt mit EU-27 2021-2026 nach IEA
- FO288: Globaler Strommarkt nach Energieträgern und CO<sub>2</sub>-Emissionen im Jahr 2021-2022, Prognose bis 2026 nach IEA
- FO289: Strombilanz für die Welt 2019 nach IEA (1,2)
- FO291: Globale Entwicklung Brutto-Stromverbrauch (BSV) 1990-2019 nach IEA
- FO292: Globale Entwicklung Stromverbrauch Endenergie (SVE) 1990-2021 (1,2)
- FO294: Globale Entwicklung Brutto-Stromerzeugung (BSE) mit Pumpspeicherstrom 1990-2022 nach BP (1,2)

## Stromversorgung mit Beitrag Wasserkraft,

### Teil 1: Erzeugung, Verbrauch

- FO297: Entwicklung Brutto-Stromerzeugung (BSE) in der Welt 1990-2022, Prognose bis 2050 nach IEA (1) (1-9)



# Folienübersicht (5)

## Stromversorgung mit Beitrag Wasserkraft, Teil 2: Anlagen, Leistung

FO306: Entwicklung elektrische Leistung beim Stromsektor nach Energieträgern in der Welt 2010-2022, Prognose bis 2050 nach IEA (1-7)

### Wasserkraft

FO314: Globale Wasserkraft 2022 nach REN21 (1,2)

FO316: Entwicklung Bruttostromerzeugung (BSE) aus regenerativer Wasserkraft (WK) in der Welt 1990-2023 nach IEA

FP317: Entwicklung globale installierte Leistung von gesamter Wasserkraft (WK) in der Welt 1990-2022 (1-3)

### Energie & Wirtschaft, Energieeffizienz

FO321: Entwicklung der globalen Jahresvolllaststunden (JVLS) von regenerativen Wasserkraftanlagen 2000-2022 nach IEA, REN21

FO322: Vergleich Jahresvolllaststunden bei der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien (EE) in der Welt im Jahr 2022 nach IEA, REN21

FO323: Weltweite Investitionen in erneuerbare Energien nach Regionen und ausgewählten Länder 2022 (1,2)

FO325: Globale Beschäftigte in Erneuerbare-Energien-Technologien und Regionen im Jahr 2021/22 (1-3)

### Energie & Klimaschutz, Treibhausgase

FO329: Globale energiebezogene Treibhaus-Emissionen nach Quellen 2010-2022 (1,2)

### Beispiele aus der Praxis

FO332: Beispiel eines Wasserkraftturbinenhauses zur Stromerzeugung

FO333: Beispiel Wasserspeicherkraftwerk in den Alpen

### Fazit und Ausblick

FO335: Fazit und Ausblick; Globale Wasserkraft bis 2030

## Globale Meeresenergie Ocean Energy + EU-27plus

### Meeresenergie = Ocean Energy EU-27plus

FO338: Einleitung und Ausgangslage  
Meeresenergie in der EU-27 im Jahr 2021 (1,2)

FO340: Kraftwerke zur Stromgewinnung aus der Kraft des Meeres (1,2)

FO342: Entwicklung der Meeresenergiekapazität zur Stromerzeugung in den Ländern der Europäischen Union (EU-27 plus) bis Ende 2022

FO343: Kapazität und Stromproduktion aus Meeresenergie = Ocean-Energy in der EU-27 im Jahr 2021/22

FO344: EurObserv'ER-Projektion der Entwicklung der Meeresenergie-Nettokapazität in der EU 27 von 2020-22, Ziel 2030

FO345: Gezeitenkraftwerk La Rance befindet sich zwischen den Gemeinden von La Richardais und Saint-Malo, Ille-et-Villaine (Bretagne)

FO346: Gezeitenkraftwerk beim Jachthafen Zeeland, Niederlande 2021

### Meeresenergie = Ocean Energy in der Welt

FO348: Globale Erneuerbare-Energien-Kennzahlen 2020 und 2021, Auszug Kapazitäten zur Stromerzeugung nach REN21

FO349: Globale Meeresenergie (Ocean Energy) zur Stromerzeugung, Stand 6/2022 (1,2)

FO351: Entwicklung installierte Leistung von Meeresenergieanlagen (Ocean Energy Anlagen) zur Stromerzeugung nach Ländern in der Welt Ende 2013-2022 nach IRENA (1,2)

## Anhang zum Foliensatz

FO354: Ausgewählte Internetportale (1,2)

FO356: Ausgewählte Informationsstellen(1-8)

FO364: Ausgewählte Informationsschriften (1-3)

FO367: Ausgewählte Foliensätze zum Themenbereich  
Erneuerbare Energien

# Ausgewählte Schlüsseldaten

Die folgenden Daten sind die wichtigsten Informationen, die für die Analyse der Daten erforderlich sind.

Die Daten sind in der folgenden Tabelle dargestellt:

Die Tabelle enthält die folgenden Spalten:

Die Tabelle enthält die folgenden Zeilen:

Die Tabelle enthält die folgenden Daten:

Die Tabelle enthält die folgenden Informationen:

Die Tabelle enthält die folgenden Details:



# 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; AGE 11/2023

# Datenvergleich ausgewählte nationale und internationale Situation zur Stromversorgung 2021

Benennung	Einheit	Baden-Württ.	Deutschland	Europa EU-27	Welt
<b>Jahr</b>		<b>2021</b>	<b>2021</b>	<b>2021</b>	<b>2021</b>
<b>Bevölkerung (J-Durchschnitt)</b>	Mio.	11,1	83,2	447,0	7.837
- Weltanteil	%	0,2	1,1	5,7	100
<b>Stromversorgung</b>					
- Brutto-Stromerzeugung (BSE)	TWh	50,9	588,1	2.909,7	28.334
- Ø BSE	kWh/Kopf	4,586	7.069	6.509	3.615
- Weltanteil	%	0,2	2,1	10,3	100
- Brutto-Stromverbrauch (BSV)	TWh	67,6	568,8	2.916,9	27.040 (19)
- Ø BSV	kWh/Kopf	6.090	6.837	6.625	3.527
- Stromverbrauch Endenergie (SVE)	TWh	60,4	485,0	2.485 (19)	22.872 (19)
- Ø SVE	kWh/Kopf	5.441	5.829	5.660	2.984
<b>Gesamte Treibhausgasemissionen</b>					
- Gesamte THG Energie plus	Mio. t	62,0	762	3.298 (20)	52.400 (19)
- Ø gesamte THG	t/Kopf	5,5	9,2	7,4	6,8
- Weltanteil	%	0,1	1,4	6,4	100
- Energiebedingte CO <sub>2</sub> -Emissionen Strom	Mio. t	13,5	213		14.378
- Ø CO <sub>2</sub> -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 zur Stromversorgung mit **Beträgen Wasserkraft** bis 2021 und Ausblick 2030

Benennung	Einheit**	Baden- Württemberg	Deutschland	Europa EU-27	Welt	Hinweis
<b>Situation</b>						
<b>Stromversorgung</b>		<b>2020 <sup>1)</sup></b>	<b>2021</b>	<b>2020</b>	<b>2019</b>	
Brutto-Stromerzeugung	TWh	44,3	588,1	2.781,4	27.044	
Brutto-Stromverbrauch	TWh	70,5	568,8	2.794,7	27.040	
<b>Beitrag reg. Wasserkraft</b>						
Brutto-Stromerzeugung	TWh	4,1	19,1	373,3	4.221	regenerativ
<b>Brutto-Stromerzeugungsanteil</b>	%	9,3	3,2	13,4	15,6	
<b>Brutto-Stromverbrauchsanteil</b>	%	5,8	3,4	13,4	15,6	
<b>Ausblick 2030*</b>						
<b>Stromversorgung</b>						
Brutto-Stromerzeugung	TWh	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	
Brutto-Stromverbrauch	TWh	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	
<b>Beitrag Wasserkraft</b>						
Brutto-Stromerzeugung	TWh	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	
<b>Brutto-Stromerzeugungsanteil</b>	%	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	
<b>Brutto-Stromverbrauchsanteil</b>	%	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	

\* Daten bis 2021 vorläufig, Jahr 2030 Prognose, Stand 10/2022

\*\* Energieeinheit: 1 TWh = 1 Mrd. kWh

1) Datenangaben BW nach Stat. LA BW, Abweichungen gegenüber Daten nach UM BW-ZSW

Quellen: UM BW-ZSW 10/2022; Stat. LA BW 10/2022, Observ'ER, EE in Europa 2020, 3/2022; AGEb 9/2022, BMWi bis 1/2022  
IEA 10/2021; Eurostat 2022, BNetzA 3/2022, REN21 6/2022



# Grundlagen und Rahmenbedingungen

# Wasserkraft: Stabiler Strom mit der Kraft des Wassers (1)

## Wasserkraft

Wasserkraft wurde schon in vorindustrieller Zeit zum Antrieb von Mühlen, Säge- und Hammerwerken genutzt. Die kinetische und potenzielle Energie einer Wasserströmung wird über ein Turbinenrad in mechanische Rotationsenergie umgewandelt, die zum Antrieb von Maschinen oder Generatoren genutzt werden kann. Heute wird mit Wasserkraft in Deutschland fast ausschließlich elektrischer Strom erzeugt. Die Wasserkraft ist eine ausgereifte Technologie, mit der weltweit, an zweiter Stelle nach der traditionellen Nutzung von Biomasse, der größte Anteil an erneuerbarer Energie erzeugt wird.

## Die Rolle der Wasserkraft zukünftig

Die größten Potenziale zur Nutzung der Wasserkraft liegen in den südlichen Bundesländern, da hier der Voralpenraum für ein günstiges Gefälle sorgt. Die wesentlichen Potenziale der Wasserkraft liegen im Ersatz, in der Modernisierung und Reaktivierung vorhandener Anlagen sowie im Neubau an bestehenden Querbauwerken. Dabei müssen alle Umweltanliegen ausgewogen berücksichtigt werden. Eine Leistungssteigerung verbunden mit der Verbesserung der gewässerökologischen Situation ist dabei das Ziel der Bundesregierung.

## Unterscheidung der Wasserkraftwerke

Wasserwerke unterscheiden sich in kleine (kleiner 1 MW) und große Anlagen (größer 1 MW). Von den großen Wasserkraftanlagen in Deutschland sind 20% Speicherkraftwerke und 80% Laufwasserkraftwerke.

### Kleinwasserkraftwerke

Es besteht ein gewisses Ausbaupotenzial bei Kleinwasserkraftanlagen, insbesondere durch die Modernisierung und Reaktivierung bestehender Anlagen oder durch vereinzelt Neubau an bestehenden Querbauwerken. Dabei ist den Anliegen des Naturschutzes und der Gewässerökologie Rechnung zu tragen. Die Anlagen werden sowohl im Inselbetrieb als auch netzgekoppelt eingesetzt. Technisch handelt es sich hier ebenfalls um Speicher- oder Laufwasserkraftwerke, die aufgrund kleinerer Fallhöhen und Wassermengen aber nur geringere Leistungen liefern. Die Kosten für den Bau von Wasserkraftanlagen sind grundsätzlich an die Höhe der installierten Leistung gebunden, aber auch abhängig von der Fallhöhe, von den weiteren Standortbedingungen und insbesondere von den notwendigen ökologischen Maßnahmen.

### Speicherkraftwerke

Speicherkraftwerke nutzen das hohe Gefälle und die Speicherkapazität von Talsperren und Bergseen zur Stromerzeugung. Beim Talsperren-Kraftwerk befinden sich die Turbinen am Fuß der Staumauer. Beim Bergspeicherkraftwerk wird ein in der Höhe liegender See über Druckrohrleitungen mit der im Tal liegenden Kraftwerksanlage verbunden. Speicherkraftwerke können sowohl zur Deckung der elektrischen Grundlast als auch im Spitzenlastbetrieb eingesetzt werden. Pumpspeicherkraftwerke werden nicht durch natürliche Wasservorkommen, sondern durch aus dem Tal gepumptes Wasser aufgefüllt. Damit wird in Schwachlastzeiten erzeugter elektrischer Strom als potenzielle Energie des Wassers zwischengespeichert und kann in Spitzenlastzeiten wieder über eine Turbine abgerufen werden.

### Laufwasserkraftwerke

Laufwasserkraftwerke nutzen die Strömung eines Flusses oder Kanals zur Stromerzeugung. Charakteristisch ist eine niedrige Fallhöhe bei relativ großer, oft jahreszeitlich mehr oder weniger stark schwankender Wassermenge. Die Anlagen werden aus wirtschaftlichen Gründen oft in Verbindung mit Schleusen gebaut.

# Wasserkraft: Stabiler Strom mit der Kraft des Wassers (2)

**Die Energiewende und der damit einhergehende Umbau des Energiesystems ist seit den Beschlüssen in Bundestag und Bundesrat im Sommer unstrittig.**

Über die Folgen für die Bürger und den Industriestandort Deutschland wird hingegen noch heftig gerungen.

Dabei konzentriert sich die Debatte auf den erforderlichen Ausbau der Netze, den Zubau von Gaskraftwerken oder dem beschleunigten Ausbau von Offshore-Windparks. Um nicht falsch verstanden zu werden, all dies sind wichtige Themen, um für die Umsetzung der ehrgeizigen Energiewende, der sich Deutschland verschrieben hat, Lösungen zu finden. Einer für den Umbau des Energiesystems wichtige Energiequelle, die Wasserkraft, wird in der öffentlichen Wahrnehmung dabei aber viel zu wenig Bedeutung beigemessen. In einem Energiesystem, dass zukünftig immer stärker von fluktuierenden Energiequellen, wie Wind und Sonne abhängt, steht die Sicherstellung der Stromversorgung vor großen Herausforderungen. Die Wasserkraft kann hier durch ihre gute Vorhersagbarkeit einen stabilisierenden Beitrag leisten. Die wichtigsten Beiträge der Wasserkraft für den Systemumbau zeigen sich aber erst, wenn man die Standorte und Funktionen der bestehenden Wasserkraftwerke in die Betrachtung mit einbezieht.

## Überwiegender Teil der Wasserkraftwerke in Süddeutschland

**In den mehr als 7000 Wasserkraftwerken mit ihren ca. 5.600 Megawatt installierter Leistung in Deutschland werden jährlich im Durchschnitt 20 Terrawattstunden CO<sub>2</sub>-freier Strom erzeugt.** Da die Wasserkraft dort am effizientesten genutzt werden kann, wo das Wasser möglichst ganzjährig große Höhendifferenzen durchfließt, liegt der überwiegende Teil der Wasserkraftpotenziale in Bayern und Baden-Württemberg, d. h. genau in den Bundesländern, die von der Stilllegung der Atomkraftwerke am stärksten betroffen sind. Der Anteil der Wasserkraftnutzung könnte sogar noch verdoppelt werden, wenn alle technischen Potenziale genutzt würden. Nach einer Studie im Auftrag des Bundesumweltministeriums sind zumindest 25 Prozent dieses Potenzials von 5 Terrawattstunden, dies entspricht dem Verbrauch von 1,25 Millionen Haushalten, auch unter ökologischen Kriterien nutzbar. Vor diesem Hintergrund ist es sehr bedauerlich, dass bei der Verabschiedung der Novelle des Erneuerbaren-Energien-Gesetz (EEG) im Rahmen der Energiewende die Chance nicht genutzt wurde, dieses verfügbare und zur Systemsstabilität beitragende Wasserkraftpotenzial beschleunigt zu erschließen. Hinzu kommt, dass seit vielen Jahren in die Modernisierung bestehender Anlagen kaum investiert wurde, sodass durch die schleichende Effizienzverschlechterung in Verbindung mit dem Konzessionsablauf bis 2030 sogar das Wegbrechen von bis zu 8 Terrawattstunden droht. Hier ist es dringend geboten, dass die Politik diese Gefahr erkennt und entsprechende Maßnahmen ergreift, um den Ersatz-, Modernisierungs- und Umbaustau schnell zu beseitigen.

## Pumpspeicherkraftwerke einzig verfügbare Stromspeicheroption

Pumpspeicherkraftwerke sind der zweite oft unterschätzte Beitrag der Wasserkraft für eine stabile Stromversorgung. Sie stellen die derzeit leistungsstärkste Speichertechnologie für elektrischen Strom dar, die zudem seit Jahren im harten Alltagseinsatz erprobt ist. Die eingesetzten Turbinen können innerhalb von Minuten im Generatorbetrieb Wasser aus einem hochgelegenen Speichersee in Strom umwandeln oder aber im Pumpbetrieb Wasser aus einem Reservoir in den Speichersee hoch pumpen. Da sich die Zahl der Wechselzyklen in den letzten Jahren deutlich erhöht hat, hat hier eine Umbau- und Modernisierungswelle eingesetzt. Aber auch der Neubau von Anlagen, wie das von den Schluchseewerken geplante Projekt in Atdorf, wird derzeit vorangetrieben. Die Energiewende wird nur gelingen, wenn für die fluktuierenden, d. h. schwankenden Stromerzeugungs-technologien, Lösungen zur Systemintegration gefunden werden. Wäre dies selbst für sehr kurze Zeitspannen nicht der Fall, drohen Stromausfälle bis hin zum Zusammenbruch von Teilen des europäischen Stromnetzes. Deutschland hat seit langem eines der stabilsten und sichersten Stromnetze, damit es auch in Zeiten der Energiewende so bleibt, spielen die technischen Eigenschaften der Wasserkraftanlagen eine wichtige Rolle.



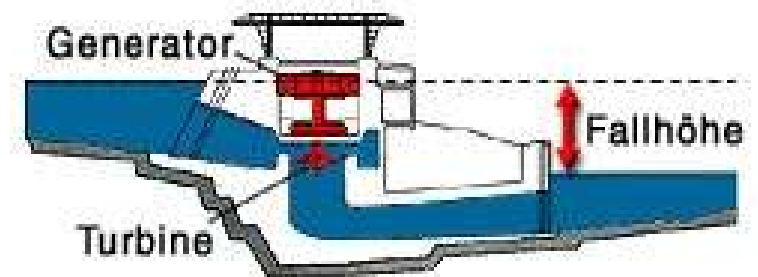
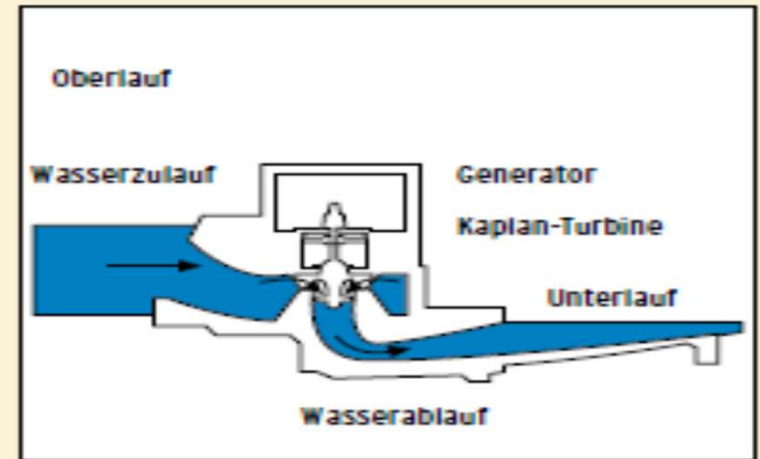
# Laufwasserkraftwerke (1)

**Laufwasserkraftwerke** nutzen die Strömung eines Flusses oder Kanals zur Stromerzeugung. Charakteristisch ist eine niedrige Fallhöhe bei relativ großer, oft jahreszeitlich schwankender Wassermenge. Die Anlagen werden aus wirtschaftlichen Gründen oft in Verbindung mit Schleusen gebaut. Bei Laufwasserkraftwerken kommen hauptsächlich Kaplan-, Rohr-, und Durchströmturbinen zum Einsatz.

Mittels einer **Wehranlage** wird der Fluss um mehrere Meter aufgestaut, um eine größere Fallhöhe zu erreichen. Größere Kraftwerke haben Wehranlagen mit mehreren Wehrfeldern. Die Wehrverschlüsse sind hydraulisch gesteuert und ermöglichen eine dosierte Ableitung der Wassermassen. Das Wasser strömt durch Kaplan-Turbinen im Maschinenhaus, die jeweils einen Generator zur Stromerzeugung antreiben.

Die Stromerzeugung ist vom momentanen Zufluss und der Fallhöhe abhängig. Bei Hochwasser sinkt die Fallhöhe, da der Wasserspiegel auch unterwasserseitig ansteigt. Leider sind der Bedarf an elektrischer Energie und die Wasserführung der Flüsse gegenläufig, das heißt, im Winter, in der Zeit des höchsten Energiebedarfs, ist die Wasserführung meist geringer als im Sommer.

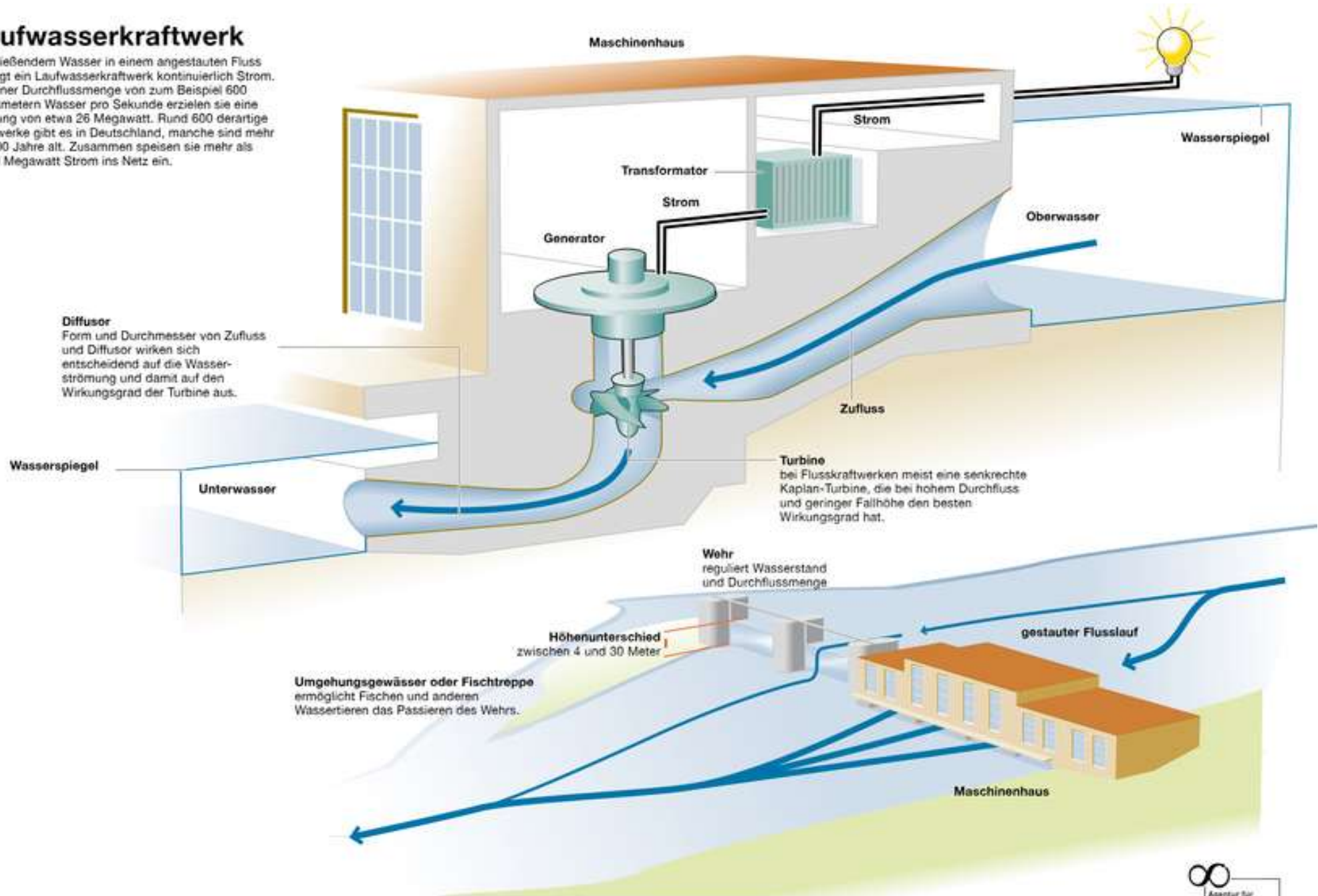
Bei Laufwasserkraftwerken ist eine Steuerung des Wasserdurchflusses in Abhängigkeit des Elektrizitätsbedarfs meist nicht üblich. Sie werden in der Regel rund um die Uhr betrieben und geben ihren Strom zur Deckung der Grundlast ins Netz der öffentlichen Stromversorgung. Bei vielen Kraftwerken besteht aber die Möglichkeit, in Zeiten geringeren Strombedarfs eine zusätzliche Wassermenge aufzustauen, die bei Spitzenbedarf an die Turbinen abgegeben werden kann und somit eine Stromreserve darstellt.



## Laufwasserkraftwerke (2)

### Laufwasserkraftwerk

Aus fließendem Wasser in einem angestauten Fluss erzeugt ein Laufwasserkraftwerk kontinuierlich Strom. Bei einer Durchflussmenge von zum Beispiel 600 Kubikmetern Wasser pro Sekunde erzielen sie eine Leistung von etwa 26 Megawatt. Rund 600 derartige Kraftwerke gibt es in Deutschland, manche sind mehr als 100 Jahre alt. Zusammen speisen sie mehr als 2 600 Megawatt Strom ins Netz ein.



# Pumpspeicherkraftwerke (1)

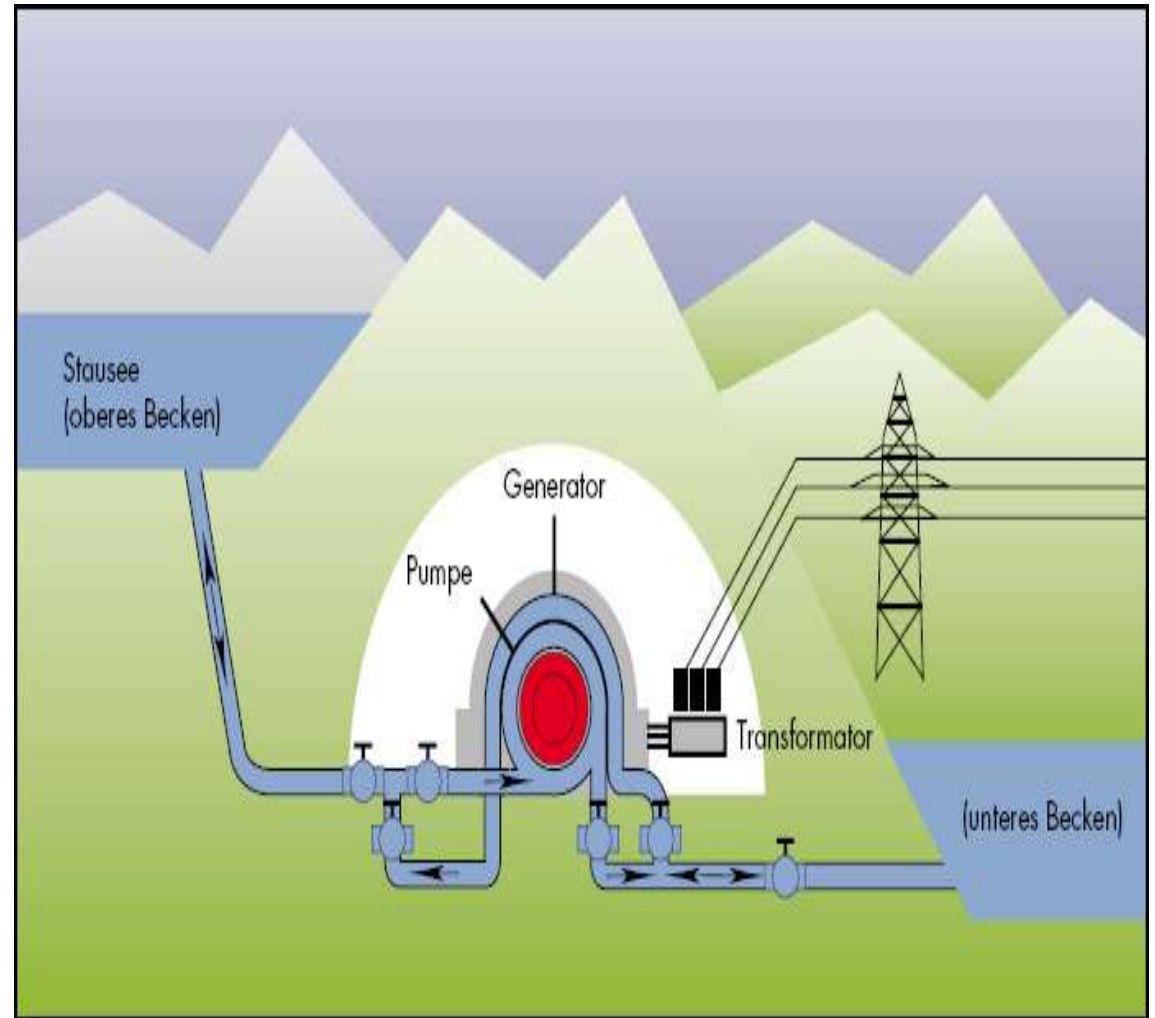
## Speicherkraftwerke

**Speicherkraftwerke** nutzen die hohe Lage des Wassers und die Speicherkapazität von Talsperren und Bergseen zur Stromerzeugung. Beim Talsperren-Kraftwerk werden üblicherweise Kaplan- oder Francis-turbinen eingesetzt, die sich am Fuß der Staumauer befinden. Beim Bergspeicherkraftwerk wird ein in der Höhe liegender See über Druckrohrleitungen mit dem Kraftwerk im Tal verbunden. Wegen der großen Fallhöhe werden meistens Peltonturbinen eingesetzt. Speicherkraftwerke können sowohl zur Deckung der elektrischen Grundlast als auch im Spitzenlastbetrieb eingesetzt werden. Pumpspeicherkraftwerke werden nicht durch natürliche Wasservorkommen, sondern durch aus dem Tal heraufgepumptes Wasser aufgefüllt. Damit wird in Schwachlastzeiten – etwa nachts – erzeugter elektrischer Strom zwischengespeichert und kann in Spitzenlastzeiten tagsüber wieder über eine Turbine abgerufen werden.

Quelle:

BMU – Erneuerbare Energien, Innovationen für eine nachhaltige Zukunft, S. 128, 10/2011

## Prinzipieller Aufbau und Funktionsweise



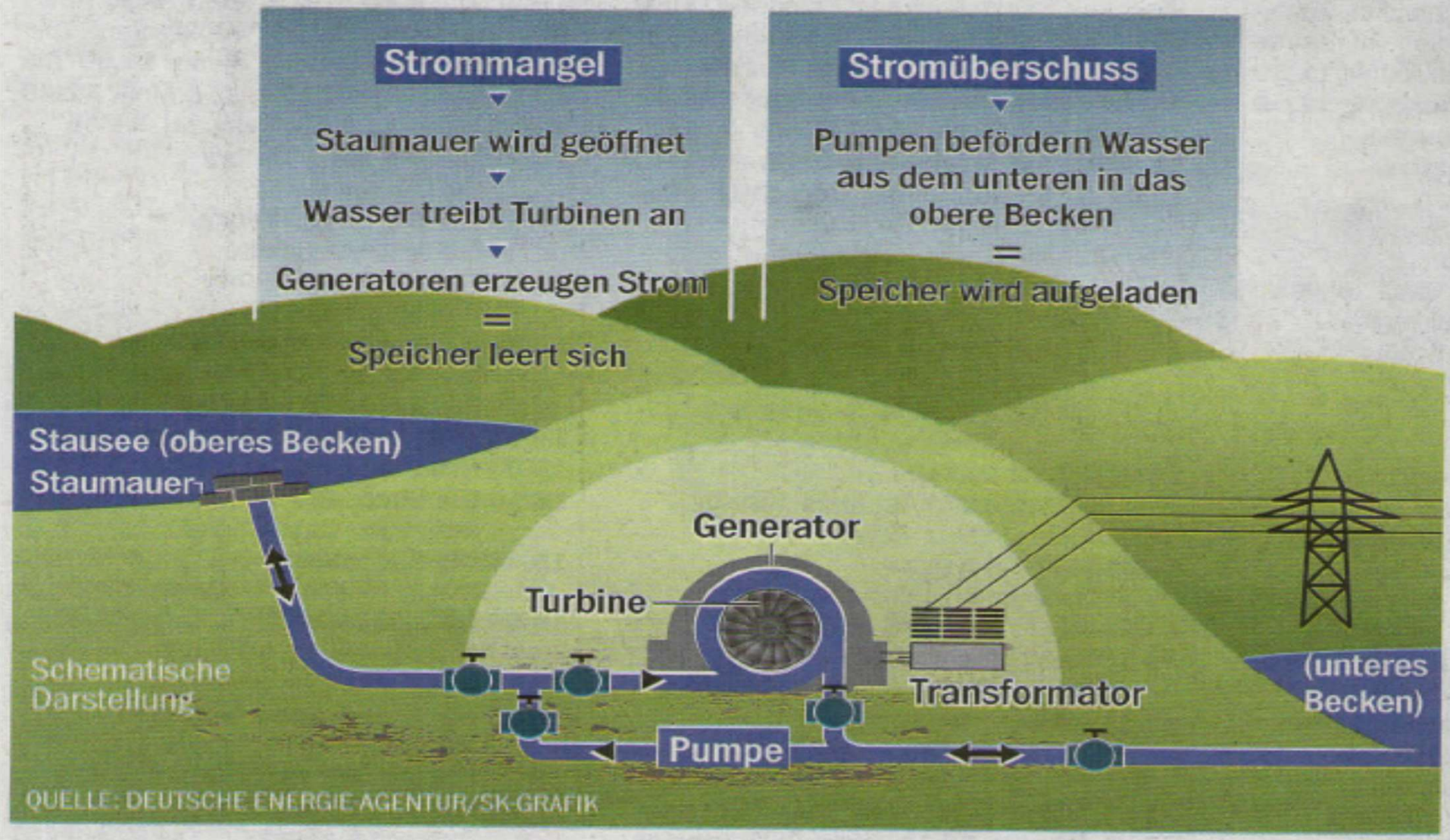
Bildquelle: Bine aus [www.dena.de](http://www.dena.de) vom 07.04.2011



## Pumpspeicherkraftwerke (2)

### Puffer im Stromnetz

Pumpspeicherkraftwerke funktionieren nach diesem Prinzip:



# Wasserkraft in Baden-Württemberg

## Wasserkraft in Baden-Württemberg

- Wasserkraft ist eine wichtige erneuerbare Energiequelle in Baden-Württemberg, die bei der Stromerzeugung eingesetzt wird <sup>1,2</sup>.
- Es gibt rund 1.700 Anlagen mit einer Leistung unter 1 Megawatt (kleine Wasserkraft) und 65 Anlagen mit einer Leistung von mehr als 1 Megawatt (große Wasserkraft) im Südwesten <sup>1,2,3</sup>.
- Die Wasserkraft hat einen Anteil von 7,6 %\* an der Bruttostromerzeugung im Land und unter den Erneuerbaren einen Anteil von 21,5 % <sup>3\*</sup>.
- Die Nutzung der Wasserkraft kann zu Konflikten mit der Gewässerökologie und der Fischerei führen, daher ist es wichtig, die beiden Zielsetzungen „Ausbau der erneuerbaren Energien“ und „gewässerökologische Verbesserungen“ in Einklang zu bringen <sup>1,2</sup>.
- Das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft hat eine Studie zum Ausbaupotenzial der kleinen Wasserkraft im Einzugsgebiet des Neckars durchgeführt, die hier heruntergeladen werden kann <sup>1</sup>.

Quellen: Microsoft BING Chat mit GPT 4 (KI), 12/2023 aus 1. [um.baden-wuerttemberg.de](https://um.baden-wuerttemberg.de); 2. [rp.baden-wuerttemberg.de](https://rp.baden-wuerttemberg.de); 3. [erneuerbare-bw.de](https://erneuerbare-bw.de) ;

\* Aktualisierung UM BW – EE in BW 2022, 10/2023

# **Landesregierung**

## **Klimaschutz, Energiepolitik, Wasserkraft**



# Koalitionsvertrag der Landesregierung Baden-Württemberg 2021-2026

## Auszug Klimaschutz, Energiepolitik, Wasserkraft, Stand 12. Mai 2021

Die **Kleine Wasserkraft in Baden-Württemberg** wollen wir als Baustein der Energiewende erhalten. Wir werden den Genehmigungsleitfaden fertigstellen und für praktikable Lösungen zwischen allen Beteiligten sorgen. Wir prüfen, ob die bestehenden Möglichkeiten zur Erteilung von Ökopunkten erweitert werden können.

Durch erste Großprojekte, die von der Landesregierung, den Genehmigungsbehörden und der Forschung engbegleitet werden, wollen wir die Möglichkeiten der Tiefengeothermie demonstrieren und anschließend den Schritt in die Breitenanwendung vollziehen. Die „Roadmap Tiefengeothermie“ soll in diesem Sinne fortgeführt werden.

Wir werden den Ausbau von dezentralen Speichern und insbesondere die Weiterentwicklung von Speichertechnologien auch weiterhin begleiten und unterstützen, insbesondere auch das Lastmanagement.

Die Versorgungssicherheit mit Strom und Wärme bei rückläufigen Energieerzeugungsmengen aus Kernkraft- und Kohlekraftwerken ist elementar für Baden-Württemberg. Diese müssen wir gewährleisten und zusätzlich die Klimaziele im Stromsektor erreichen. Das wollen wir soweit es geht mit Erneuerbaren erreichen. Wo dies nicht möglich ist, können bestehende Kraftwerkstandorte im erforderlichen Umfang auf Gas umgerüstet werden. Damit diese Investitionen zukunftsfähig sind, muss dabei bereits jetzt die **spätere Nutzung von grünem Wasserstoff mitberücksichtigt werden**.

In den vergangenen Jahren sind Plattformen und Kompetenznetzwerke aufgebaut worden, um die Energiewende umzusetzen und ihre Akzeptanz zu verbessern. Diese wollen wir auch in der neuen Legislaturperiode konsequent weiterführen und unterstützen. Auch die Kampagne für die Energiewende werden wir weiterentwickeln.

Zur dringend notwendigen Beschleunigung des landesweiten Ausbaus der erneuerbaren Energien richten wir zudem umgehend eine Task Force mit externem Sachverstand ein, die notwendige Mittel und Wege identifiziert und entsprechende Vorschläge an die Landesregierung formuliert.

### **Wasserstoffland Baden-Württemberg**

Unser Ziel ist es, den Markthochlauf der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie zu ermöglichen und das Land hier zu einem führenden Standort zu entwickeln. Dazu werden wir die Maßnahmen, die in der Roadmap Wasserstoff (H2 Südwest) konzipiert sind, bis 2025 konsequent umsetzen.

Wir streben zudem die Teilnahme an nationalen und internationalen Projekten an und werden die hierfür erforderlichen Ko-Finanzierungsmittel bereitstellen. Im Land werden wir eine oder mehrere Modellregionen Wasserstoff fördern. Wirtschaft, Wissenschaft und Öffentlichkeit haben durch die Landesplattform H2BW einen zentralen Ansprechpartner erhalten. Diese Plattform soll daher weitergeführt werden.

Grüner Wasserstoff wird mittel- und langfristig eine zunehmend wichtigere Rolle in der Industrie, im Energiesystem, im Flug-, Schiffs-, Schwerlast- und Busverkehr sowie bei Nutzfahrzeugen spielen. Das ist nur mit nachweislich grünem Wasserstoff nachhaltig. Wir werden uns daher auf Bundesebene für ein entsprechendes Zertifizierungssystem einsetzen. Unabdingbar für den Markthochlauf von grünem Wasserstoff ist neben dem notwendigen Import der weitere Ausbau der erneuerbaren Energien. Zudem ist auf ein möglichst hohes Maß an Effizienz von Wasserstoffanwendungen zu achten. Baden-Württemberg wird im Zuge des Markthochlaufs auch den Aufbau eigener Elektrolysekapazitäten vorantreiben. Außerdem machen wir uns dafür stark, bei neuen Energieinfrastrukturen wie einem nationalen oder europäischen Wasserstoff-Backbone-Netz deutlich vor dem Jahr 2040 berücksichtigt zu werden.

Wir werden die für eine Wasserstoffwirtschaft notwendige Infrastruktur schaffen. Dazu werden wir den bedarfsgerechten Netzneubau Wasserstoff und den Ausbau von Wärmenetzen in den Blick nehmen sowie die Gasinfrastruktur wasserstoffverträglich machen. Wir unterstützen Initiativen, die auch kurzfristig die Logistik- und Verteilstruktur für Wasserstoff aufbauen wollen.

# **Einleitung und Ausgangslage**

# Einleitung und Ausgangslage

## Stromerzeugung aus Wasserkraft in Baden-Württemberg bis 2021, Stand 11/2022 (1)

### Kleinwasserkraft aus Arbeitsgemeinschaft Wasserkraftwerke Baden-Württemberg e.V. (AWK-BW), Stand 11/2022

Die Kleinwasserkraft oder auch „small hydropower“ ist eine regenerative Energiequelle. Sie ist ein elementarer Bestandteil des derzeitigen Erneuerbaren-Mixes und aktuell ist eine Energiewende ohne die technologischen, ökonomischen und ökologischen Vorteile der Wasserkraft nicht denkbar. Die Wasserkraft bringt Qualitäten in das System ein, die nicht von anderen Technologien geleistet werden können. Hierzu zählen neben der Erzeugung von erneuerbarem Strom die Bereitstellung von Regelernergie und Netzdienstleistungen, der Wasserrückhalt in der Landschaft aber auch die Förderung der Wirtschaft in der Region.

Aus technischen Gründen sind Kleinwasserkraftanlagen meistens an natürlich vorhandenen Schwellen erbaut und seit Jahrhunderten Bestandteil unserer Kulturlandschaft. Insgesamt gibt es in **Baden-Württemberg** mehr als 17.500 Querverbauungen, mittlerweile wird nur noch an 1.601 Standorten eine Kleinwasserkraftanlage mit einer Leistung unter 1 MW betrieben (siehe Landtag von Baden-Württemberg, **Drucksache 16/2938** vom 2.11.2017 und Drucksache 16-4669 vom 20.08.2018. Die bestehenden Querbauwerke und Wasserkraftanlagen sowie Ausbaupotenziale in Baden-Württemberg wurden in einem **Energieatlas** dokumentiert.

**Deutschlandweit** wird häufig von etwa 190.000 Querbauwerken, und damit zwei je Flusskilometer, gesprochen. Der Großteil dieser Bauwerke dient dem Hochwasserschutz, der Schifffahrt, dem Wasserrückhalt, der Trinkwassergewinnung oder anderen Zwecken. Die Anzahl der Wasserkraftwerke (groß und klein) in ganz Deutschland beträgt laut **Umweltbundesamt** 7.600.

### Landtag BW: Drucksache 16/2938 vom 2.11.2017

Die Wasserkraft wird in Baden-Württemberg traditionell intensiv genutzt. Insgesamt werden im Land ca. 1.700 Wasserkraftanlagen mit einer installierten Leistung von 881 MW (Stand 2016) betrieben. Zur großen Wasserkraft lassen sich dabei knapp 70 Anlagen mit einer Leistung >1 MW (insgesamt 730 MW) zählen.

Der Bereich der kleinen Wasserkraft mit einer Leistung unter 1 MW, wie sie das Wassergesetz des Landes definiert, umfasst eine installierte Leistung von etwa 150 MW bei rund 1.630 Anlagen.

Der Anteil der Wasserkraft aus erneuerbaren Energiequellen insgesamt lag in Bezug zur gesamten Stromerzeugung in Baden-Württemberg im Jahr 2016 bei knapp 8 %. Naturgemäß stellt dabei die große Wasserkraft den weit überwiegenen Anteil des Stroms aus Wasserkraft bereit. Dennoch stellt der Beitrag der kleinen Wasserkraft von etwa 1 % ebenfalls einen Baustein zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien und damit zugunsten der Energiewende und für den Klimaschutz dar.

Strom aus kleinen Wasserkraftwerken kann gerade im ländlichen Raum beim Netzbetrieb und bei der Stabilisierung schwacher Netze von Bedeutung sein. Die umweltfreundliche und nachhaltige Nutzung der kleinen Wasserkraft liegt daher im Interesse des Landes.

### Reg. Wasserkraft in BW 2021 nach UM BW-ZSW

BSE 4,673 TWh, installierte Leistung 889 MW, Anteil 9,2% von Gesamt-BSE 50,9 TWh

# Einleitung und Ausgangslage

## Stromerzeugung aus Wasserkraft in Baden-Württemberg 2015, Stand bis 10/2016 (2)

Bei der Stromerzeugung ist die Wasserkraft die bedeutendste erneuerbare Energiequelle in Baden-Württemberg. Neben 65 Anlagen, die mit einer Leistung von mehr als 1 MW zur großen Wasserkraft zählen, sind im Südwesten rund 1.700 Anlagen mit einer Leistung unter 1 MW anzutreffen (= kleine Wasserkraft). Da im Rahmen der Wasserkraftnutzung direkt in die Gewässer eingegriffen wird, können insbesondere bei der Nutzung der kleinen Wasserkraft Konfliktbereiche mit der Gewässerökologie und der Fischerei entstehen.

Aufgabe aus Sicht des Landes ist es, die beiden Zielsetzungen „Ausbau der erneuerbaren Energien“ einerseits und „gewässerökologische Verbesserungen im Sinne der Wasserrahmenrichtlinie“ andererseits so weit wie möglich in Einklang zu bringen. Da aus energie- und klimapolitischer Sicht die Frage nach der energetischen Erschließung bislang noch ungenutzter Potenziale auch der sogenannten „kleinen Wasserkraft“ aktuell ist, wurde im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft im Zeitraum Herbst 2008 bis Herbst 2010 das Potenzial der Wasserkraft an Standorten bis 1.000 kW (kleine Wasserkraft) für das Einzugsgebiet des Neckars (ohne Bundeswasserstraße Neckar) systematisch untersucht.

### **Studie zum Ausbaupotenzial der kleinen Wasserkraft im Einzugsgebiet des Neckars**

Dabei wurden sowohl Ausbaupotenziale an bereits für die Wasserkraft genutzten Standorten abgeschätzt wie auch Neubaupotenziale an noch nicht genutzten Querbauwerken ermittelt. Bei der Bewertung der einzelnen Standorte wurden die ökologischen Gesichtspunkte berücksichtigt, insbesondere die Durchgängigkeit und die Abfluss-verhältnisse. Die hierfür erarbeitete Methodik ist in der Potenzialstudie ausführlich beschrieben.

Die Potenzialstudie mit Stand Mai 2011 und der Anhang zur Studie, in welchem methodische Details und Angaben zur regionalen Verteilung der ermittelten Potenziale wiedergegeben sind, können beim UM BW heruntergeladen werden.

Wasserkraftwerke leisten bislang mit Abstand den größten Beitrag zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Baden-Württemberg. Hierzu wird ausschließlich die Stromerzeugung aus Laufwasser und Speicherwasser aus natürlichem Zufluss gezählt. Pumpstromerzeugung fällt nicht hierunter.

Die Stromerzeugung aus Wasserkraft schwankt im Jahresvergleich verhältnismäßig stark, da sie vor allem von der Niederschlagsmenge und der Konstanz des Wasserdurchflusses abhängt. Abweichungen in einer Größenordnung von 20 % nach oben und unten sind nicht ungewöhnlich. Als Maßstab muss daher ein Normaljahr mit durchschnittlichen Bedingungen für die Stromerzeugung angesetzt werden. Ein solches „Normaljahr“ Ausbau erneuerbarer Energien im Stromsektor war das Jahr 2005, in dem mit einer Kraftwerksleistung von 775 MW 4,9 TWh Strom bereitgestellt wurden. Eine Normalisierung der Werte der Folgejahre anhand der installierten Leistung schafft hier eine bessere Vergleichbarkeit. Denn die absolute Erzeugung lag in Jahren von 2006 bis 2008 um die 5,2 TWh und damit bei gleicher installierter Leistung witterungsbedingt deutlich höher als in 2005. In 2008 konnte die Kraftwerksleistung minimal auf 777 MW gesteigert werden, was sich naturgemäß in der Stromerzeugung nicht sichtbar auswirkte. 2009 entsprach wiederum den Bedingungen eines Normaljahres, so dass auch die Stromerzeugung auf das normalisierte Niveau von 5 TWh zurückging.

In 2010 wurde das größte vorhandene Wasserkraft-Bauvorhaben, der (Quasi)-Neubau des Kraftwerks Rheinfelden, vollendet. Das neue Kraftwerk weist nun eine elektrische Gesamtleistung von 100 MW auf. Aufgrund der Betreiberkonstellationen der Rheinkraftwerke können jedoch weder die Leistungszuwächse noch die produzierte Strommenge Baden-Württemberg bzw. Deutschland vollständig zugerechnet werden. Der deutsche Anteil an den Rheinkraftwerken beträgt lediglich 50 %, so dass von den 74 MW Leistungszuwachs nur 37 MW in Baden-Württemberg zu verbuchen sind.

Ebenfalls in 2010 abgeschlossen wurden die Arbeiten für das Wehrkraftwerk in Albbruck-Dogern, was zu einer Steigerung der am Rhein installierten Wasserkraftleistung um weitere 24 MW führte. Hiervon ist wiederum nur ein Teil Baden-Württemberg zuzurechnen, so dass sich aus beiden Großvorhaben ein Leistungszuwachs in Höhe von 52 MW ergibt. Weitere 3 MW stammen aus kleineren Wasserkraftanlagen die 2010 hinzu gekommen sind, wie Esslingen am Neckar mit 1,25 MW. Dies bedeutet für 2010 einen großen Sprung in der installierten Erzeugungsleistung aus Wasserkraft in Baden-Württemberg. Der Leistungszubau ist in der Stromerzeugung noch nicht vollständig abgebildet, da die Kraftwerke erst im Jahresverlauf die Stromerzeugung aufgenommen haben und daher nur einen Teil der möglichen Jahresstrommenge bereitstellen konnten. Über die an der Leistung orientierte Normalisierung wird deutlich, welche Erzeugung mit der nun installierten Leistung in den kommenden Jahren im Durchschnitt möglich sein wird.

Neben den bereits realisierten Vorhaben wird die geplante Kraftwerkserweiterung in Iffezheim 2012 eine weitere nennenswerte Steigerung der Erzeugungsleistung bewirken. Der vorgesehene Leistungszubau wird 38 MW betragen, wovon Baden-Württemberg 19 MW zugeschrieben werden können. Insgesamt ergab sich im Jahr 2015 eine Kraftwerksleistung von 876 MW



## Ausgewählte Schlüsseldaten zur Strombereitstellung aus reg. Wasserkraft in Baden-Württemberg 2020/21

### Daten zum Gesamtstrom\*:

	Stat. LA BW (20)	UM BW-ZSW (21)
- Bruttostromerzeugung BSE:	44,3 TWh	50,9 TWh
- Bruttostromverbrauch BSV:	65,8 TWh	68,1 TWh

### Schlüsseldaten regenerative Wasserkraft\*:

- Strombereitstellung Endenergie <sup>1)</sup> :	4.130 GWh	4.673 GWh
TOP 2 Bundesländerrangfolge	Bayern, Baden-Württemberg	
Anteil an der BSE	9,4 %	9,2 %
Anteil am BSV	6,3 %	6,9 %
- Installierte Leistung <sup>2)</sup> :	k.A.	889 MW
Netto-Zubau installierte Leistung	k.A.	1 MW
- Jahresvolllaststunden:	k.A.	5.256 h/Jahr

*(Strommenge 4.130 GWh / Leistung 0,888 GW); max. 8.760 h/Jahr)*

- Beschäftigte:	2.330 (2016)
-----------------	--------------

\* Daten 2021 vorläufig; Stand 10/2022

Energieeinheiten: 1 TWh (Mrd. kWh) = 1.000 GWh;

Leistungseinheiten: 1 GW = 1.000 MW

1) Bei Pumpspeicherkraftwerken nur Stromerzeugung aus natürlichem Zufluss. Abweichung zur amtlichen Statistik durch Hochrechnung einer eigenen Zeitreihe nach Heimerl, Fichner (Stat. LA BW im Jahr 2020: regenerative Wasserkraft 4,130 TWh, Gesamt BSE = 44,337 TWh)

2) Bei Pumpspeicherkraftwerken ohne natürlichem Zufluss ist die Leistung nicht berücksichtigt

Quellen: UM BW-ZSW- Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2021, 10/2022; Stat. LA BW bis 12/2022 aus [www.statistik.bw.de](http://www.statistik.bw.de)

# **Grundlagen und Rahmenbedingungen**

# Grundsätzliches zur Wasserkraft in Baden-Württemberg, Stand Juli 2022 (1)

## Wasserkraft

Wasserkraft ist neben der Solarenergie derzeit die bedeutendste erneuerbare Energiequelle in Baden-Württemberg. Die Wasserkraft ist eine wesentliche Säule der Energiewende, da die Stromerzeugung aus Wasserkraftwerken durch ihre Kontinuität und Regelbarkeit die Wind- und Solarstromerzeugung ergänzt.

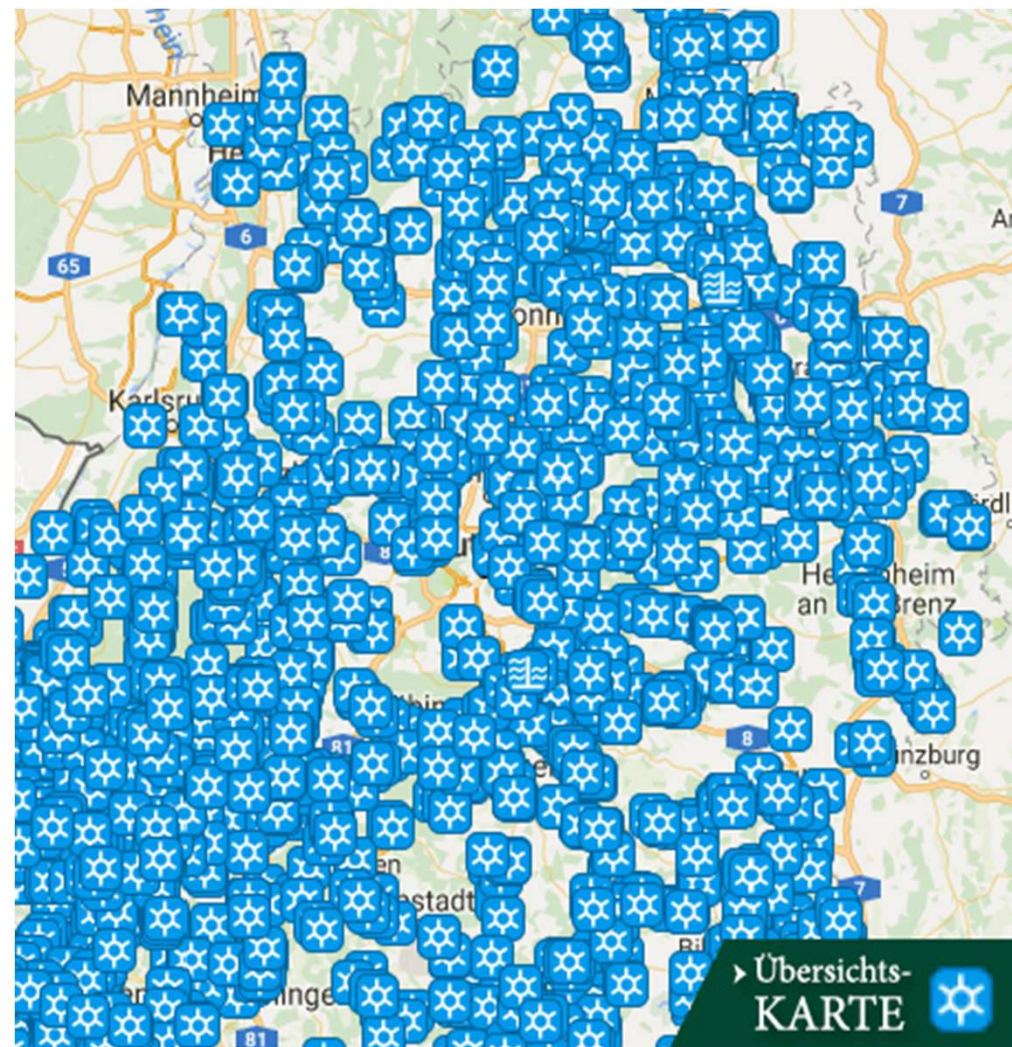
## Bestehende Wasserkraftanlagen

Bei der Wasserkraft wird zwischen kleiner Wasserkraft (Anlagen bis 1 MW Leistung) und großer Wasserkraft (Wasserkraftwerke größer 1 MW Leistung) unterschieden. Die Karte zeigt alle bestehenden Wasserkraftanlagen auf Grundlage des Anlagenkatasters Wasserbau (AKWB) mit einer Leistung bis 1 MW der baden-württembergischen Flusseinzugsgebiete Neckar, Donau, Hochrhein, Bodensee/Alpenrhein, Main und Oberrhein. Bei den Großkraftwerken wird nicht zwischen EEG-geförderten und nicht-EEG-geförderten Anlagen unterschieden. Zusätzlich werden die Standorte bestehender Regelungs- und Sohlenbauwerke dargestellt, deren Neubaupotenzial mit einer Wirtschaftlichkeit von mindestens 'mittelmäßig' bewertet wurde.

Datengrundlagen sind Untersuchungen vom Büro am Fluss e.V. in Zusammenarbeit mit dem Hydra Institut für angewandte Hydrobiologie und der Fichtner Water & Transportation GmbH (2015/2016). Dargestellt sind die Wasserkraftanlagen inklusive der jeweils installierten Leistung [kW]. Die Kenndaten der Großkraftwerke stammen aus der Broschüre "Wasserkraft in Baden-Württemberg" des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft (2010).

Bei Klick auf ein Symbol in der Karte werden weitere Objektinformationen angezeigt.

## Übersichtskarte Wasserkraftanlagen (Auszug)





# Grundsätzliches zur Wasserkraft in Baden-Württemberg, Stand Juli 2022 (2)

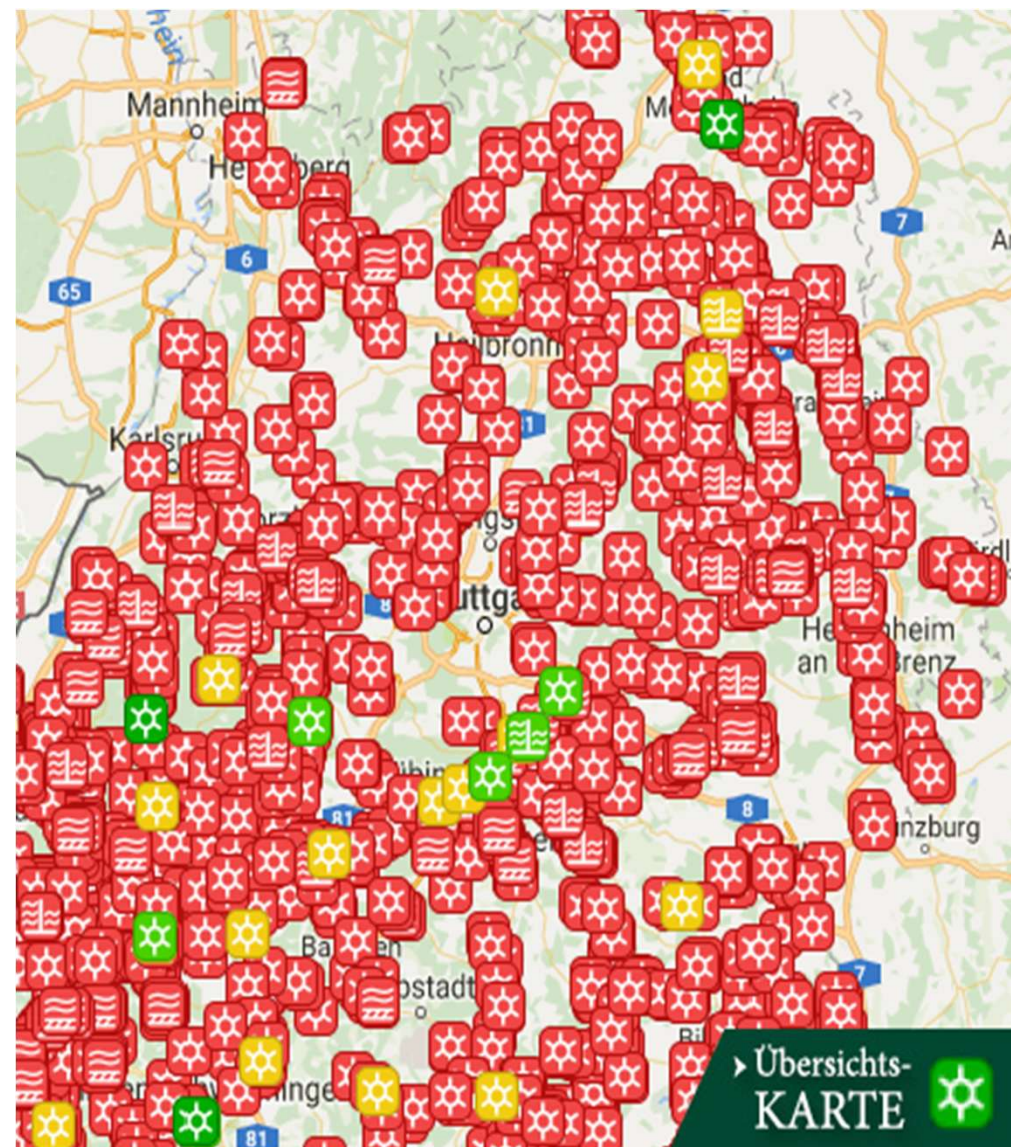
## Ermitteltes Wasserkraftpotenzial

Die Karte zeigt das mögliche Aus- und Neubaupotenzial an bereits genutzten Wasserkraftstandorten mit einer Leistung zwischen 8 kW und 1 MW sowie das Wasserkraftpotenzial an bislang noch nicht für die Erzeugung von Strom aus Wasserkraft genutzten Querverbauungen (Regelungs- und Sohlenbauwerke) in den baden-württembergischen Flusseinzugsgebieten Neckar, Donau, Hochrhein, Bodensee/Alpenrhein, Main und Oberrhein.

Datengrundlagen sind Untersuchungen vom Büro am Fluss e.V. in Zusammenarbeit mit dem Hydra Institut für angewandte Hydrobiologie und der Fichtner Water & Transportation GmbH (2015/2016). Aus den Untersuchungsergebnissen wurde der mögliche Stromertrag in MWh/a je Wasserbauwerk berechnet. Dabei wurden technische, ökonomische und ökologische Faktoren berücksichtigt.

Weiterführende Informationen zu den Rahmenbedingungen der Berechnungen sind im Kapitel **Potenzialanalyse** zu finden. Bei Klick auf ein Symbol in der Karte werden weitere Objektinformationen angezeigt.

## Übersichtskarte Wasserkraftpotenzial (Auszug)





# Grundsätzliches zur Wasserkraft in Baden-Württemberg, Stand Juli 2022 (3)

## Hintergrundinformationen

Wasserkraft gehört mit einem Anteil von 9,1 % an der Bruttostromerzeugung im Jahr 2021 zusammen mit der Windenergie und der Photovoltaik zu den bedeutendsten erneuerbaren Energiequellen in Baden-Württemberg. Die Wasserkraftnutzung kann jedoch aus ökologischer Sicht zu einer erheblichen Beeinträchtigung vieler Fließgewässer führen. Insbesondere bei der Nutzung der sogenannten "kleinen Wasserkraft" (Anlagen bis 1 MW Leistung) können Konflikte mit dem Gewässerschutz oder auch der Fischerei entstehen. Die Europäische Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) verfolgt unter anderem das Ziel, bis zum Jahr 2015 einen guten ökologischen Zustand für alle Oberflächengewässer zu erreichen, soweit nicht erheblich veränderte oder künstliche Wasserkörper betroffen sind. Aufgabe des Landes ist es, beide Zielsetzungen – Ausbau der erneuerbaren Energien einerseits und gewässerökologische Verbesserungen im Sinne der WRRL andererseits – so weit wie möglich in Einklang zu bringen.

Von 2015 bis 2016 wurde das Potenzial der Wasserkraft an Standorten bis 1 MW für die Einzugsgebiete Neckar, Donau, Hochrhein, Bodensee/Alpenrhein, Main und Oberrhein systematisch untersucht. Die Wasserkraftanlagen am Main, Hoch- und Oberrhein und am schiffbaren Neckar (Bundeswasserstraße Neckar zwischen Plochingen und Mannheim) haben durchweg eine Leistung von mehr als 1 MW. Die Untersuchung wurde vom Büro am Fluss e.V. in Zusammenarbeit mit dem Hydra Institut für angewandte Hydrobiologie und der Fichtner Water & Transportation GmbH in 2015/2016 durchgeführt. Es wurden sowohl die Ausbaupotenziale an bereits für die Wasserkraft genutzten Standorten als auch die Neubaupotenziale an noch nicht genutzten Querbauwerken ermittelt. Gewässer- und fischökologische Belange sind in die Bewertung der einzelnen Standorte eingeflossen, insbesondere die Durchgängigkeit und die Abflussverhältnisse sowie Fischwanderungen und -migrationen.

Als Grundlage für die Potenzialermittlung dienten ökologisch verträgliche Abflüsse gemäß Wasserkrafterlass Baden-Württemberg, die insbesondere die negativen Auswirkungen der Wasserkraftnutzung auf den Aspekt der Fischwanderungen und -migrationen vermindern können. Weitere im Zusammenhang mit der Wasserkraft stehende Beeinträchtigungen des Gewässers als Lebensraum für Flora und Fauna können hierdurch jedoch nicht oder nur begrenzt verhindert werden.

Der gemeinsamen Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums, des Ministeriums für Ernährung und Ländlichen Raum und des Wirtschaftsministeriums können weitere Informationen zu den rechtlichen Rahmenbedingungen für Zulassungsverfahren von Wasserkraftanlagen bis 1 MW (kleine Wasserkraft) entnommen werden.

### Quellen:

- Umweltministerium, Ministerium für Ernährung und Ländlichen Raum, Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg (2006): Gemeinsame Verwaltungsvorschrift zur gesamtökologischen Beurteilung der Wasserkraftnutzung (Wasserkrafterlass); Kriterien für die Zulassung von Wasserkraftanlagen bis zu 1.000 kW
- Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg; Hrsg. (2022): Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2021 - Erste Abschätzung, April 2022
- Heimerl, S., Becker, A., Reiss, J. (2015): Ausbaupotenzial der Wasserkraft bis 1.000 kW im Einzugsgebiet der Donau in Baden-Württemberg unter Berücksichtigung ökologischer Bewirtschaftungsziele
- Heimerl, S., Becker, A., Reiss, J. (2015): Ausbaupotenzial der Wasserkraft bis 1.000 kW im Einzugsgebiet der Donau in Baden-Württemberg unter Berücksichtigung ökologischer Bewirtschaftungsziele - Anhang
- Heimerl, S., Becker, A., Reiss, J. (2015): Ausbaupotenzial der Wasserkraft bis 1.000 kW im baden-württembergischen Einzugsgebiet des Hochrheins unter Berücksichtigung ökologischer Bewirtschaftungsziele
- Heimerl, S., Becker, A., Reiss, J. (2015): Ausbaupotenzial der Wasserkraft bis 1.000 kW im baden-württembergischen Einzugsgebiet des Hochrheins unter Berücksichtigung ökologischer Bewirtschaftungsziele - Anhang
- Heimerl, S., Becker, A., Reiss, J. (2015): Ausbaupotenzial der Wasserkraft bis 1.000 kW im baden-württembergischen Einzugsgebiet des Bodensees unter Berücksichtigung ökologischer Bewirtschaftungsziele
- Heimerl, S., Becker, A., Reiss, J. (2015): Ausbaupotenzial der Wasserkraft bis 1.000 kW im baden-württembergischen Bodensee-Einzugsgebiet unter Berücksichtigung ökologischer Bewirtschaftungsziele - Anhang
- Heimerl, S., Becker, A., Reiss, J. (2015): Ausbaupotenzial der Wasserkraft bis 1.000 kW im baden-württembergischen Einzugsgebiet des Mains unter Berücksichtigung ökologischer Bewirtschaftungsziele
- Heimerl, S., Becker, A., Reiss, J. (2015): Ausbaupotenzial der Wasserkraft bis 1.000 kW im baden-württembergischen Einzugsgebiet des Mains unter Berücksichtigung ökologischer Bewirtschaftungsziele - Anhang
- Heimerl, S., Becker, A., Reiss, J. (2016): Ausbaupotenzial der Wasserkraft bis 1.000 kW im baden-württembergischen Einzugsgebiet des Oberrheins unter Berücksichtigung ökologischer Bewirtschaftungsziele
- Heimerl, S., Becker, A., Reiss, J. (2016): Ausbaupotenzial der Wasserkraft bis 1.000 kW im baden-württembergischen Einzugsgebiet des Oberrheins unter Berücksichtigung ökologischer Bewirtschaftungsziele - Anhang
- Heimerl, S., Becker, A., Reiss, J. (2016): Ausbaupotenzial der Wasserkraft bis 1.000 kW im baden-württembergischen Einzugsgebiet des Neckars unter Berücksichtigung ökologischer Bewirtschaftungsziele
- Heimerl, S., Becker, A., Reiss, J. (2016): Ausbaupotenzial der Wasserkraft bis 1.000 kW im baden-württembergischen Einzugsgebiet des Neckars unter Berücksichtigung ökologischer Bewirtschaftungsziele - Anhang

# Grundsätzliches zur Wasserkraft in Baden-Württemberg, Stand Juli 2022 (4)

## Potenzialanalyse

Zur Ermittlung des Ausbaupotenzials wurden im Untersuchungsgebiet insgesamt 9.347 Standorte betrachtet. Dabei handelte es sich um 2.134 bereits zur Wasserkrafterzeugung genutzte Standorte, 2.018 Regelungsbauwerke ohne zugeordnete Wasserkraftanlagen sowie 5.286 Sohlenbauwerke mit einem theoretischen Potenzial von mindestens 8 kW (Heimerl, Becker & Reiss 2015/2016). Zur Ermittlung der Wasserkraftpotenziale wurden an fischökologischen Erfordernissen orientierte standardisierte Festlegungen zu ökologischen Abflüssen getroffen, insbesondere anhand des Wasserkrafterlasses Baden-Württemberg. Genauer zu den entsprechenden Szenarien beschreibt das Kapitel **Ökologische Festlegungen**. Das mehrstufige Verfahren zur Standortbewertung ist im Kapitel **Bewertung** dargestellt.

Im Zuge der Potenzialermittlung wurde an 429 Standorten der Neubau einer Wasserkraftanlage erwogen, an 808 Standorten der Ausbau einer vorhandenen Nutzung. An insgesamt 8.111 Standorten wurde aus verschiedenen Gründen (zu geringe Fallhöhe u. a.) kein Potenzial ermittelt. Im Energieatlas wird aus Gründen einer besseren Übersicht in der Darstellung zwischen Aus- und Neubau nicht unterschieden.

Insgesamt lassen sich folgende Aussagen für das Untersuchungsgebiet treffen (Datenstand Juni 2017): Die vorhandene Leistung liegt bei 270 MW, die Jahresarbeit betrug im Jahr 2012 1.036 GWh. Die theoretisch mögliche technische Leistung beträgt 325 MW, die mögliche technische Jahresarbeit 1.304 GWh (5.160 Betriebsstunden/a). Als "technisch-ökonomisch-ökologisch" mögliche Jahresarbeit verbleiben davon bei dem im Energieatlas zu Grunde gelegten Szenario 1.001 GWh.

Insbesondere hinsichtlich der Berücksichtigung ökologischer Belange muss die Eignung eines Standorts für ein Aus- oder Neubauvorhaben im Einzelfall (Genehmigungsverfahren) geprüft werden.

Für Aus- und Neubaupotenziale an Gewässerstrecken in den Einzugsgebieten Hoch- und Oberrhein, die Programmstrecken zur Wiederansiedlung des europäischen Lachses sind, muss bei der Errichtung einer Neuanlage mit erhöhten Anforderungen und Auflagen gerechnet werden, die bei einer Genehmigungsfähigkeit eine erhebliche Rolle spielen und dieser entgegenstehen können oder die das Vorhaben unwirtschaftlich werden lassen.

### Quellen:

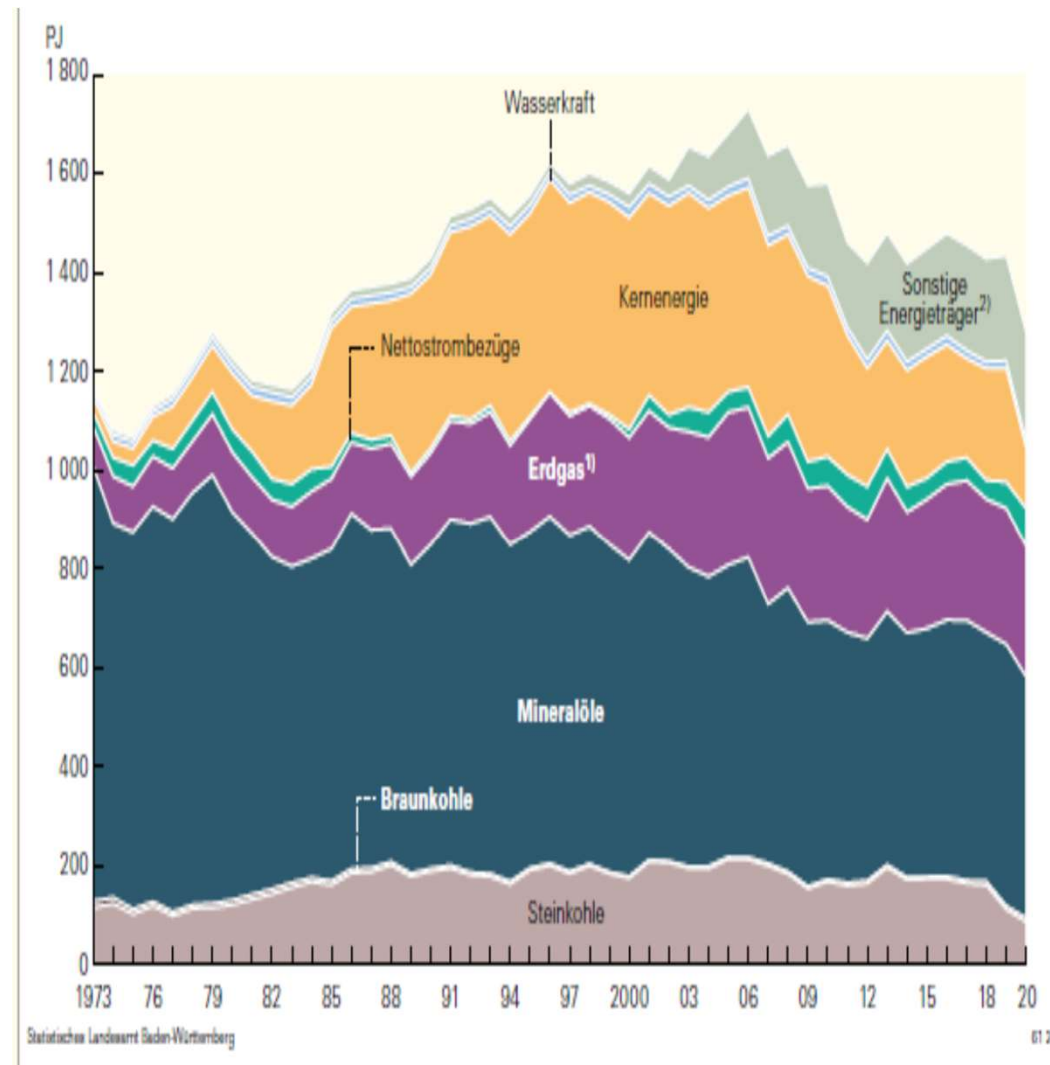
- Umweltministerium, Ministerium für Ernährung und Ländlichen Raum, Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg (2006): Gemeinsame Verwaltungsvorschrift zur gesamtökologischen Beurteilung der Wasserkraftnutzung (Wasserkrafterlass); Kriterien für die Zulassung von Wasserkraftanlagen bis zu 1.000 kW
- Heimerl, S., Becker, A., Reiss, J. (2015): Ausbaupotenzial der Wasserkraft bis 1.000 kW im Einzugsgebiet der Donau in Baden-Württemberg unter Berücksichtigung ökologischer Bewirtschaftungsziele
- Heimerl, S., Becker, A., Reiss, J. (2015): Ausbaupotenzial der Wasserkraft bis 1.000 kW im Einzugsgebiet der Donau in Baden-Württemberg unter Berücksichtigung ökologischer Bewirtschaftungsziele - Anhang
- Heimerl, S., Becker, A., Reiss, J. (2015): Ausbaupotenzial der Wasserkraft bis 1.000 kW im baden-württembergischen Einzugsgebiet des Hochrheins unter Berücksichtigung ökologischer Bewirtschaftungsziele
- Heimerl, S., Becker, A., Reiss, J. (2015): Ausbaupotenzial der Wasserkraft bis 1.000 kW im baden-württembergischen Einzugsgebiet des Hochrheins unter Berücksichtigung ökologischer Bewirtschaftungsziele - Anhang
- Heimerl, S., Becker, A., Reiss, J. (2015): Ausbaupotenzial der Wasserkraft bis 1.000 kW im baden-württembergischen Einzugsgebiet des Bodensees unter Berücksichtigung ökologischer Bewirtschaftungsziele
- Heimerl, S., Becker, A., Reiss, J. (2015): Ausbaupotenzial der Wasserkraft bis 1.000 kW im baden-württembergischen Bodensee-Einzugsgebiet unter Berücksichtigung ökologischer Bewirtschaftungsziele - Anhang
- Heimerl, S., Becker, A., Reiss, J. (2015): Ausbaupotenzial der Wasserkraft bis 1.000 kW im baden-württembergischen Einzugsgebiet des Mains unter Berücksichtigung ökologischer Bewirtschaftungsziele
- Heimerl, S., Becker, A., Reiss, J. (2015): Ausbaupotenzial der Wasserkraft bis 1.000 kW im baden-württembergischen Einzugsgebiet des Mains unter Berücksichtigung ökologischer Bewirtschaftungsziele - Anhang
- Heimerl, S., Becker, A., Reiss, J. (2016): Ausbaupotenzial der Wasserkraft bis 1.000 kW im baden-württembergischen Einzugsgebiet des Oberrheins unter Berücksichtigung ökologischer Bewirtschaftungsziele
- Heimerl, S., Becker, A., Reiss, J. (2016): Ausbaupotenzial der Wasserkraft bis 1.000 kW im baden-württembergischen Einzugsgebiet des Oberrheins unter Berücksichtigung ökologischer Bewirtschaftungsziele - Anhang
- Heimerl, S., Becker, A., Reiss, J. (2016): Ausbaupotenzial der Wasserkraft bis 1.000 kW im baden-württembergischen Einzugsgebiet des Neckars unter Berücksichtigung ökologischer Bewirtschaftungsziele
- Heimerl, S., Becker, A., Reiss, J. (2016): Ausbaupotenzial der Wasserkraft bis 1.000 kW im baden-württembergischen Einzugsgebiet des Neckars unter Berücksichtigung ökologischer Bewirtschaftungsziele - Anhang

# **Beitrag Wasserkraft** zur Energieversorgung

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

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

9. Primärenergieverbrauch in Baden-Württemberg seit 1973 nach Energieträgern*)											
Energieträger	1973	1980	1985	1990	1991	1995	2000	2005	2010	2015	2020
	TJ										
Steinkohle	115 442	120 788	161 345	188 734	194 749	190 934	174 893	213 530	167 926	173 225	86 870
Braunkohle	12 786	9 475	7 780	5 340	5 923	4 027	3 344	3 722	4 238	4 567	7 382
Mineralöle	879 174	784 979	670 779	655 003	699 708	680 115	639 309	590 012	523 034	500 910	487 144
Erdgas <sup>1)</sup>	80 310	121 358	143 034	185 624	199 555	228 087	248 556	310 062	273 081	262 383	264 363
Nettostrombezüge	29 823	46 609	24 711	10 303	10 678	6 192	17 388	41 837	59 591	43 430	77 123
Kernenergie	29 945	113 068	279 846	351 024	370 623	410 464	427 686	396 574	345 483	245 638	121 236
Wasserkraft	11 703	16 014	13 922	14 113	13 428	17 041	21 141	17 677	18 477	15 481	14 868
Sonstige Energieträger <sup>2)</sup>	9 090	15 600	17 713	19 535	20 113	19 001	28 236	108 248	188 207	203 281	220 009
<b>Insgesamt</b>	<b>1 168 173</b>	<b>1 227 891</b>	<b>1 319 130</b>	<b>1 429 676</b>	<b>1 514 777</b>	<b>1 555 861</b>	<b>1 560 553</b>	<b>1 681 662</b>	<b>1 580 037</b>	<b>1 448 915</b>	<b>1 278 975</b>
Anteil in %											
Steinkohle	9,9	9,8	12,2	13,2	12,9	12,3	11,2	12,7	10,6	12,0	6,8
Braunkohle	1,1	0,8	0,6	0,4	0,4	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,6
Mineralöle	75,3	63,9	50,9	45,8	46,2	43,7	41,0	35,1	33,1	34,6	38,1
Erdgas <sup>1)</sup>	6,9	9,9	10,8	13,0	13,2	14,7	15,9	18,4	17,3	18,1	20,7
Nettostrombezüge	2,6	3,8	1,9	0,7	0,7	0,4	1,1	2,5	3,8	3,0	6,0
Kernenergie	2,6	9,2	21,2	24,6	24,5	26,4	27,4	23,6	21,9	17,0	9,5
Wasserkraft	1,0	1,3	1,1	1,0	0,9	1,1	1,4	1,1	1,2	1,1	1,2
Sonstige Energieträger <sup>2)</sup>	0,8	1,3	1,3	1,4	1,3	1,2	1,8	6,4	11,9	14,0	17,2
<b>Insgesamt</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>



\* Daten 2020 vorläufig, Stand 10/2022

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

Bevölkerung (Jahresmittel) Jahr 2020: 11,1 Mio

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

1) Erdgas einschließlich 1973 bis 1986 Stadtgas.

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

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

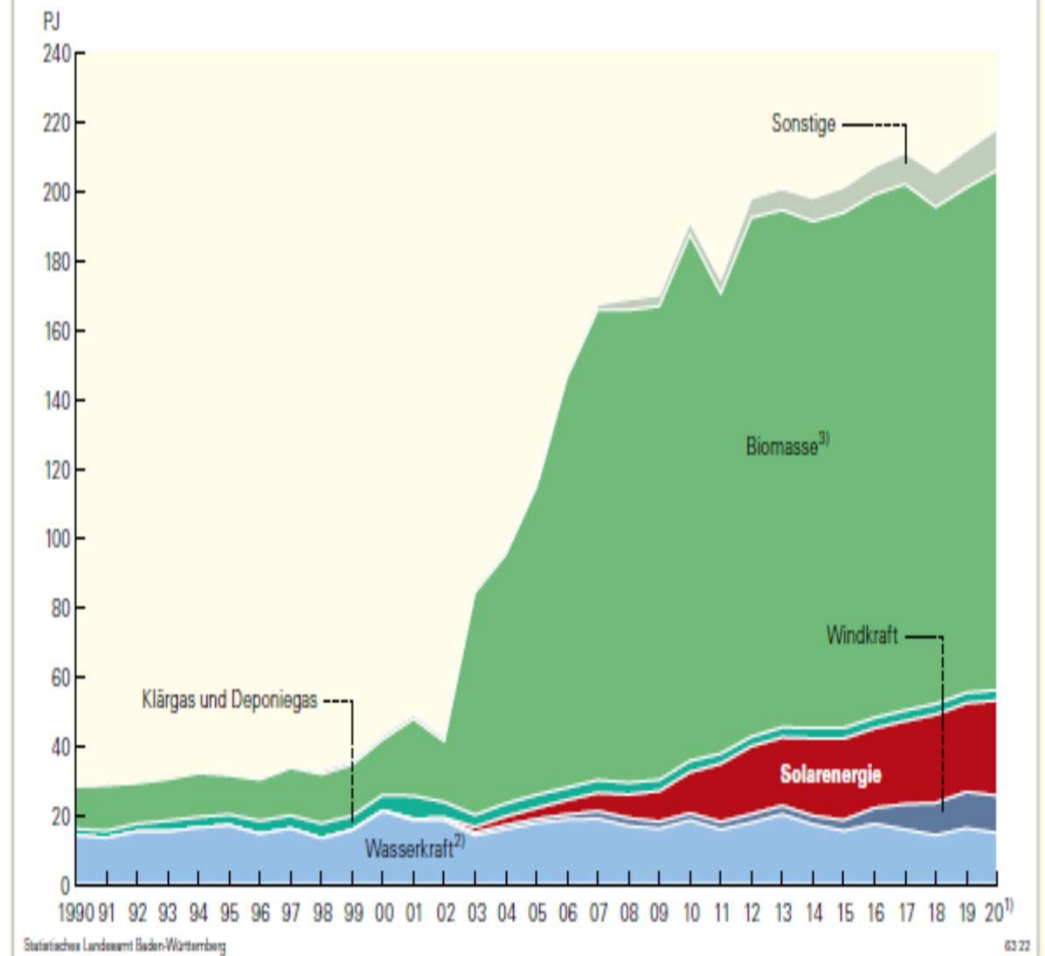


# Entwicklung Primärenergieverbrauch (PEV) aus erneuerbaren Energieträgern in Baden-Württemberg 1990-2020 (2)

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

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

Energieträger	1990	1991	1995	2000	2001	2003	2005	2010	2015	2018	2019	2020 <sup>1)</sup>
	TJ											
Wasserkraft <sup>2)</sup>	14 113	13 428	17 041	21 141	18 480	14 103	17 677	18 477	15 481	14 186	16 198	14 888
Windkraft	-	-	-	192	400	862	1 154	2 016	3 064	9 291	10 471	10 749
Solarenergie	-	-	-	-	-	1 610	3 176	11 961	23 466	25 479	25 575	27 392
Klärgas und Deponiegas	1 932	2 036	3 098	4 424	6 662	3 462	3 785	3 255	3 066	3 047	2 998	3 001
Biomasse <sup>3)</sup>	12 168	13 090	11 334	16 048	22 167	64 057	88 655	151 871	148 719	143 443	145 756	150 059
Sonstige	-	-	-	1 234	1 234	1 152	1 181	3 607	7 306	9 886	10 804	11 926
<b>Insgesamt</b>	<b>28 213</b>	<b>28 554</b>	<b>31 473</b>	<b>43 039</b>	<b>48 943</b>	<b>85 245</b>	<b>115 628</b>	<b>191 088</b>	<b>201 101</b>	<b>205 332</b>	<b>211 804</b>	<b>217 995</b>
	Anteil in % des Primärenergieverbrauchs											
Wasserkraft <sup>2)</sup>	1,0	0,9	1,1	1,4	1,1	0,9	1,1	1,2	1,1	1,0	1,1	1,2
Windkraft	-	-	-	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,7	0,7	0,8
Solarenergie	-	-	-	-	-	0,1	0,2	0,8	1,6	1,8	1,8	2,1
Klärgas und Deponiegas	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Biomasse <sup>3)</sup>	0,9	0,9	0,7	1,0	1,4	3,9	5,3	9,6	10,3	10,0	10,2	11,7
Sonstige	-	-	-	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,5	0,7	0,8	0,9
<b>Insgesamt</b>	<b>2,0</b>	<b>1,9</b>	<b>2,0</b>	<b>2,8</b>	<b>3,0</b>	<b>5,2</b>	<b>6,9</b>	<b>12,1</b>	<b>13,9</b>	<b>14,4</b>	<b>14,8</b>	<b>17,0</b>



1) Daten vorläufig, Stand 10/2022

Bevölkerung Jahresdurchschnitt 2020: 11,1 Mio.

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

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

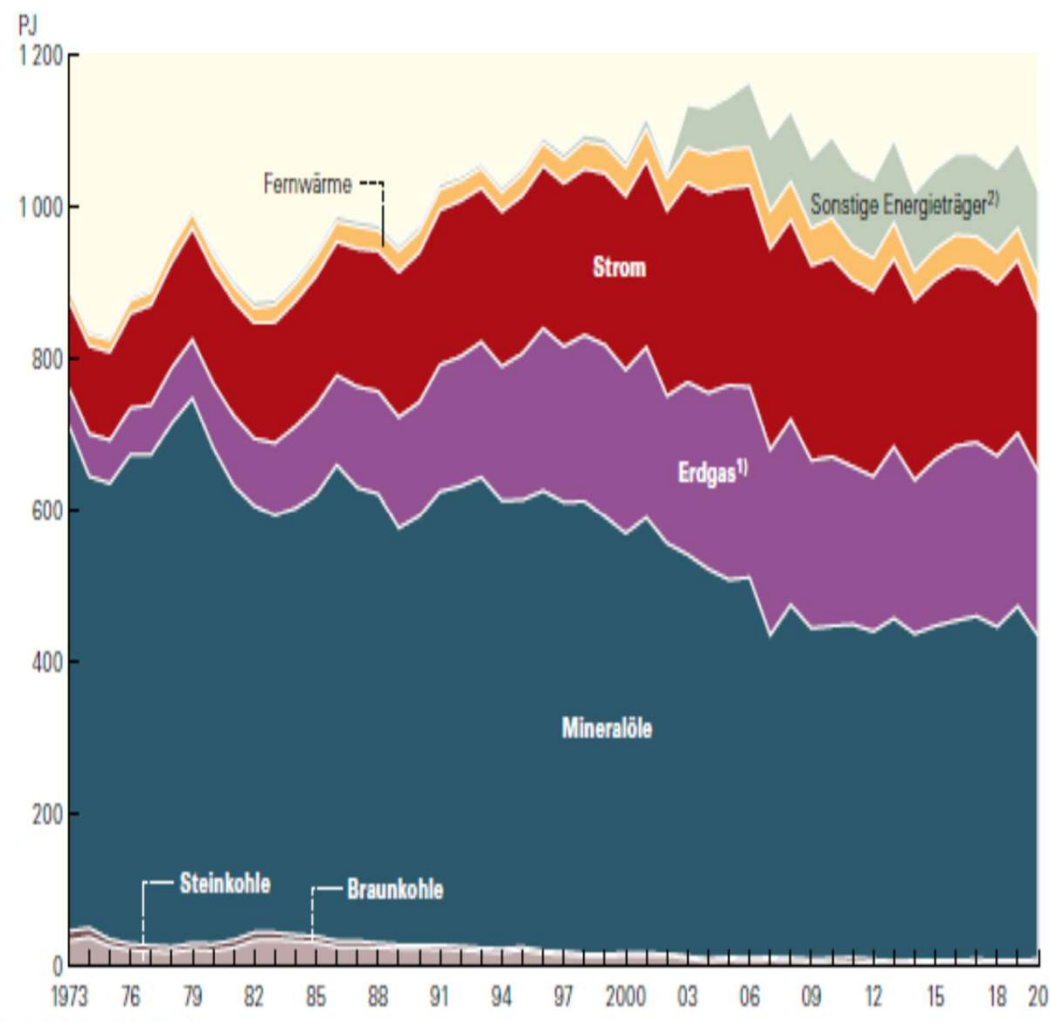
3) Einschließlich Abfall biogen (bis 2009 werden 60 % und ab 2010 noch 50 % von Hausmüll und Siedlungsabfällen als erneuerbare Energie angesehen).

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

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

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

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



\* Daten 2020 vorläufig; Stand 10/2022

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

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2020: 11,1 Mio.

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

1) Bis 1986 einschließlich Stadtgas

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

# Struktur Primärenergieverbrauch (PEV) und Endenergieverbrauch (EEV) mit Beitrag erneuerbare Energien (EE) in Baden-Württemberg 2021 nach UM BW-ZSW

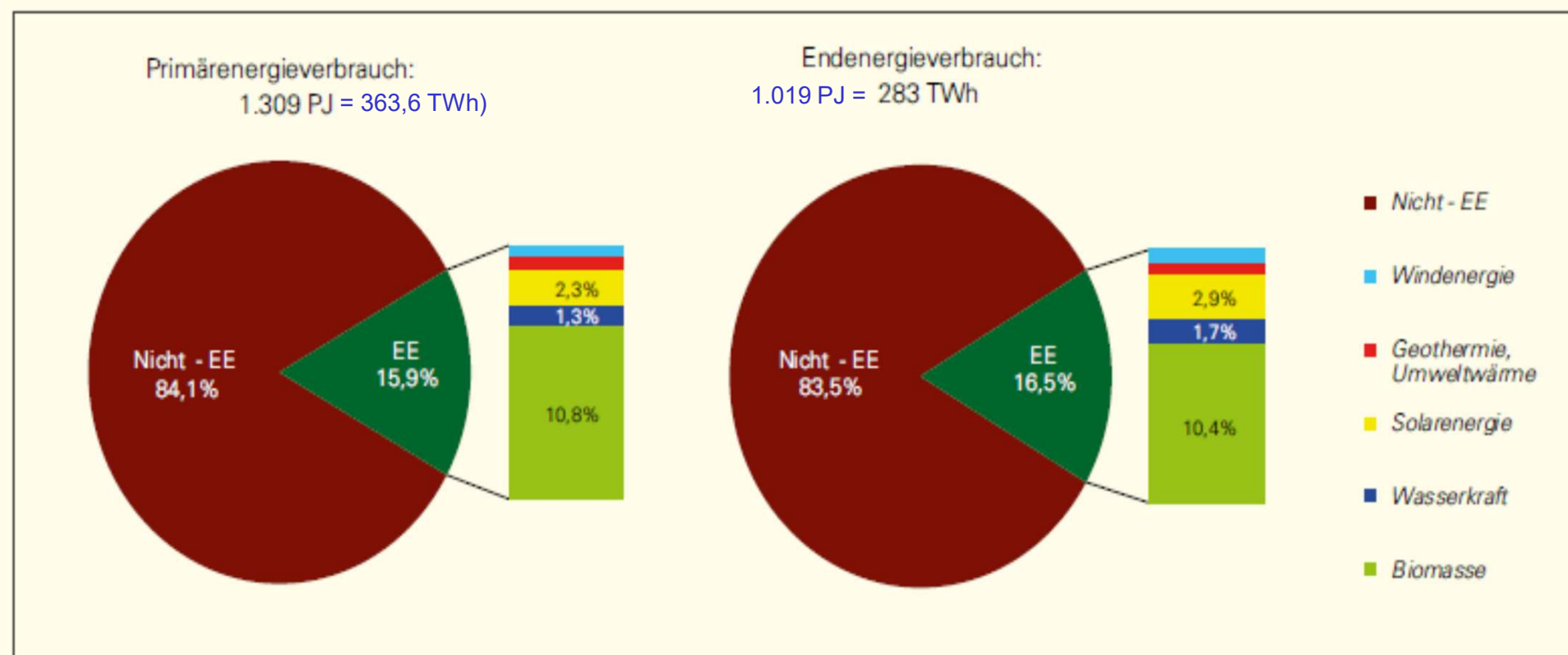
## PEV

Beitrag EE 208 PJ = 57,8 TWh (Anteil 15,9%)

## EEV

Beitrag EE 168 PJ = 46,8 TWh (Anteil 16,5%)

### STRUKTUR DES PRIMÄRENERGIE- UND ENDENERGIEVERBRAUCHS IN BADEN-WÜRTTEMBERG 2021



Alle Angaben vorläufig, Stand September 2022

\* Daten 2021 vorläufig, Stand 9/2022

1) Tiefe Geothermie sowie oberflächennahe Geothermie und Umweltwärme durch Wärmepumpen

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

# Übersicht Entwicklung Energie- und Stromverbrauch

## mit Beitrag erneuerbare Energien in Baden-Württemberg nach UM BW-ZSW 2020/21 (1)

### ENTWICKLUNG DES PRIMÄRENERGIEVERBRAUCHS IN BADEN-WÜRTTEMBERG 2021

Die Corona-Pandemie und die Maßnahmen zu deren Bekämpfung hatten im Jahr 2020 erhebliche Auswirkungen auf die Wirtschaftsleistung und damit auf den Energieverbrauch. Im Jahr 2021 stieg die Wirtschaftsleistung wieder an und somit auch die Nachfrage nach Energie. In Baden-Württemberg betrug der **Primärenergieverbrauch** im Jahr 2021 nach ersten Berechnungen insgesamt 1.309 Petajoule (PJ). Damit ist der Primärenergieverbrauch in Baden-Württemberg im Jahr 2021 um 2,4 Prozent im Vergleich zum Vorjahr gestiegen, dazu trug auch die erhöhte Stromproduktion aus Steinkohle erheblich bei (Wirkungsgradmethode). Der primärenergetische Beitrag der erneuerbaren Energien steigerte sich um knapp 3 Prozent, womit deren Anteil am Primärenergieverbrauch auf rund 16 Prozent angewachsen ist.

### ENTWICKLUNG DES ENDENERGIEVERBRAUCHS IN BADEN-WÜRTTEMBERG 2021

Der **Endenergieverbrauch** im Jahr 2021 ist um 0,3 Prozent gegenüber dem Vorjahr gesunken. Hierbei überlagern sich zwei Effekte: Zum einen stieg der Verbrauch im Industrie- sowie im Gewerbe-, Handels- und Dienstleistungssektor, insbesondere von Strom, Erdgas und Fernwärme. Auch der Gas- und Fernwärmeverbrauch in Haushalten ist witterungsbedingt gestiegen. Dem gegenüber steht ein deutlicher Rückgang des Heizölabsatzes, da es Vorzieheffekte im Jahr 2020 gab. Im Verkehrssektor ist der Verbrauch nur geringfügig gestiegen. Der Beitrag der erneuerbaren Energien ist um mehr als 4 Prozent gewachsen, womit sich der Anteil am Endenergieverbrauch auf 16,5 Prozent erhöht hat.

Die **Bruttostromerzeugung** in Baden-Württemberg ist nach ersten Berechnungen um knapp 15 Prozent auf 50,9 Terrawatt-stunden (TWh) angewachsen. Dies ist hauptsächlich den Steinkohlekraftwerken zuzurechnen. Die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Baden-Württemberg ist gegensätzlich zum bundesweiten Trend um 1,5 Prozentpunkte gestiegen. Der Stromverbrauch hat sich um knapp 4 Prozent erhöht, liegt jedoch mit rund 68 TWh noch). Da die Bruttostromerzeugung im Land stärker als der **Bruttostromverbrauch** gestiegen ist, unterhalb des Niveaus vor der Corona-Pandemie (circa 72 TWh gingen die Nettostromimporte um 19 Prozent auf 17 TWh zurück.

Die **Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien** in Baden-Württemberg ist von 18,2 TWh auf 18,4 TWh gestiegen. 2021 wurden 31 neue Windenergieanlagen mit insgesamt 123 Megawatt (MW) errichtet. Die Stromerzeugung aus Windenergieanlagen lag jedoch mit rund 2,6 TWh trotz des Neuanlagen-zubaus unterhalb des Vorjahresniveaus. Aufgrund des geringeren Anteils der Windenergie im Land wurde deren Rückgang bei der Strombereitstellung durch die Mehrerzeugung aus Photovoltaik- und Wasserkraftanlagen mehr als ausgeglichen. Neben einem schlechten Windjahr war auch ein unterdurchschnittliches Solarjahr zu verzeichnen. Trotz der geringeren Globalstrahlung ist die Stromerzeugung aus Photovoltaikanlagen aufgrund des Zubaus, der ungefähr auf dem Vorjahres-niveau liegt (2021 und 2022 jeweils rund 620 MW), um rund 0,2 TWh auf 6,6 TWh gestiegen. Dagegen konnte bei Solarthermieranlagen der geringere Wärmeertrag nicht durch einen höheren Zubau aufgefangen werden und war rückläufig. Im Zuge des regenreichen Jahres stieg die Stromproduktion aus Wasserkraft um 0,5 TWh auf 4,7 TWh an.

Insgesamt leisteten die **erneuerbaren Energien** in Baden-Württemberg im Jahr 2021 einen Beitrag von 18,4 TWh beziehungsweise 36 Prozent zur Stromerzeugung. Der Rückgang des Anteils um rund 5 Prozentpunkte gegenüber dem Jahr 2020 (41 Prozent) ist hauptsächlich der gestiegenen Bruttostromerzeugung in Steinkohlekraftwerken zuzurechnen. Da der Brutto-Stromverbrauch in Baden-Württemberg deutlich höher als die Bruttostromerzeugung ist, fällt der Anteil der erneuerbaren Energien aus Baden-Württemberg am Bruttostromverbrauch mit knapp über 27 Prozent deutlich geringer aus.

Die im Vergleich zum Vorjahr deutlich kühlere Witterung führte im Jahr 2021 zu einem stärkeren Einsatz von erneuerbaren Energieträgern in der **Wärmeerzeugung**. Dies lässt sich auch auf tendenziell steigende Installationszahlen bei Biomasse-heizungen zurückführen. Bei den Solarwärmeanlagen war zwar 2021 wieder ein Anstieg der installierten Kollektorfläche zu verzeichnen (da wieder mehr Neuanlagen zugebaut als rückgebaut oder ersetzt wurden), jedoch aufgrund der geringeren Globalstrahlung ein Rückgang bei der Wärmeerzeugung.

Der Beitrag der **Wärmepumpen** ist aufgrund des weiterhin sehr hohen Zubauniveaus gestiegen. Insgesamt ist der Anteil der erneuerbaren Energien im Wärmesektor im Jahr 2021 damit gegenüber dem Vorjahr um knapp 2 Prozentpunkte auf 16,5 Prozent gewachsen.

Im **Verkehrssektor** lag der Endenergieverbrauch (ohne Strom) 2021 auf dem Vorjahresniveau. Der Endenergieverbrauch von Biokraftstoffen im Verkehrssektor ist indes nach ersten Berechnungen um knapp 12 Prozent zurückgegangen. Besonders deutlich sank die Nutzung von Biodiesel (minus 17 Prozent). Der Absatz von Bio Ethanol stieg dagegen um rund 5 Prozent. Damit ist der Anteil der erneuerbaren Energien im Verkehrssektor um 0,8 Prozentpunkte auf 5,9 Prozent gesunken. Der Hintergrund für den Rückgang ist das hohe Verbrauchsniveau im Jahr 2020, das durch die Erhöhung der Treibhausgasminderungsquote stark angestiegen war. Für das Jahr 2021 muss davon ausgegangen werden, dass auch andere Treibhausgasminderungsoptionen genutzt wurden und deshalb die Nachfrage nach Biokraftstoffen rückläufig war.



# Übersicht Entwicklung Energie- und Stromverbrauch

## mit Beitrag erneuerbare Energien in Baden-Württemberg nach UM BW-ZSW 2020/21 (2)

[PJ]	2020	2021	
<b>Primärenergieverbrauch</b>	<b>1.279</b>	<b>1.309</b>	<b>+2,4 %</b>
- davon erneuerbare Energien (EE)	202	208	+2,8 %
- davon Kernenergie	121	122	+0,3 %
- davon fossile Energieträger	879	919	+4,6 %
- davon Stromimport (netto)	77	61	-20,6 %
<b>Anteil der EE am Primärenergieverbrauch</b>	<b>15,8 %</b>	<b>15,9 %</b>	

[TWh]	2020	2021	
<b>Bruttostromerzeugung<sup>1)</sup></b>	<b>44,3</b>	<b>50,9</b>	<b>+14,7 %</b>
- davon erneuerbare Energien (EE)	18,2	18,4	+1,5 %
- davon Kernenergie	11,1	11,2	+0,3 %
- davon fossile Energieträger und Sonstige	15,1	21,3	+41,2 %
Stromimport (Saldo)	21,4	17,3	-19,3 %
<b>Bruttostromverbrauch<sup>1)</sup></b>	<b>65,8</b>	<b>68,1</b>	<b>+3,6 %</b>
Anteil der EE an der Bruttostromerzeugung	41,0 %	36,3 %	
Anteil der EE aus BW am Bruttostromverbrauch	27,6 %	27,1 %	

[TWh]	2020	2021	
<b>Endenergieverbrauch</b>	<b>284</b>	<b>283</b>	<b>-0,3 %</b>
- davon erneuerbare Energien (EE)	44,8	46,8	+4,3 %
- davon fossil / Kernkraft / Stromimport (netto)	239	236	-1,2 %
<b>Anteil der EE am Endenergieverbrauch</b>	<b>15,8 %</b>	<b>16,5 %</b>	

[TWh]	2020	2021	
<b>Endenergieverbrauch zur Wärmeerzeugung</b>	<b>146</b>	<b>143</b>	<b>-1,8 %</b>
- davon erneuerbare Energien (EE)	21,3	23,6	+10,8 %
- davon fossil	124	119	-4,0 %
Anteil der EE am Endenergieverbrauch für Wärme	14,7 %	16,5 %	
<b>Endenergieverbrauch Kraftstoffe (ohne Strom)</b>	<b>79,7</b>	<b>79,8</b>	<b>+0,2 %</b>
- davon erneuerbare Energien (EE)	5,3	4,7	-11,8 %
- davon fossil	74,4	75,1	+1,0 %
Anteil der EE am Endenergieverbrauch des Verkehrs	6,7 %	5,9 %	

\* Daten 2021 vorläufig, Stand 10/2022

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

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 11,1 Mio.

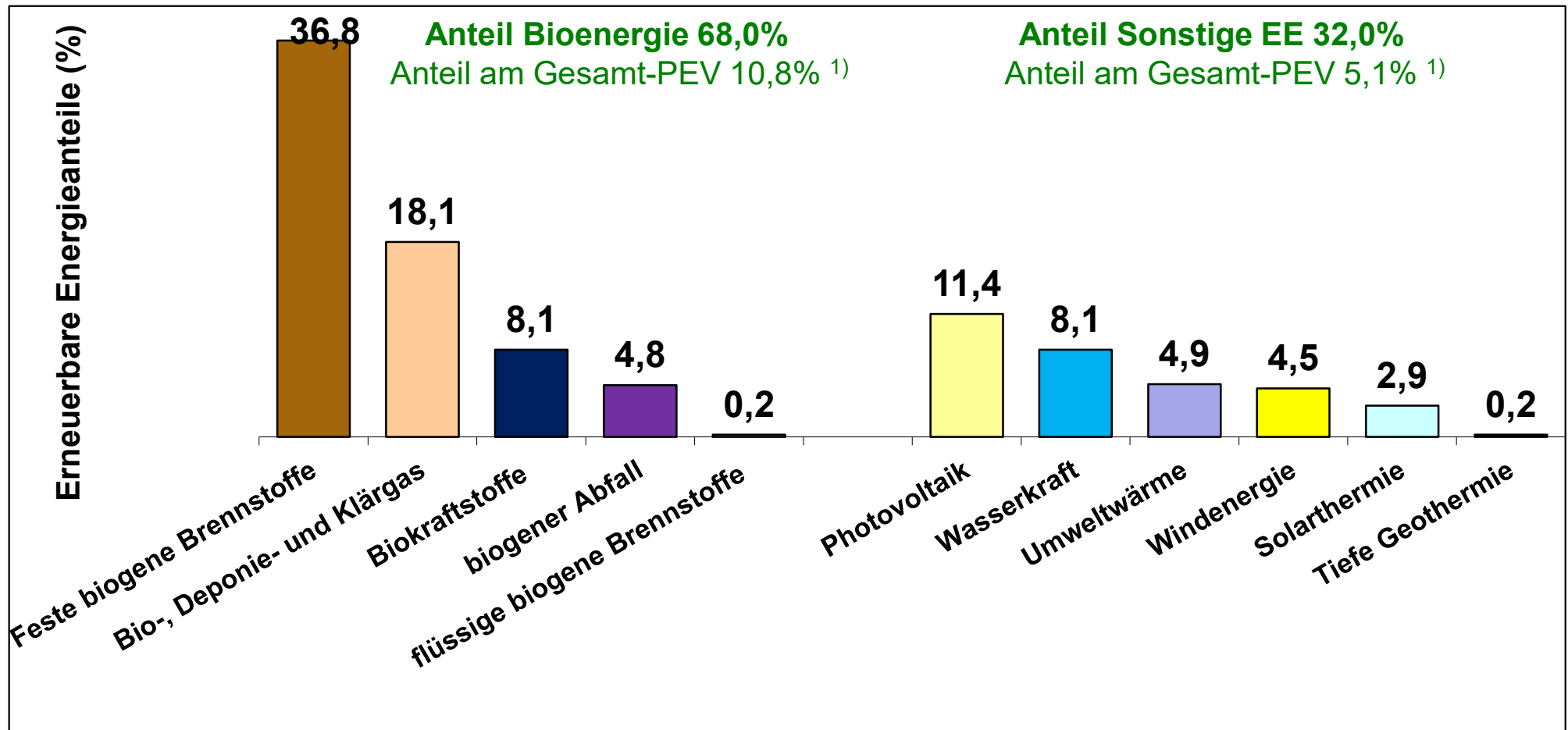
1) In Baden-Württemberg wird mehr Strom verbraucht als erzeugt. Über den Anteil der erneuerbaren Energien am importierten Strom kann jedoch mangels Daten keine Aussage getroffen werden.

Quelle: UM BW & ZSW - Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2021, Stand 4/2022

# Struktur Primärenergieverbrauch (PEV) aus erneuerbaren Energien (EE) in Baden-Württemberg 2021 nach UM BW-ZSW

Beitrag EE 207,7 PJ = 57,7 TWh

Anteil am Gesamt-PEV 15,9 % von 1.309 PJ = 363,6 TWh <sup>1)</sup>



Grafik Bouse 2022

**Vorwiegend Bioenergie mit Anteil 68,0%**

\* Daten 2021 vorläufig, Stand 10/2022

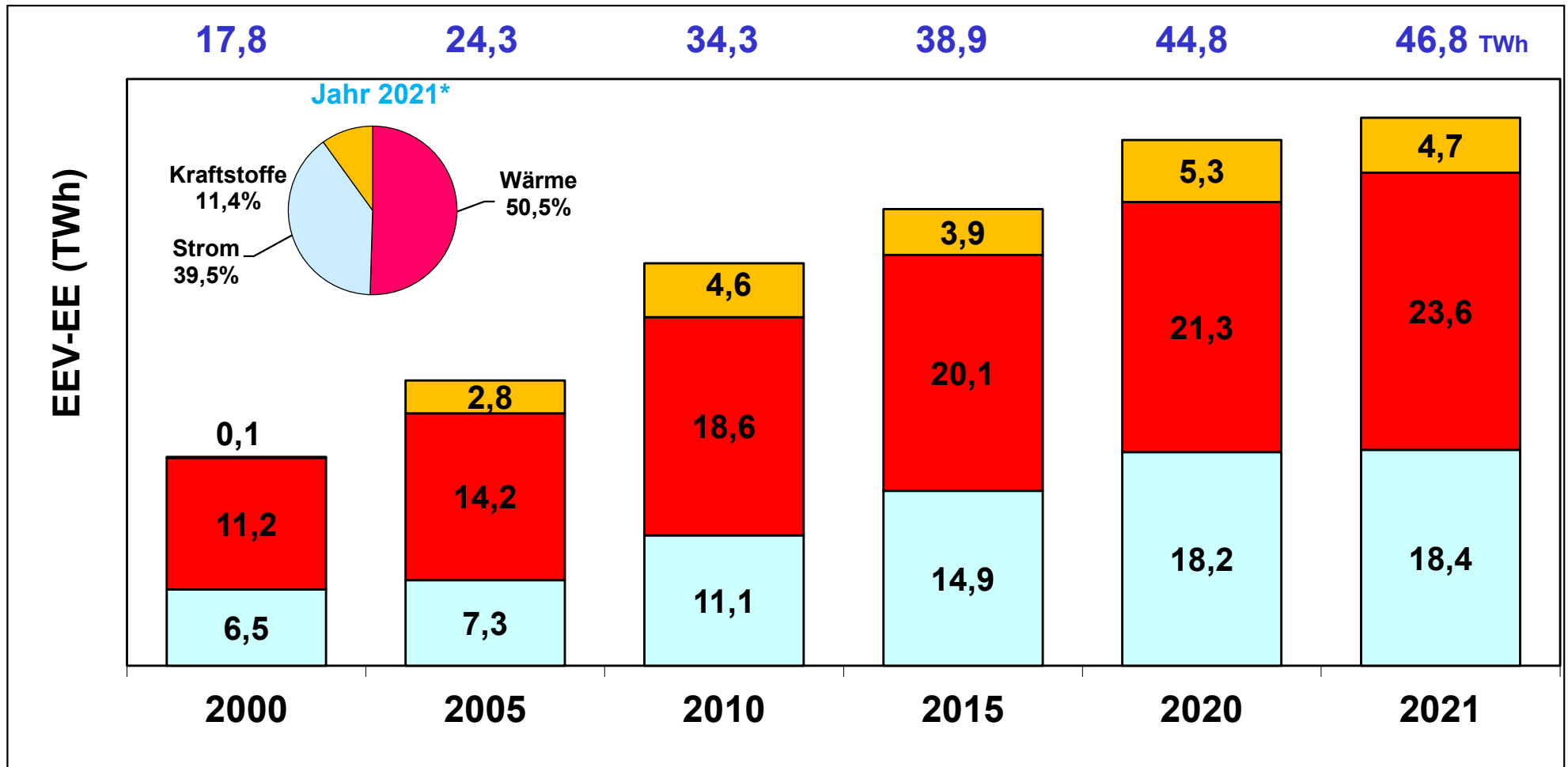
<sup>1)</sup> Bezogen auf den Primärenergieverbrauch (PEV) von 1.309 PJ = 363,6 TWh (Mrd. kWh)

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

# Entwicklung Endenergieverbrauch aus erneuerbaren Energien (EEV-EE) nach Nutzungsarten in Baden-Württemberg 2000-2021 nach ZSW (1)

**Gesamt 46.786 GWh = 46,8 TWh (Mrd. kWh)\***

Anteil EE am gesamten EEV 16,5% % von 283,0 TWh <sup>1)</sup>



\* Angaben 2021 vorläufig, Stand 9/2022

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

1) Bezogen auf den Endenergieverbrauch von

1.019 PJ = 283,0 TWh im Jahr 2021

(EE-Anteil 16,5%)

2) Bezogen auf die Stromerzeugung von

183 PJ = 50,9 TWh im Jahr 2021

(EE-Anteil 36,3%)

2) Bezogen auf den Endenergieverbrauch Wärme von

515 PJ = 143,0 TWh ohne Strom im Jahr 2021

(EE-Anteil 16,5%)

3) Bezogen auf den Endenergieverbrauch Kraftstoffe Verkehr

287 PJ = 79,8 TWh ohne Strom im Jahr 2021

(EE-Anteil 5,9%)

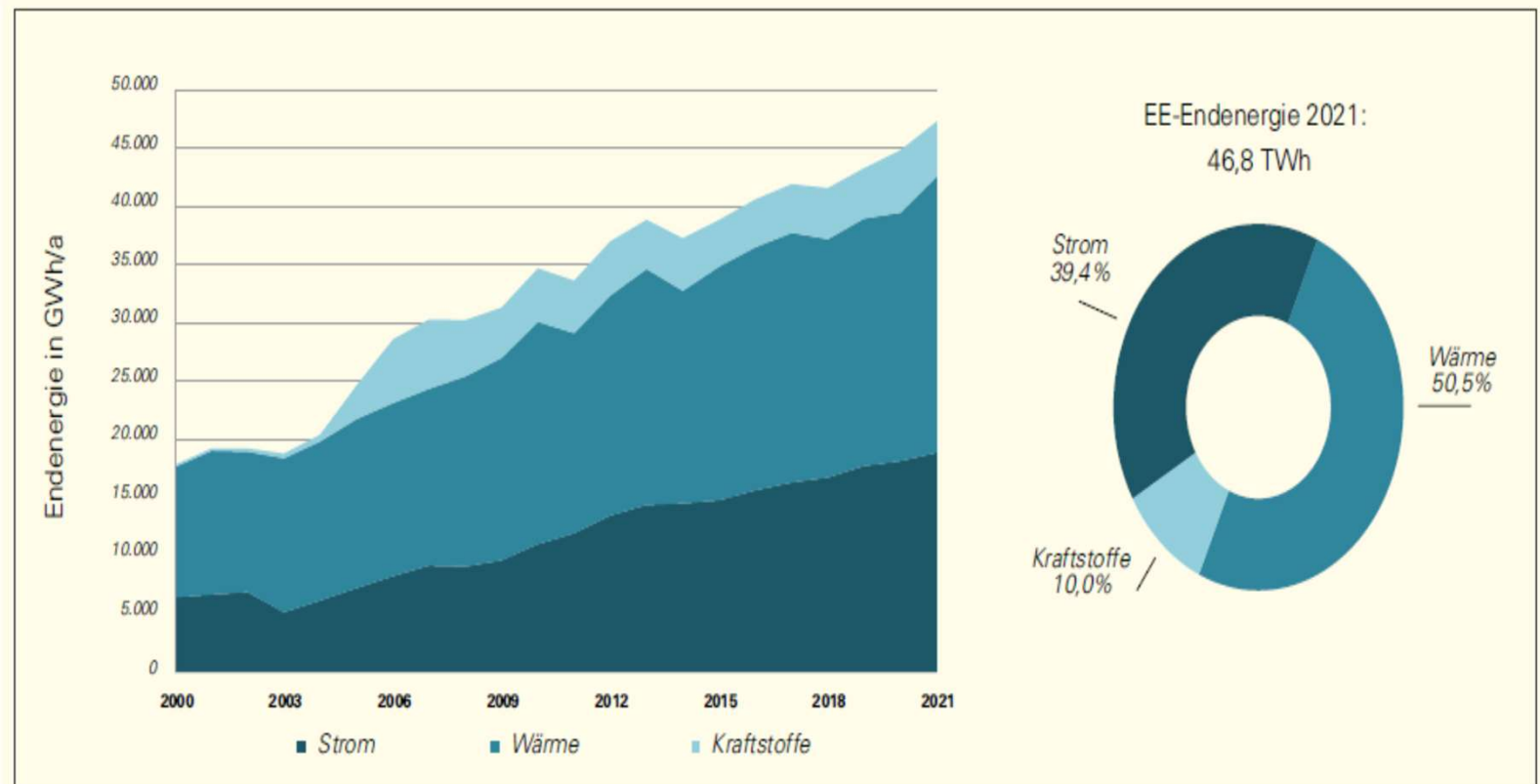
# Entwicklung erneuerbare Energien beim Endenergieverbrauch (EEV) nach Nutzungsarten in Baden-Württemberg 2000-2021 nach ZSW (2)

**Gesamt 46.786 GWh = 46,8 TWh (Mrd. kWh)\***

Anteil EE am gesamten EEV 16,5% % von 283,0 TWh <sup>1)</sup>

	SUMME ENDENERGIEBEREITSTELLUNG
	[GWh]
2000	17.839
2001	19.254
2002	19.258
2003	18.807
2004	20.441
2005	24.654
2006	28.596
2007	30.301
2008	30.255
2009	31.326
2010	34.687
2011	33.663
2012	37.023
2013	38.871
2014	37.297
2015	38.855
2016	40.621
2017	41.917
2018	41.581
2019	43.304
2020	44.840
2021	46.786

## ENTWICKLUNG DER ENERGIEBEREITSTELLUNG AUS ERNEUERBAREN ENERGIEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG



Alle Angaben vorläufig, Stand September 2022

\* Angaben 2021 vorläufig, Stand 9/2022

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

1) Bezogen auf den Endenergieverbrauch von

1.019 PJ = 283,0 TWh im Jahr 2021

(EE-Anteil 16,5%)

2) Bezogen auf die Stromerzeugung von

183 PJ = 50,9 TWh im Jahr 2021

(EE-Anteil 36,3%)

2) Bezogen auf den Endenergieverbrauch Wärme von

515 PJ = 143,0 TWh ohne Strom im Jahr 2021

(EE-Anteil 16,5%)

3) Bezogen auf den Endenergieverbrauch Kraftstoffe Verkehr

287PJ = 79,8 TWh ohne Strom im Jahr 2021

(EE-Anteil 5,9%)

# Beitrag der erneuerbaren Energien zur Energiebereitstellung in Baden-Württemberg 2021 **nach ZSW (3)**

## BEITRAG DER ERNEUERBAREN ENERGIEN ZUR ENERGIEBEREITSTELLUNG

IN BADEN-WÜRTTEMBERG 2021

	ENDENERGIE	PRIMAR- ENERGIE- ÄQUIVALENT <sup>1)</sup> nach Wirkungsgrad- methode	ANTEIL AM ENERGIE- VERBRAUCH		ANTEIL AM PEV  nach Wirkungsgrad- methode
	[GWh]	[PJ]	[%]	[%]	[%]
<b>STROMERZEUGUNG</b>			Anteil am Brutto- stromver- brauch <sup>2)</sup>	Anteil an der Brutto- stromer- zeugung <sup>3)</sup>	
Wasserkraft <sup>4)</sup>	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 <sup>5)</sup>	399	5,7	0,6	0,8	0,4
<b>Gesamt</b>	<b>18.445</b>	<b>96,8</b>	<b>27,1</b>	<b>36,3</b>	<b>7,4</b>
<b>WÄRMEERZEUGUNG (ENDENERGIE)</b>			Anteil am Endenergie- verbrauch für Wärme <sup>6)</sup>		
feste biogene Brennstoffe (traditionell) <sup>7)</sup>	7.826	28,2	5,5		2,2
feste biogene Brennstoffe (modern) <sup>8)</sup>	9.774	37,2	6,8		2,8
flüssige biogene Brennstoffe	13	0,1	0,01		0,01
Biogas, Deponiegas, Klärgas	1.824	7,7	1,3		0,6
Solarthermie	1.649	5,9	1,2		0,5
tiefe Geothermie	111	0,4	0,08		0,03
Umweltwärme <sup>9)</sup>	1.844	10,2	1,3		0,8
biogener Anteil des Abfalls <sup>10)</sup>	601	4,3	0,4		0,3
<b>Gesamt</b>	<b>23.642</b>	<b>94,0</b>	<b>16,5</b>		<b>7,2</b>

**Gesamt EE 46.786 GWh = 46,8 TWh**

Anteil EEV 15,9% <sup>11)</sup>

	ENDENERGIE	PRIMAR- ENERGIE- ÄQUIVALENT <sup>1)</sup> nach Wirkungsgrad- methode	ANTEIL AM ENERGIE- VERBRAUCH		ANTEIL AM PEV  nach Wirkungsgrad- methode
	[GWh]	[PJ]	[%]	[%]	[%]
<b>KRAFTSTOFFE</b>			Anteil am Endenergie- verbrauch des Verkehrs <sup>10)</sup>		
Biodiesel	3.418	12,3	4,3		0,9
Bioethanol	1.147	4,1	1,4		0,3
Pflanzöl	2,9	0,01	0,004		0,001
Biomethan	132	0,5	0,2		0,04
<b>Gesamt</b>	<b>4.699</b>	<b>16,9</b>	<b>5,9</b>		<b>1,3</b>
<b>ENERGIEBEREITSTELLUNG AUS EE</b>			Anteil am gesamten Endenergieverbrauch <sup>11)</sup>		
<b>Gesamt</b>	<b>46.786</b>	<b>207,7</b>	<b>16,5</b>		<b>15,9</b>

- 1) Bezogen auf einen Primärenergieverbrauch von 1.309 PJ; bei Wärme und Kraftstoffen wird Endenergie gleich Primärenergie gesetzt; für die Umrechnungsfaktoren für Strom siehe 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 Prozent angesetzt
- 6) Bezogen auf einen Endenergieverbrauch für Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme (ohne Strom) von insgesamt 143,0 TWh.
- 7) Kachelöfen, Kaminöfen, 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 79,8 TWh (ohne Strom).
- 11) Bezogen auf einen Endenergieverbrauch von 283 TWh

\* Daten 2021 vorläufig, Stand Oktober 2022

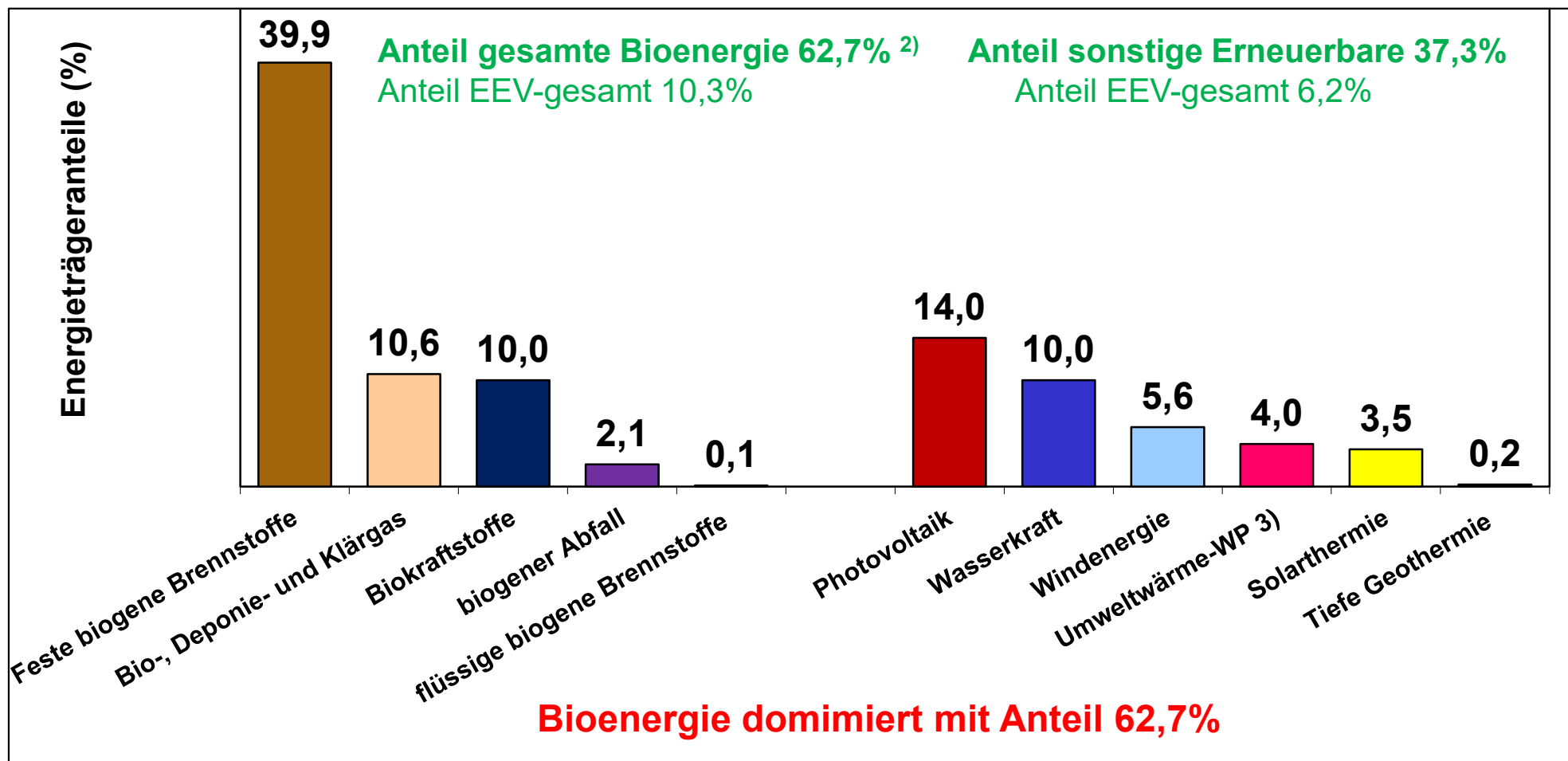
Quelle: UM BW & ZSW - Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2021, Stand 10/2022



# Anteile erneuerbare Energieträger (EE) beim Endenergieverbrauch (EEV) in Baden-Württemberg 2021 nach UM BW-ZSW (4)

Gesamt 46.786 GWh = 46,8 TWh (Mrd. kWh) = 168,4 PJ\*

Anteil Gesamt-EEV 16,5 % von 283,0 TWh <sup>1)</sup>



Grafik Bouse 2022

\* Daten 2021 vorläufig, Stand 9/2022

<sup>1)</sup> Bezogen auf einen Endenergieverbrauch (EEV) von 1.019 PJ = 283,0 TWh (Mrd. kWh)

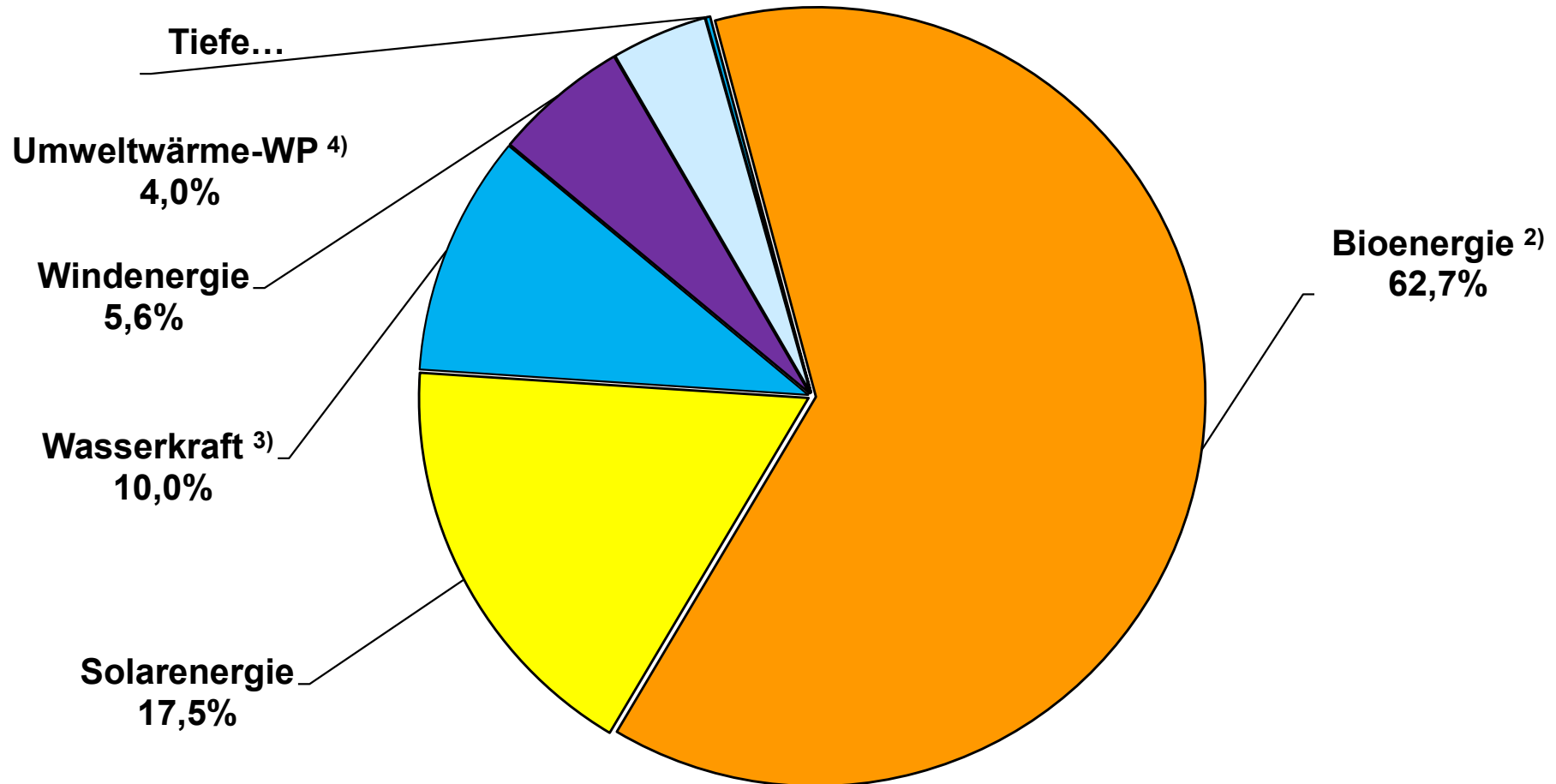
<sup>2)</sup> Gesamte Biomasse = feste und flüssige biogene Brennstoffe, Biogas, Deponie- und Klärgas, Biokraftstoffe und biogene Abfälle

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

# Struktur Endenergieverbrauch (EEV) aus erneuerbaren Energien (EE) in Baden-Württemberg 2021 nach UM BW-ZSW (5)

**Gesamt 46.786 GWh = 46,8 TWh (Mrd. kWh) = 168,4 PJ\***

Anteil Gesamt-EEV 16,5 % von 283,0 TWh <sup>1)</sup>



Grafik Bouse 2022

\*Daten 2021 vorläufig, Stand 9/2022

1) Bezogen auf einen Endenergieverbrauch (EEV) von 1.019 PJ = 283,0 TWh (Mrd. kWh)

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

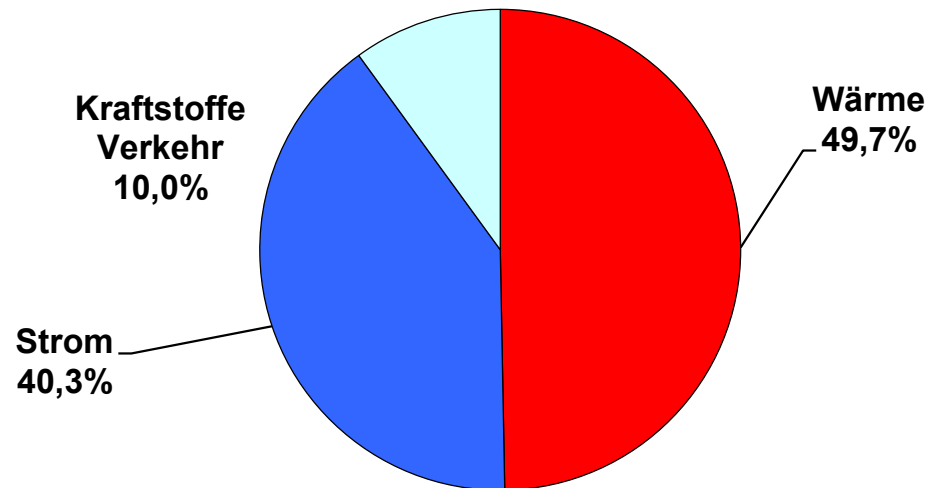
3) Einschließlich Pumpspeicherwasser mit natürlichen Zufluss;

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

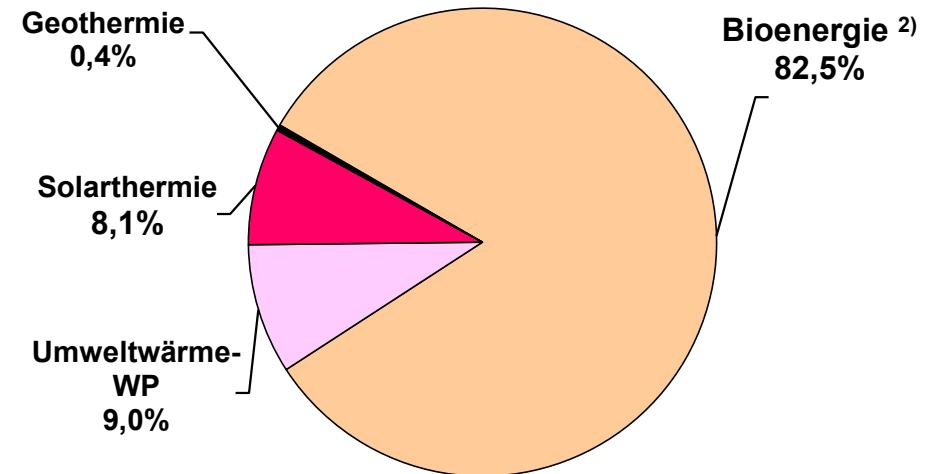
# Struktur Endenergieverbrauch (EEV) aus erneuerbaren Energien (EE) nach Nutzungsarten in Baden-Württemberg 2022 nach UM BW-ZSW (6)

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

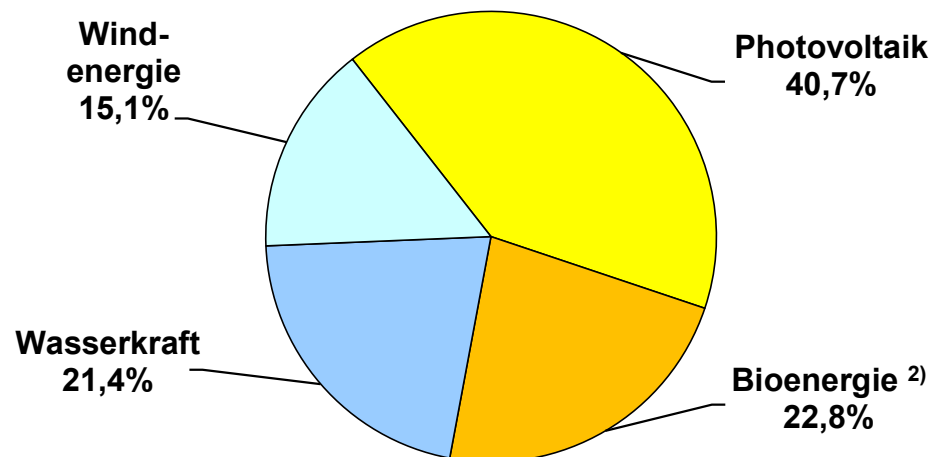
**Gesamte EE 47,9 TWh**



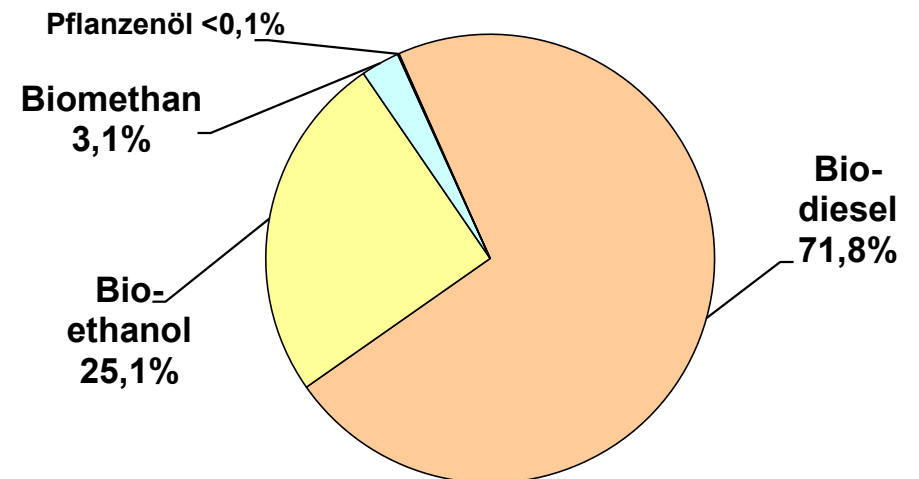
**Wärme/Kälte aus EE 23,8 TWh, Anteil 49,7%**



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



**Kraftstoffe aus EE 4,8 TWh, Anteil 10,0% <sup>3)</sup>**



\* Daten 2022 vorläufig, Stand 9/2022

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

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

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 2000-2021 **nach UM BW-ZSW** (1)

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

	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
<b>ANTEIL AM ENDENERGIEVERBRAUCH</b>	[%]													
Anteil an der Bruttostromerzeugung	9,6	10,1	16,8	20,1	23,3	23,4	23,9	23,4	25,0	27,0	27,1	31,1	41,0	36,3
Anteil am Bruttostromverbrauch	8,9	8,9	13,6	15,7	17,8	18,7	19,6	20,0	21,1	22,6	23,1	24,6	27,6	27,1
Anteil an der Wärmebereitstellung (ohne Strom)	8,0	9,3	13,6	13,0	14,7	14,5	14,8	15,5	15,6	15,9	14,7	14,5	14,7	16,5
Anteil am Endenergieverbrauch des Verkehrs	0,2	3,3	5,5	5,3	5,4	4,9	5,1	4,4	4,5	4,5	4,8	4,7	6,7	5,9
<b>Anteil am gesamten Endenergieverbrauch</b>	<b>6,0</b>	<b>7,9</b>	<b>11,7</b>	<b>11,8</b>	<b>13,2</b>	<b>13,2</b>	<b>13,5</b>	<b>13,7</b>	<b>14,0</b>	<b>14,4</b>	<b>14,2</b>	<b>14,4</b>	<b>15,8</b>	<b>16,5</b>
<b>ANTEIL AM PRIMÄRENERGIEVERBRAUCH</b>	[%]													
Stromerzeugung	1,8	2,4	3,9	4,8	5,3	5,4	5,8	5,9	6,0	6,3	6,4	6,5	7,6	7,4
Wärmebereitstellung	2,3	2,9	4,1	4,4	5,5	5,7	5,4	5,8	5,7	6,0	5,8	5,9	6,7	7,2
Kraftstoffverbrauch	0,0	0,6	1,0	1,1	1,2	1,0	1,2	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,5	1,3
<b>Anteil am gesamten Primärenergieverbrauch</b>	<b>4,1</b>	<b>6,0</b>	<b>9,1</b>	<b>10,4</b>	<b>12,0</b>	<b>12,1</b>	<b>12,4</b>	<b>12,6</b>	<b>12,7</b>	<b>13,4</b>	<b>13,3</b>	<b>13,5</b>	<b>15,8</b>	<b>15,9</b>

Alle Angaben vorläufig, Stand September 2022; 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 hingegen vergleichsweise hoch. Da zum Anteil der erneuerbaren Energien am Importstrom keine Angaben vorliegen, gehen diese nicht in den Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch ein.

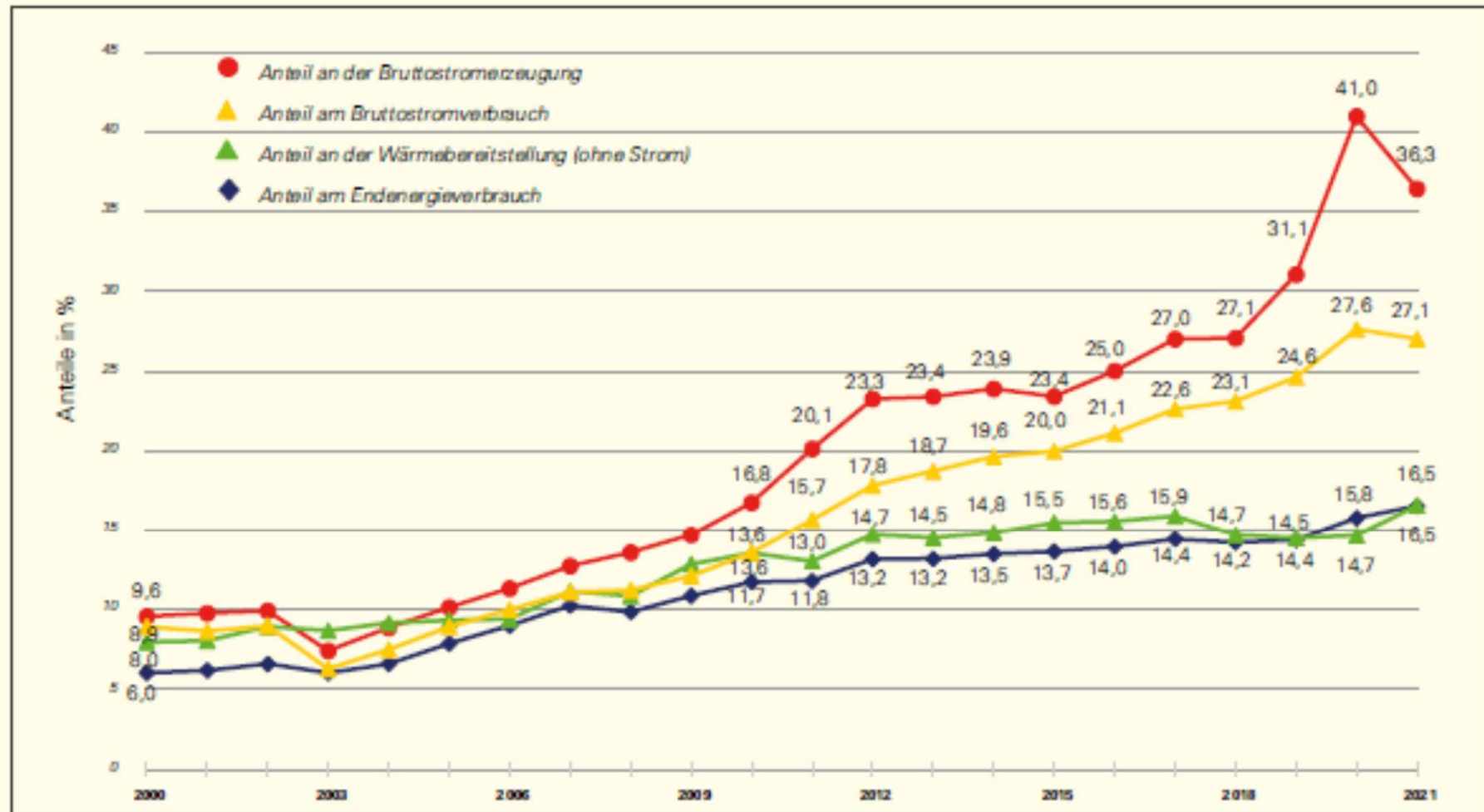
\* Daten 2021 vorläufig, Stand 9/2022

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



# Entwicklung Anteile **erneuerbare Energien** an der Strom- und Energieversorgung in Baden-Württemberg 2000-2021 **nach ZSW** (2)

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



Alle Angaben vorläufig, Stand September 2022; Quellen: siehe Seite 7

\* Daten 2021 vorläufig, Stand 10/2022

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

# **Strombilanz**

## zur Stromversorgung

# Strombilanz Baden-Württemberg 2020 (3)

## 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** <sup>3)</sup>

BSE = **67,4%**

**32,6%**

**Aufkommen  
100%**

**65,760 TWh (Mrd. kWh)** <sup>1)</sup>

**Verwendung  
100%**

BSV = **100%**

**0,0%**

## Bruttostromverbrauch (BSV)

**65,760 TWh** <sup>2)</sup>

## Stromlieferungen

**0,0 TWh** <sup>3)</sup>

\* Daten 2020 vorläufig, Stand 10/2022

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

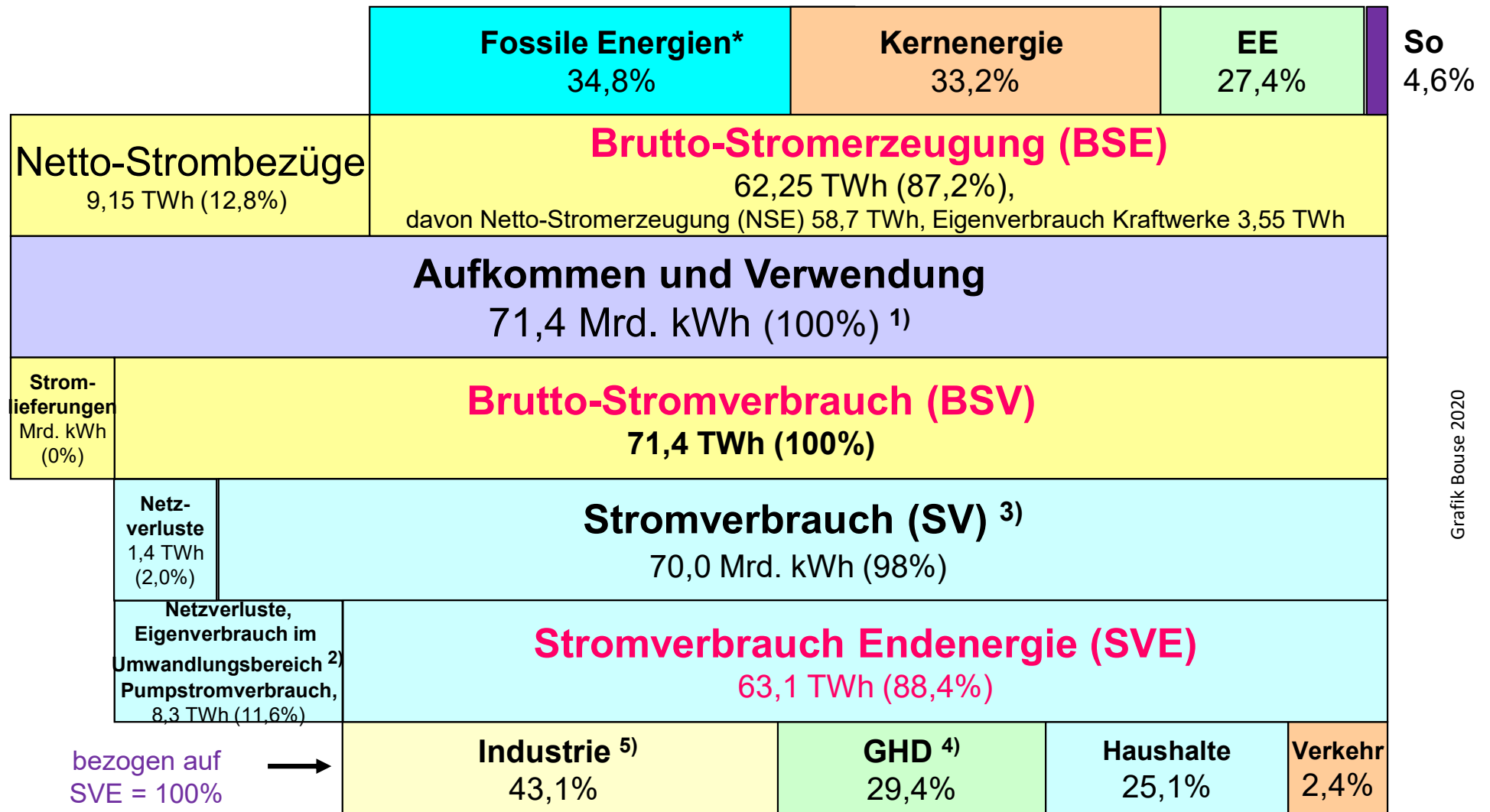
1) Aufkommen und Verwendung = BSV = 65,760 TWh, weil bei Strombezügen und Stromlieferungen nur der **Nettoimport** von 21,423 TWh vorliegt

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

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

# Stromfluss in Baden-Württemberg 2018 (2)

bezogen auf BSE = 100%



Grafik Bouse 2020

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

1) Aufkommen und Verwendung = BSV = 71,4 TWh, weil bei Strombezügen und Stromlieferungen nur die **Nettostrombezüge** von 9,15 TWh vorliegen

2) Raffinerie-Eigenstromverbrauch ist beim Umwandlungsbereich enthalten

3) **Stromverbrauch (SV) nach IEA 70,0 TWh = Bruttostromerzeugung (BSE) 62,25 TWh + Bezüge 9,15 TWh – Lieferungen 0,0 TWh – Netzverluste 1,4 TWh**

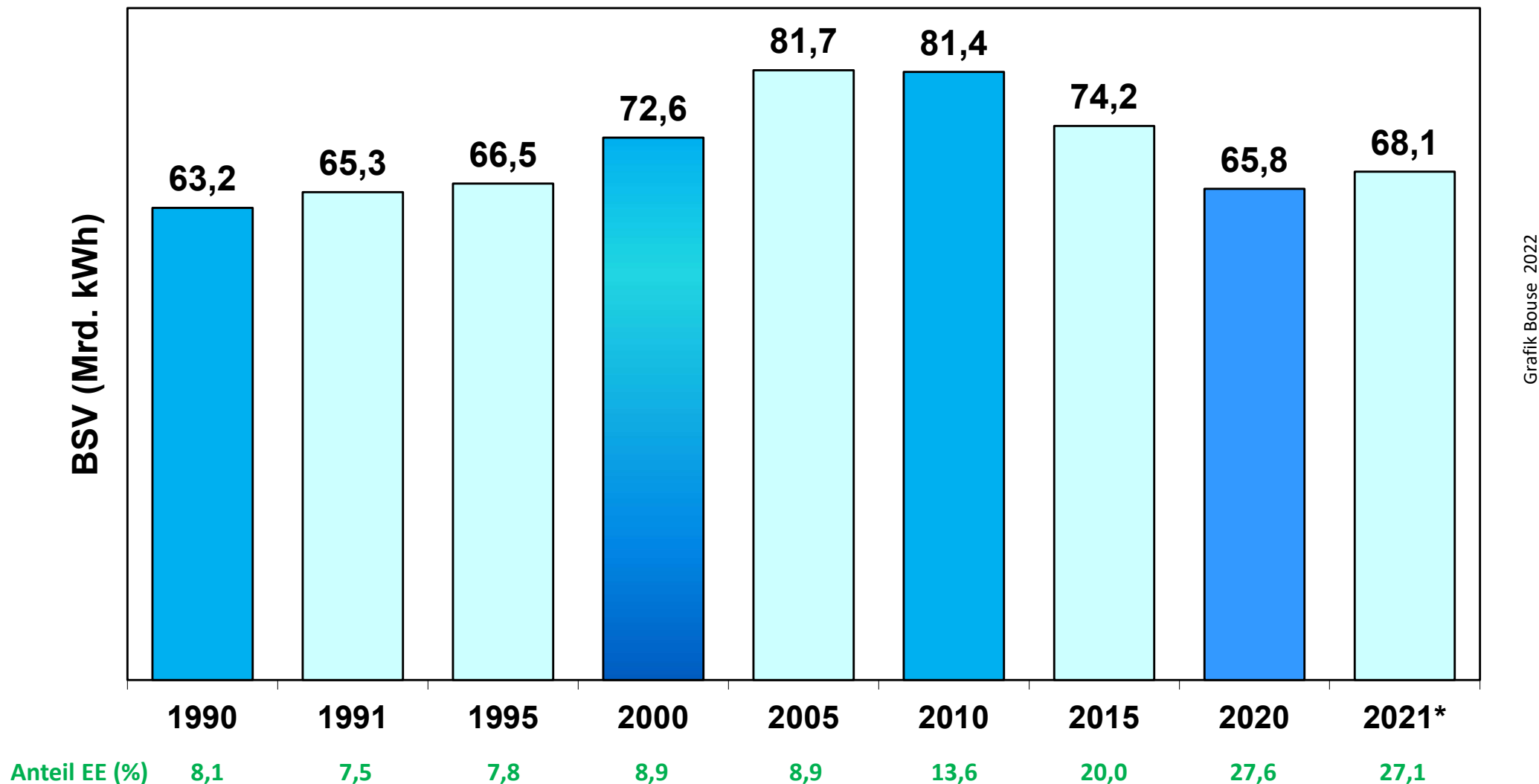
4) GHD = Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher (z.B. öffentliche Einrichtungen, Land- und Forstwirtschaft) 5) Industrie = Bergbau und Verarbeitendes Gewerbe

Quellen: Stat. LA BW bis 4/2020; UM BW & Stat. LA BW – Energiebericht 2020, Tab. 27/29, 31, 10/2020



# Entwicklung Brutto-Stromverbrauch (BSV) <sup>1)</sup> in Baden-Württemberg 1990-2021 (1)

**Jahr 2021: Gesamt 68,1 TWh (Mrd. kWh), Veränderung 1990/2021 + 7,8%**  
6.135 kWh/Kopf



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

Bevölkerung (Jahresmittel) 2020: 11,1 Mio.

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

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

# Entwicklung Brutto-Stromverbrauch (BSV) <sup>1)</sup> nach Sektoren in Baden-Württemberg 2010-2020 (2)

**Jahr 2020: Gesamt 65.760 GWh = 65,8 TWh (Mrd. kWh), Veränderung 1990/2020 + 4,0%**  
5.923 kWh/Kopf

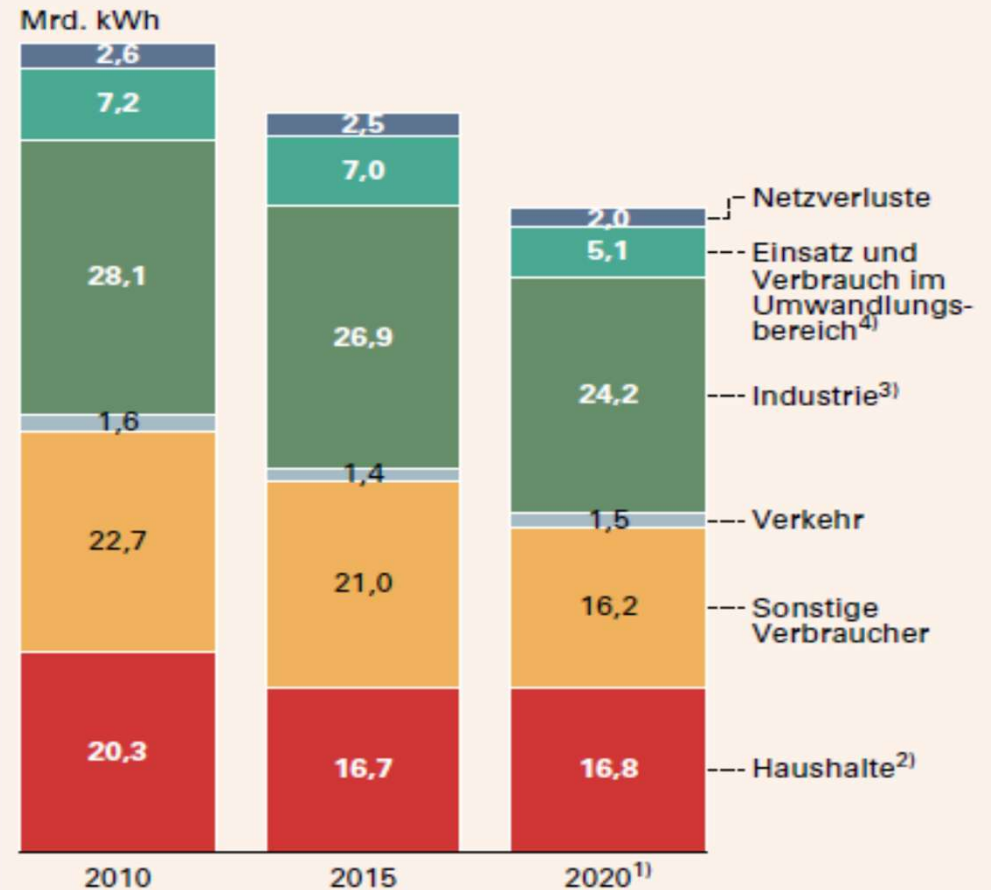
## Stromverbrauch

**37 %** des Bruttostroms wurden 2020 von Industriebetrieben verbraucht.

Verbrauchssektoren	2010	2015	2020 <sup>1)</sup>
	Mrd. kWh		
<b>Bruttostromverbrauch</b>	<b>82,6</b>	<b>75,4</b>	<b>65,8</b>
Haushalte <sup>2)</sup>	20,3	16,7	16,8
Sonstige Verbraucher	22,7	21,0	16,2
Verkehr	1,6	1,4	1,5
Industrie <sup>3)</sup>	28,1	26,9	24,2
Einsatz und Verbrauch im Umwandlungsbereich <sup>4)</sup>	7,2	7,0	5,1
Netzverluste	2,6	2,5	2,0

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

## Bruttostromverbrauch nach Verbrauchssektoren



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

Datenquelle: Energiebilanzen für Baden-Württemberg.

Statistisches Landesamt Baden-Württemberg

725 22

1) Daten 2020 vorläufig, Stand 10/2022.

Bevölkerung (Jahresmittel) 2020: 11,1 Mio.

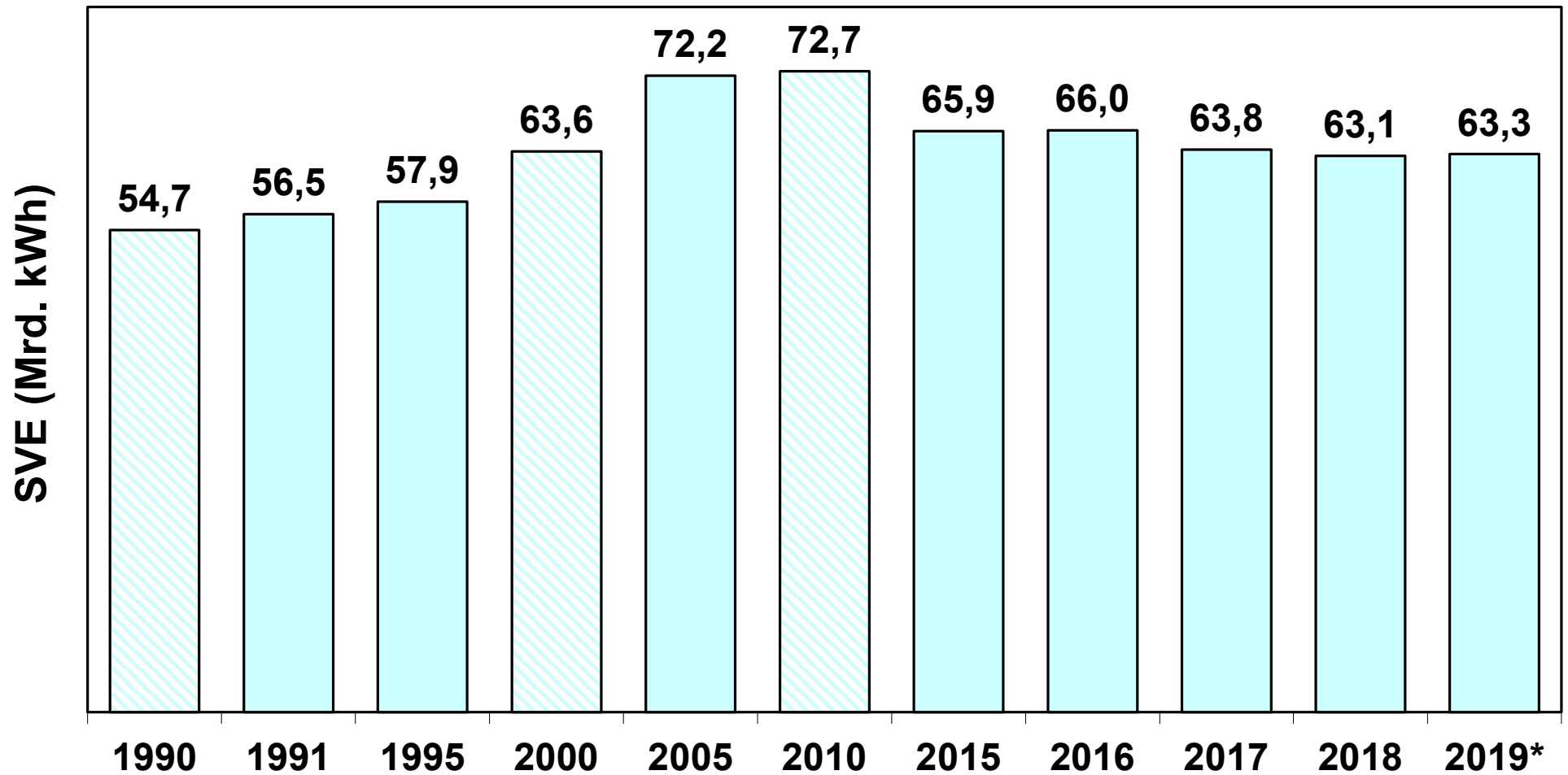
Quelle: Stat. LA BW - Im Blickpunkt: Energie in Baden-Württemberg 2022, Faltblatt 12/2022; Stat. LA BW & UM BW – Energiebericht 2022, 10/2022; Stat. LA BW 10/2022

## Entwicklung Stromverbrauch Endenergie (SVE) in Baden-Württemberg 1990-2019

Jahr 2019: Gesamt 63,3 TWh (Mrd. kWh), Veränderung 1990/2019 = + 15,7%

Ø 5.703 kWh/Kopf

Anteil Strom am EEV 21,6% von 293,9 TWh



Grafik Bouse 2021

\* Daten 2019 vorläufig, Stand 4/2021

Energieeinheit: 1 TWh = 1 Mrd. kWh

Bevölkerung (Jahresmittel) 2019 = 11,1 Mio.

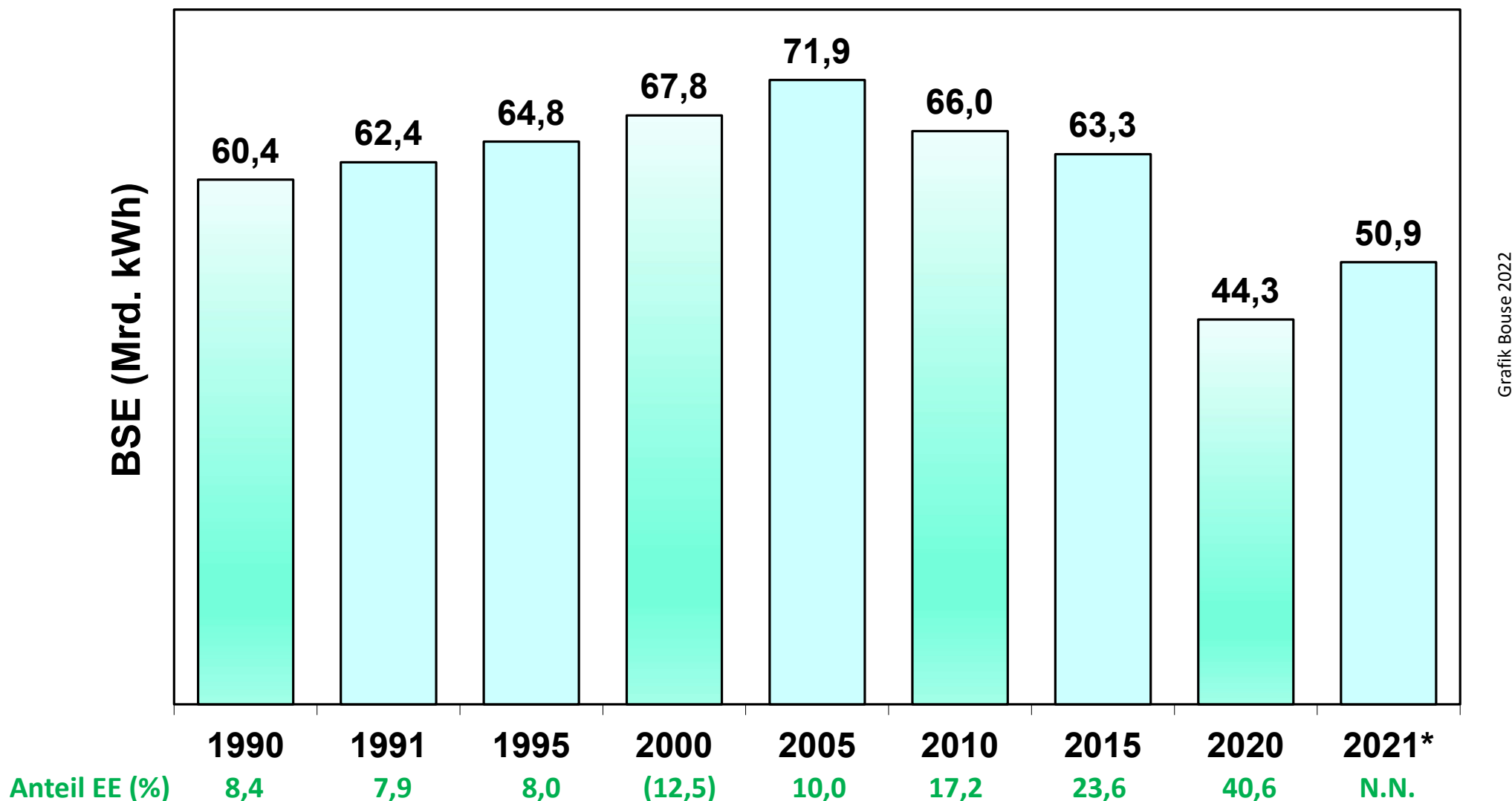
Quellen: UM BW & Stat. LA BW – Energiebericht 2020, Tab. 14, 10/2020; Stat. LA BW aus [www.statistik-bw.de](http://www.statistik-bw.de) 4/2021

# **Beitrag Wasserkraft** zur Stromversorgung, Teil 1



# Entwicklung Bruttostromerzeugung (BSE) in Baden-Württemberg 1990-2021 nach Stat. LA BW (1)

**Jahr 2021: Gesamt 50.900 GWh (Mio. kWh) = 50,9 TWh (Mrd. kWh), Veränderung 1990/2021 – 15,7 %**  
Ø 4.585 kWh/Kopf



Grafik Bouse 2022

\* Daten 2021 vorläufig, Stand 10/2022

Energieeinheit: 1 TWh = 1 Mrd. kWh

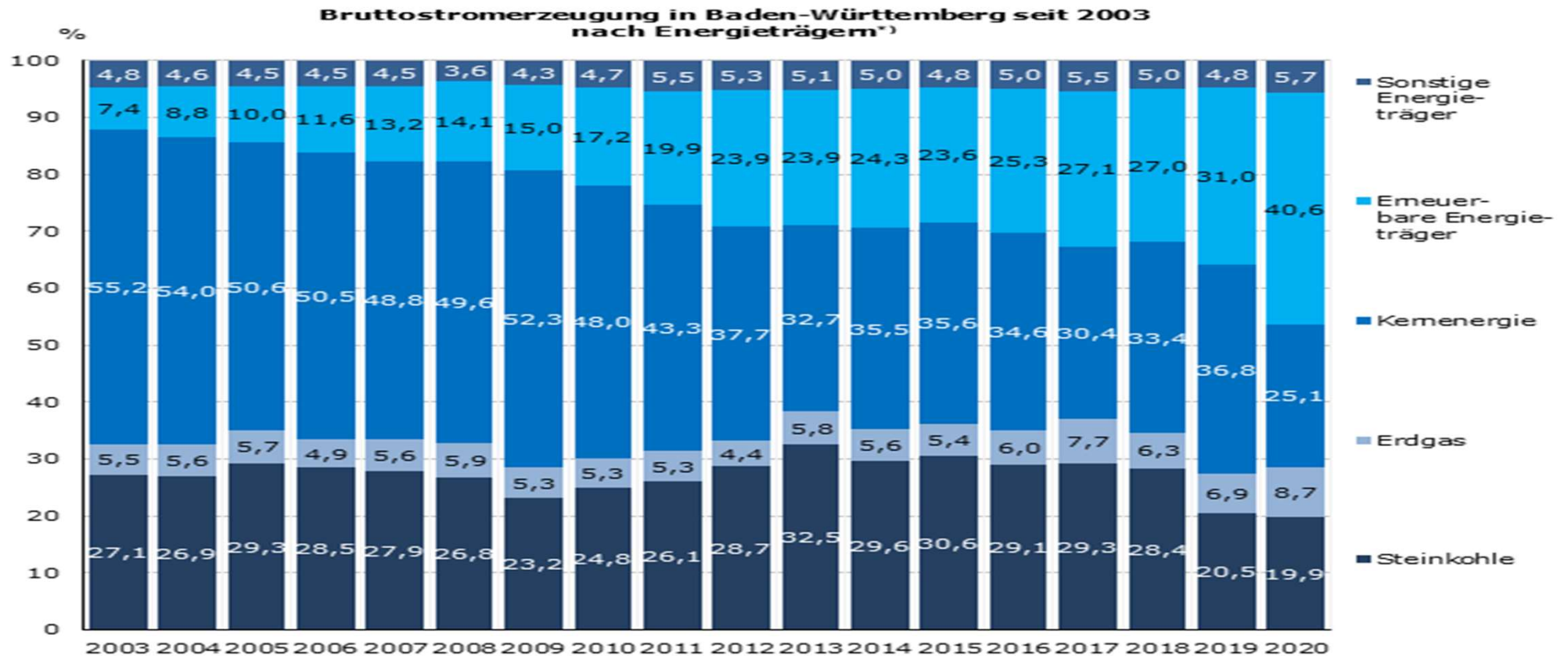
Bevölkerung (Jahresmittel) 2021: 11,1 Mio.

1) BSE mit/ohne Pumpspeicher 44.337 / 42.890 GWh (Pumpspeicherstrom 1.447 GWh)

Nachrichtlich nach UM BW ZSW im Jahr 2020: BSE 44,3 TWh, EE-Anteil 41,0%

# Entwicklung Bruttostromerzeugung (BSE) nach Energieträgern in Baden-Württemberg 2003-2020 nach Stat. LA BW (2)

Jahr 2020: Gesamt 44.337 GWh (Mio. kWh) = 44,3 TWh (Mrd. kWh), Veränderung 1990/2020 – 26,6 %  
Ø 3.994 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, bis 1992 einschließlich Pumpspeicherkraftwerke, ab 1993 nur noch einschließlich natürlichem Zufluss aus Pumpspeicherkraftwerken. Windkraft, Photovoltaik, feste und flüssige biogene Stoffe einschließlich biogener Abfall (bis 2009 werden 60% und ab 2010 noch 50% der Stromerzeugung aus Hausmüll und Siedlungsabfällen als erneuerbare Energie angesehen), **Geothermie, Biogas**, Biomethan, Deponiegas, Klärgas und Klärschlamm.

Sonstige Energieträger: Abfall nicht biogen, Heizöl, Flüssiggas, Raffineriegas, Dieselkraftstoff, Petrolkoks, Braunkohlen, Pumpspeicherwasser ohne natürlichen Zufluss, Wasserstoff und sonstige Energieträger.

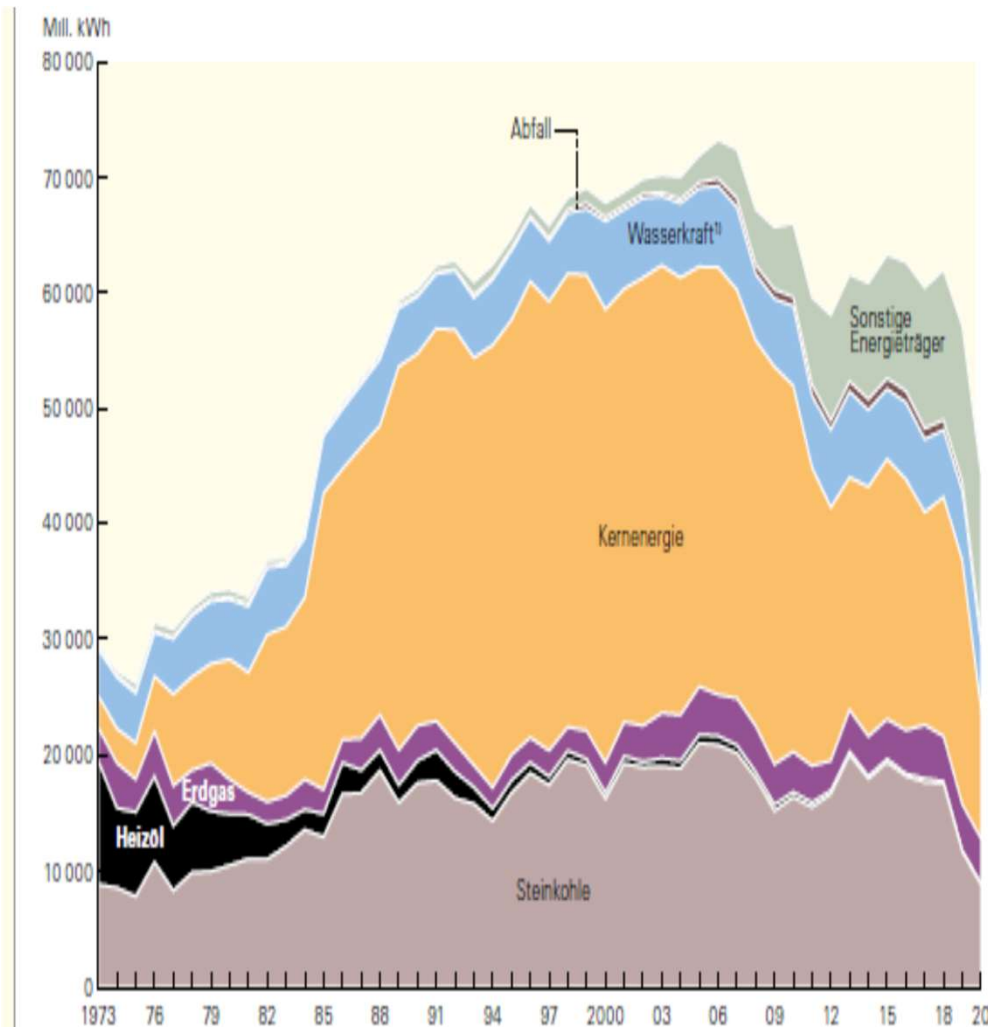
Bevölkerung (Jahresmittel) 2021: 11,1 Mio.

Datenquelle: Energiestatistiken nach EnStatG, eigene Berechnungen, Stand **09.12.2021**.

# Entwicklung Bruttostromerzeugung (BSE) nach Energieträgern in Baden-Württemberg 1973/1990-2020 (3)

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

32. Bruttostromerzeugung*) in Baden-Württemberg seit 1973 nach Energieträgern											
Energieträger	1973	1980	1990	1991	1995	2000	2005	2010	2015	2019	2020
	Mill. kWh										
Steinkohle	8 870	10 521	17 604	17 830	16 743	16 236	21 042	16 397	19 407	11 702	8 804
Heizöl	10 683	4 419	1 928	2 620	1 089	521	749	440	272	134	129
Erdgas	2 850	2 984	3 031	2 492	2 194	2 605	4 129	3 468	3 436	3 931	3 873
Kernenergie	2 736	10 333	32 177	33 974	37 626	39 205	36 353	31 609	22 517	21 018	11 113
Wasserkraft <sup>1)</sup>	4 005	5 152	4 943	4 726	5 976	7 624	6 781	6 887	6 050	6 068	5 575
Abfall	145	232	116	114	244	338	485	788	927	860	831
Sonstige Energieträger	222	640	584	610	901	1 279	2 354	6 352	10 719	13 416	14 012
<b>Insgesamt</b>	<b>29 511</b>	<b>34 281</b>	<b>60 383</b>	<b>62 366</b>	<b>64 773</b>	<b>67 808</b>	<b>71 893</b>	<b>66 001</b>	<b>63 328</b>	<b>57 129</b>	<b>44 337</b>
	Anteil in %										
Steinkohle	30,1	30,7	29,2	28,6	25,8	23,9	29,3	24,8	30,6	20,5	19,9
Heizöl	36,2	12,9	3,2	4,2	1,7	0,8	1,0	0,7	0,4	0,2	0,3
Erdgas	9,7	8,7	5,0	4,0	3,4	3,8	5,7	5,3	5,4	6,9	8,7
Kernenergie	9,3	30,1	53,3	54,5	58,1	57,8	50,6	48,0	35,6	36,8	25,1
Wasserkraft <sup>1)</sup>	13,6	15,0	8,2	7,6	9,2	11,2	9,4	10,4	9,6	10,6	12,6
Abfall	0,5	0,7	0,2	0,2	0,4	0,5	0,7	1,2	1,5	1,5	1,9
Sonstige Energieträger	0,8	1,9	1,0	1,0	1,4	1,9	3,3	9,6	16,9	23,5	31,6
<b>Insgesamt</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>



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

Energieeinheit: 1 TWh = 1 Mrd. kWh

Bevölkerung (Jahresmittel) 2020 = 11,1 Mio.

1) Einschließlich Pumpspeicherwasserkraftwerke mit und ohne natürlichen Zufluss.

2) Anteil Erneuerbare Energien einschließlich Wasserkraft 40,6%

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

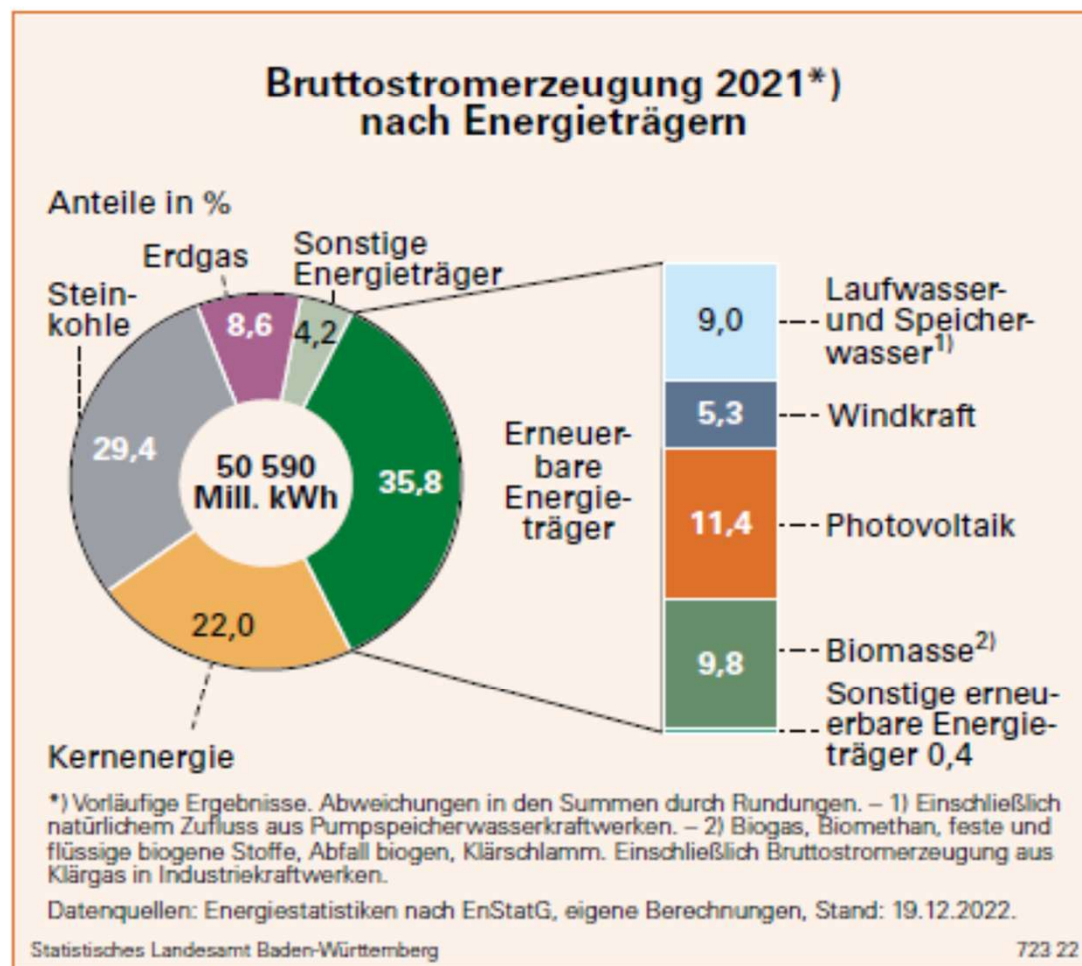


# Brutto-Stromerzeugung (BSE) nach Energieträgern mit Beitrag Erneuerbare in Baden-Württemberg 2021 (2)

Gesamt 50.590 GWh (Mio. kWh) = 50,6 TWh (Mrd. kWh), Veränderung 1990/2021 – 16,2 %  
Ø 4.558 kWh/Kopf

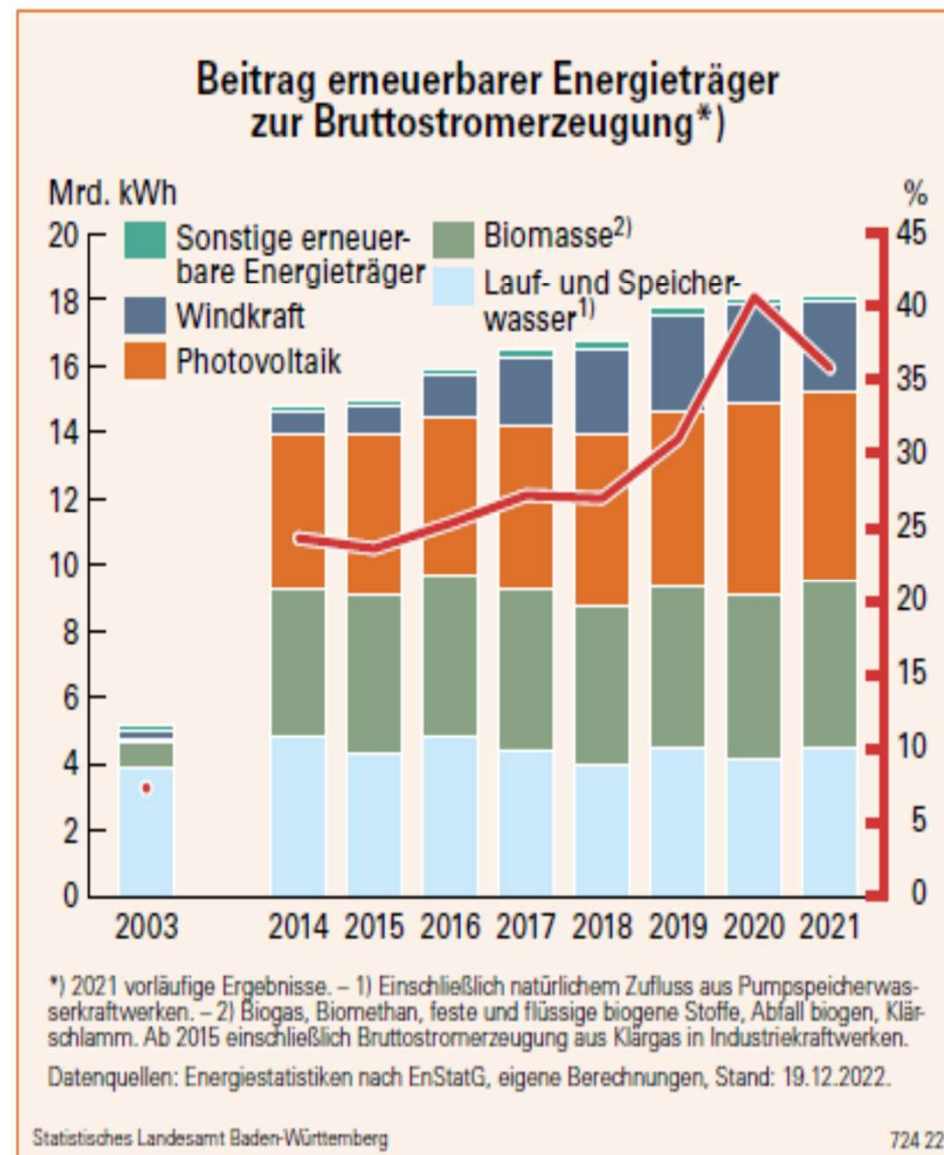
## Stromerzeugung

**36 %** betrug der Anteil erneuerbarer Energieträger an der Bruttostromerzeugung 2021 in Baden-Württemberg.



1) Daten 2021 vorläufig, Stand 12/2022

Quelle: Stat. LA BW - Im Blickpunkt: Energie in Baden-Württemberg 2022, Faltblatt 12/2022



Bevölkerung (Jahresmittel) 2021: 11,1 Mio.

# Bruttostromerzeugung (BSE) nach Energieträgern mit Beitrag Erneuerbare in Baden-Württemberg 2017/18 nach Stat. LA BW (5)

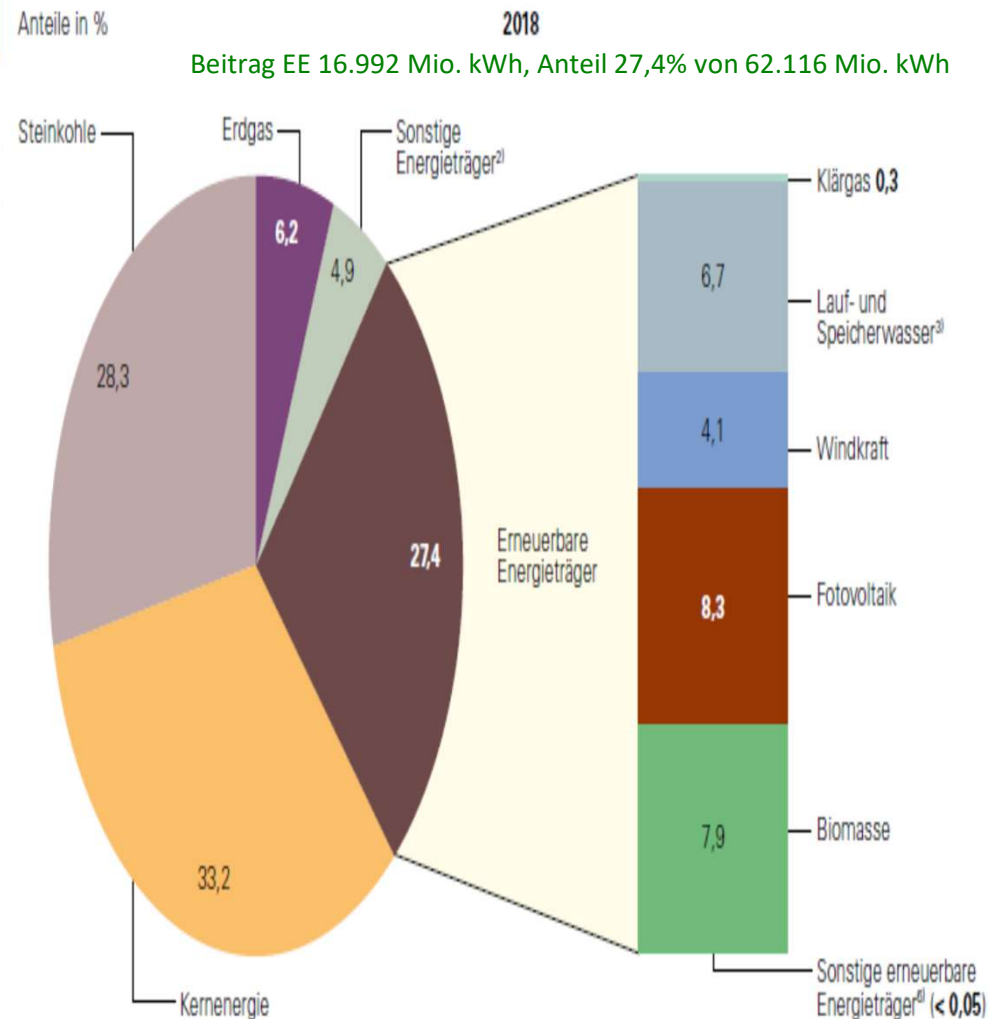
Jahr 2018: Gesamt 62.116 GWh (Mio. kWh) = 62,1 TWh (Mrd. kWh), Veränderung 1990/2018 + 2,9 %  
 Ø 5.621 kWh/Kopf

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

Energieträger	2017		2018 <sup>1)</sup>		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 <sup>2)</sup>	3 320 418	5,5	3 072 303	4,9	- 7,5
<b>Erneuerbare Energieträger zusammen</b>	<b>16 401 987</b>	<b>27,1</b>	<b>17 059 155</b>	<b>27,4</b>	<b>+ 4,0</b>
davon			<b>16.992</b>		
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 <sup>3)</sup>	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 <sup>4)</sup>	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 <sup>5)</sup>	408 431	0,7	461 842	0,7	+ 13,1
Sonstige erneuerbare Energieträger <sup>6)</sup>	12 886	0,0	14 721	0,0	+ 14,2
<b>Insgesamt</b>	<b>60 443 778</b>	<b>100</b>	<b>62 249 904</b>	<b>100</b>	<b>+ 3,0</b>

62.116

Anteile in %



1) Daten 2018 vorläufig, Stand 12/2020

Energieeinheit: 1 TWh = 1 Mrd. kWh

Bevölkerung (Jahresmittel) 2018 = 11,05 Mio.

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

3) Einschließlich natürlichem Zufluss aus Pumpspeicherwerkwerken.

4) Einschließlich Bruttostromerzeugung aus Klärgas in Industriekraftwerken.

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

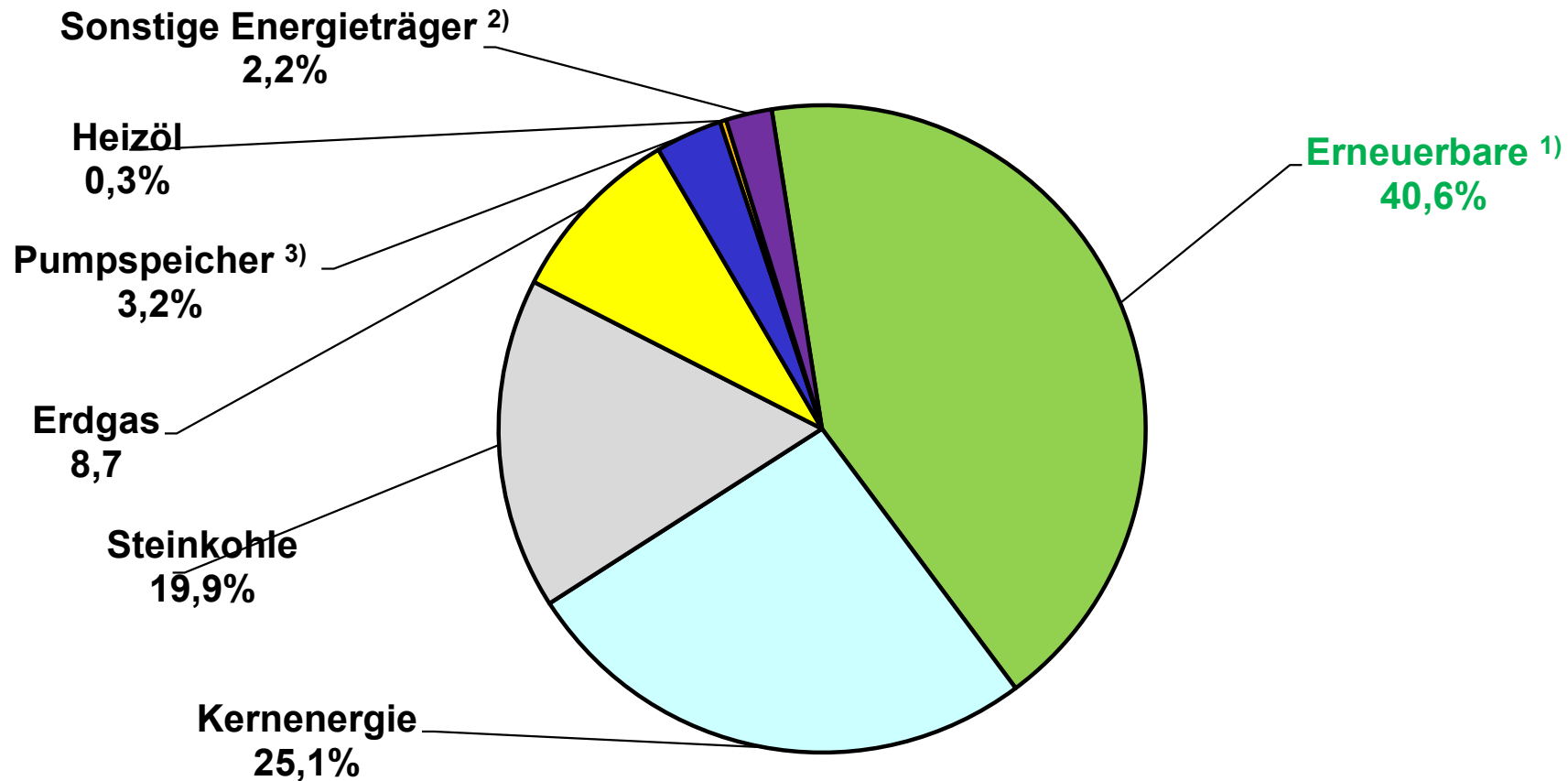
6) Einschließlich Deponiegas, Geothermie und Wärmepumpen. Für 2018 einschließlich Bruttostromerzeugung aus Klärgas in Kraftwerken der allgemeinen Versorgung.

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 12/2020



# Brutto-Stromerzeugung (BSE) nach Energieträgern mit Beitrag Erneuerbare in Baden-Württemberg 2020 nach Stat. LA BW (6)

Jahr 2020: Gesamt 44.337 GWh (Mio. kWh) = 44,3 TWh (Mrd. kWh), Veränderung 1990/2020 - 26,7 %  
Ø 3.994 kWh/Kopf



Grafik Bouse 2021

\* Daten 2020 vorläufig, Stand 12/2021

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt 11,1 Mio.)

**1) Beitrag Erneuerbare Energieträger 18.014 GWh = 18,0 TWh, EE-Anteile 40,1%**

davon Photovoltaik 12,9%, Bioenergie 11,2%, Wasserkraft 9,3%, Windkraft 6,7%, Sonstige wie Geothermie u.a. 0,5%

2) Braunkohlen, Dieselmotoren, Petrolkoks, Flüssiggas, Raffineriegas, Abfall nicht biogen (Anteil 50%), sonstige Energieträger

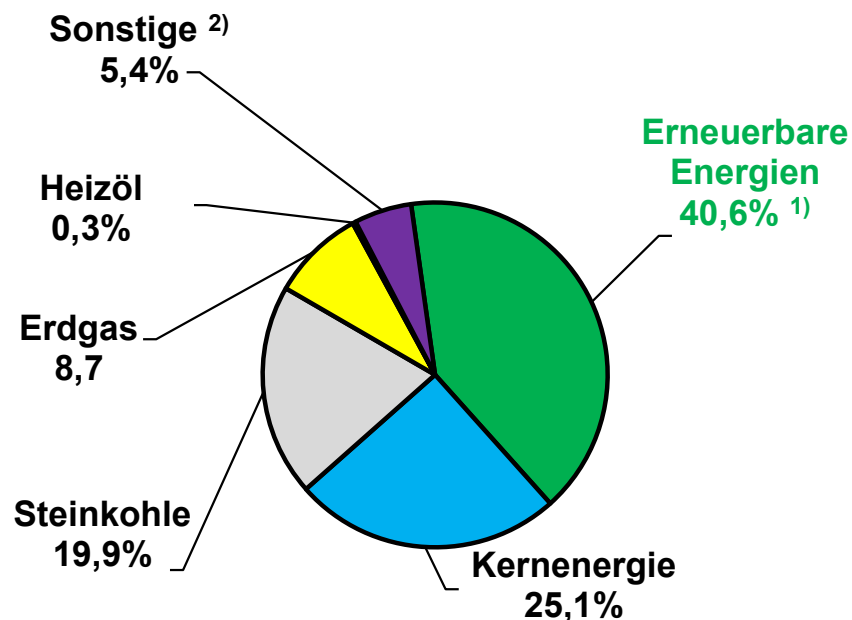
3) Pumpspeicherwasser ohne natürlichen Zufluss (1,447 Mrd. kWh)

Quelle: Stat. LA BW 12/2021 aus [www.statistik-bw.de](http://www.statistik-bw.de)

# Bruttostromerzeugung nach Energieträgern mit Beitrag EE in Baden-Württemberg 2020 und in Deutschland 2021

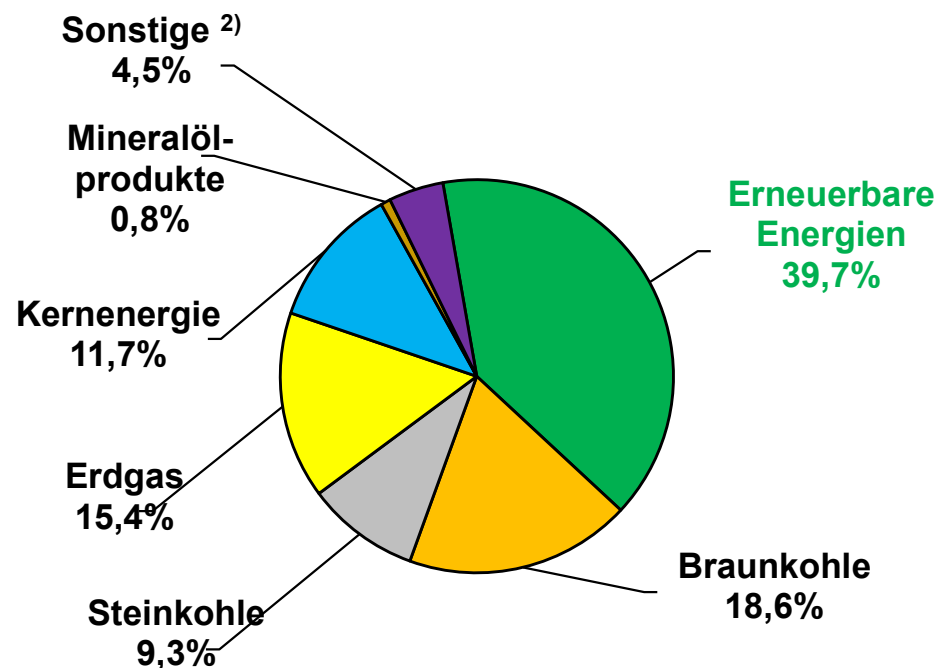
## Baden-Württemberg (BW) nach Stat. LA BW

Gesamt 44,3 TWh (Mrd. kWh), Veränderung 1990/2020 – 26,6 %  
3.994 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 2022

**Anteile Erneuerbare in D 39,7% / BW 40,6%**

\* Daten 2020 vorläufig, Stand 12/2021 Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 11,05 Mio.

1) Beitrag Erneuerbare Energieträger 18.014 GWh = 18,0 TWh, EE-Anteile 40,6%

davon Photovoltaik 12,9%, Bioenergie 11,2%, Wasserkraft 9,3%, Windkraft 6,7%,  
Sonstige Geothermie u.a. 0,5%

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

Nachrichtlich: Bruttostromverbrauch (BSV) 68,1 TWh; EE-Anteil am BSV 27,1 Prozent

Quelle: Stat. LA BW 4/2020 aus www.statistik-bw.de; Stat. LA BW 4/2020

\* 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

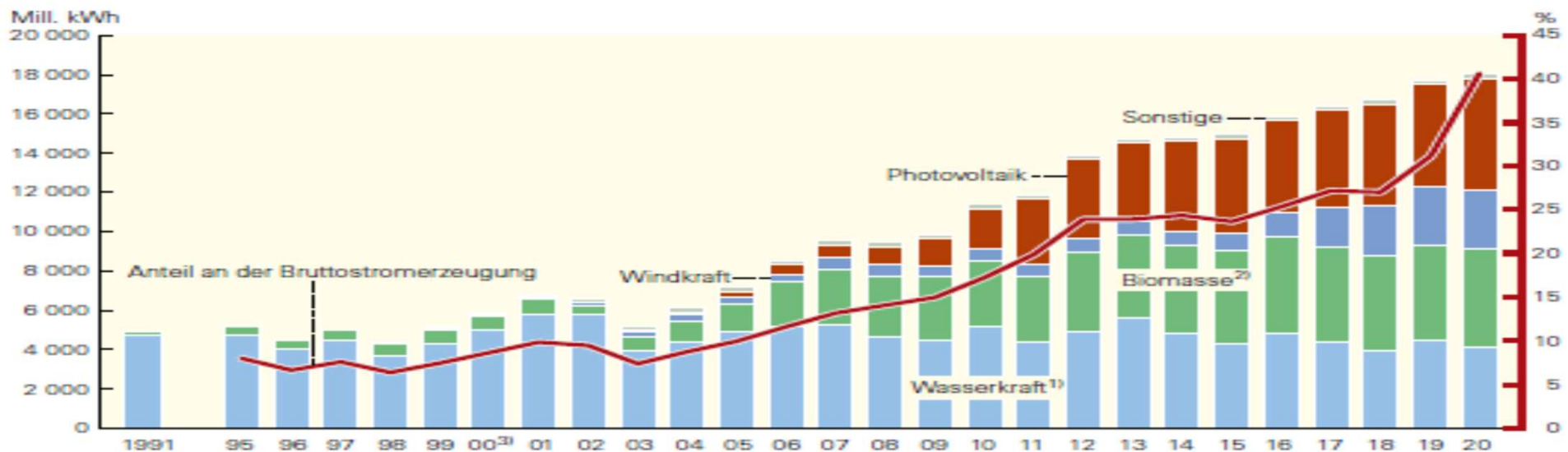
Quellen: AGEB - Stromerzeugung in Deutschland 1990-2021, 9/2022; Stat. BA 4/2022

# Entwicklung Anteil erneuerbarer Energieträger an der Bruttostromerzeugung (BSE<sup>1)</sup>) in Baden-Württemberg 1990-2020 (1)

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

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

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



\* Daten 2020 vorläufig, Stand 10/2022.

Bevölkerung (Jahresmittel) 2020: 11,1 Mio.

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

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

3) Werte teilweise geschätzt.

# Entwicklung der Strombereitstellung (Endenergie) aus erneuerbaren Energien (EE) in Baden-Württemberg 2000-2021 nach UM BW-ZSW (2)

STROMBEREITSTELLUNG (ENDENERGIE) AUS ERNEUERBAREN ENERGIEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG

	WASSERKRAFT <sup>1)</sup>		WINDENERGIE		PHOTOVOLTAIK <sup>2)</sup>		BIOMASSE										GEOthermie	SUMME STROMERZEUGUNG
							BIOMASSE GESAMT	DAVON FESTE BIOGENE BRENNSTOFFE	DAVON FLÜSSIGE BIOGENE BRENNSTOFFE	DAVON BIOGAS <sup>3)</sup>	DAVON BIOGENER ANTEIL DES ABFALLS <sup>4)</sup>	DAVON KLÄRGAS	DAVON DEPONIEGAS					
	[GWh]	[MW]	[GWh]	[MW]	[GWh]	[MWp]	[GWh]	[GWh]	[MW]	[GWh]	[GWh]	[MW]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	
2000	5,628	769	53	62	5	13	905	320	59	0	37	7	203	85	160	0,0	6,491	
2001	5,750	772	92	114	19	38	960	354	66	1	56	11	205	91	152	0,0	6,721	
2002	5,769	776	193	175	33	67	934	399	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	100	97	0,0	5,212	
2004	4,426	775	306	254	134	229	1,342	719	153	14	154	27	213	110	131	0,0	6,209	
2005	4,910	775	312	273	272	426	1,902	939	159	51	282	54	291	111	128	0,0	7,296	
2006	5,186	775	395	295	465	619	2,249	956	161	172	526	96	386	118	90	0,0	8,295	
2007	5,261	775	586	404	668	990	2,706	991	162	259	757	127	479	126	94	0,0	9,221	
2008	4,691	777	614	416	951	1,274	2,877	987	169	208	992	140	481	133	76	0,0	9,133	
2009	4,471	777	545	451	1,370	1,903	3,266	1,064	192	173	1,382	223	459	136	53	0,0	9,652	
2010	5,132	932	541	460	2,085	2,937	3,299	1,069	179	135	1,542	259	364	140	49	0,1	11,057	
2011	4,404	937	589	478	3,320	3,862	3,699	1,075	199	51	1,929	321	442	147	45	0,0	12,002	
2012	4,945	942	666	503	4,048	4,449	3,949	1,102	195	42	2,155	336	357	152	41	0,5	13,508	
2013	5,616	966	667	534	4,108	4,796	4,027	1,073	193	38	2,319	370	404	154	39	1,2	14,419	
2014	4,803	971	679	550	4,797	5,045	4,262	1,101	195	36	2,519	461	406	164	37	0,6	14,542	
2015	4,300	976	931	695	5,090	5,209	4,607	1,160	195	46	2,788	469	406	171	35	0,0	14,828	
2016	4,850	981	1,235	1,030	4,994	5,354	4,599	1,149	193	47	2,761	494	430	178	34	0,3	15,676	
2017	4,396	993	1,992	1,419	5,312	5,560	4,640	1,155	193	30	2,928	499	409	188	32	0,3	16,330	
2018	3,941	995	2,581	1,522	5,597	5,866	4,660	1,149	193	36	2,862	534	392	191	30	0,0	16,769	
2019	4,500	997	2,909	1,550	5,776	6,294	4,565	1,024	193	37	2,902	575	379	192	31	0,0	17,750	
2020	4,130	999	2,986	1,578	6,351	6,916	4,705	1,110	194	29	2,962	621	380	192	32	0,0	18,172	
2021	4,673	999	2,624	1,701	6,567	7,537	4,581	1,053	192	13	2,892	639	399	192	31	0,7	18,445	

**Jahr 2021:**

**EE-Strom 18,4 TWh**

von gesamt 50,9 bzw. 68,1 TWh  
(Anteile BSE 36,3%, BSV 27,1%)\*

\* Daten 2021 vorläufig, Stand 10/2022;  
alle Angaben zur installierten Leistung beziehen sich auf den Stand zum Jahresende.

- 1) Leistungsangabe ohne installierte Leistung in Pumpspeicherkraftwerken;  
Stromerzeugung einschließlich Erzeugung aus natürlichem Zufluss in Pumpspeicherkraftwerken;  
**Achtung: ab 2003 Abweichung bei der Wasserkraft zur amtlichen Statistik durch Hochrechnung einer eigenen Zeitreihe nach Heimerl**
- 2) Stromerzeugung einschließlich Selbstverbrauch (d.h. einschließlich selbst verbrauchtem und nicht eingespeistem PV-Strom)
- 3) Überarbeitete Zeitreihe; die Leistungs- und Stromdaten enthalten auch Biomethan-BHKW
- 4) der biogene Anteil in Müllverbrennungsanlagen wurde mit 50 % angesetzt
- 5) **Jahr 2021: EE bezogen auf eine Bruttostromerzeugung (BSE) von 50,9 TWh bzw. Bruttostromverbrauch (BSV) von 68,1 TWh**

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

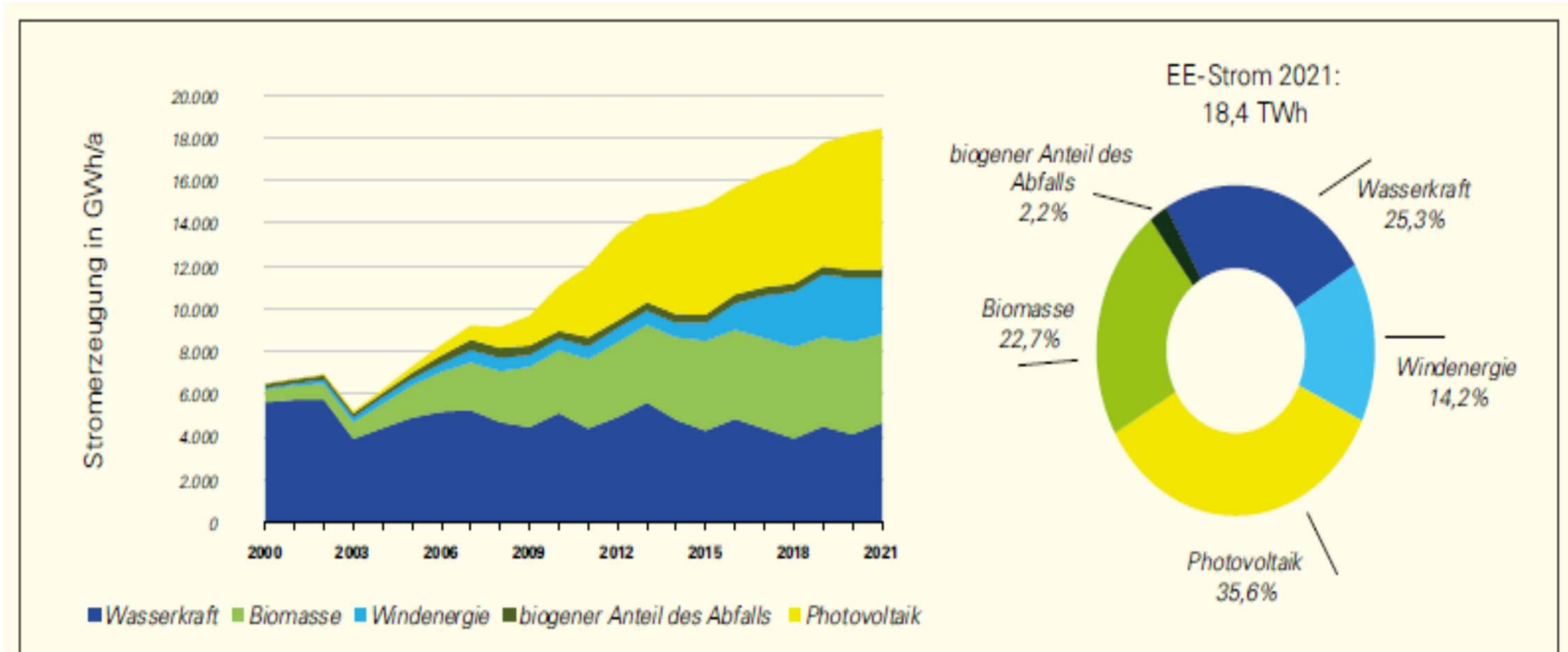


# Entwicklung der **Stromerzeugung (Endenergie)** aus **erneuerbaren Energien (EE)** in Baden-Württemberg 2000-2021 nach UM BW-ZSW (3)

**Jahr 2021: Gesamt 18,4 TWh von 50,9 TWh**

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

## ENTWICKLUNG DER STROMERZEUGUNG AUS ERNEUERBAREN ENERGIEN



\* Daten 2021 vorläufig, Stand 9/2022

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

1) Bezugsgrößen geschätzt : Brutto-Stromerzeugung (BSE) 50,9 TWh; Brutto-Stromverbrauch (BSV) 68,1 TWh, Stromverbrauch Endenergie (SVE) k.A. TWh

2) Laufwasser und Speicherwasser einschließlich natürlichem Zufluss aus Pumpspeicherkraftwerken

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

4) biogener Anteil des Abfalls mit 50%

### Hinweis:

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



# Strombereitstellung (Endenergie) = Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien (EE) in Baden-Württemberg 2021 nach UM BW-ZSW (4)

**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	PRIMAR- ENERGIE- ÄQUIVALENT <sup>1)</sup> nach Wirkungsgrad- methode	ANTEIL AM ENERGIE- VERBRAUCH		ANTEIL AM PEV  nach Wirkungsgrad- methode
	[GWh]	[PJ]	[%]	[%]	[%]
STROMERZEUGUNG			Anteil am Brutto- stromver- brauch <sup>2)</sup>	Anteil an der Brutto- stromer- zeugung <sup>3)</sup>	
Wasserkraft <sup>4)</sup>	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 <sup>4)</sup>	399	5,7	0,6	0,8	0,4
<b>Gesamt</b>	<b>18.445</b>	<b>96,8</b>	<b>(26,9 TWh) 27,1</b>	<b>36,3</b>	<b>7,4</b>

\* Daten 2021 vorläufig, Stand 9/2022

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2021: 11,1 Mio.

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

2) Bezogen auf eine Bruttostromerzeugung von 50,9 TWh

3) Einschließlich der Stromerzeugung aus natürlichem Zufluss in Pumpspeicherkraftwerken

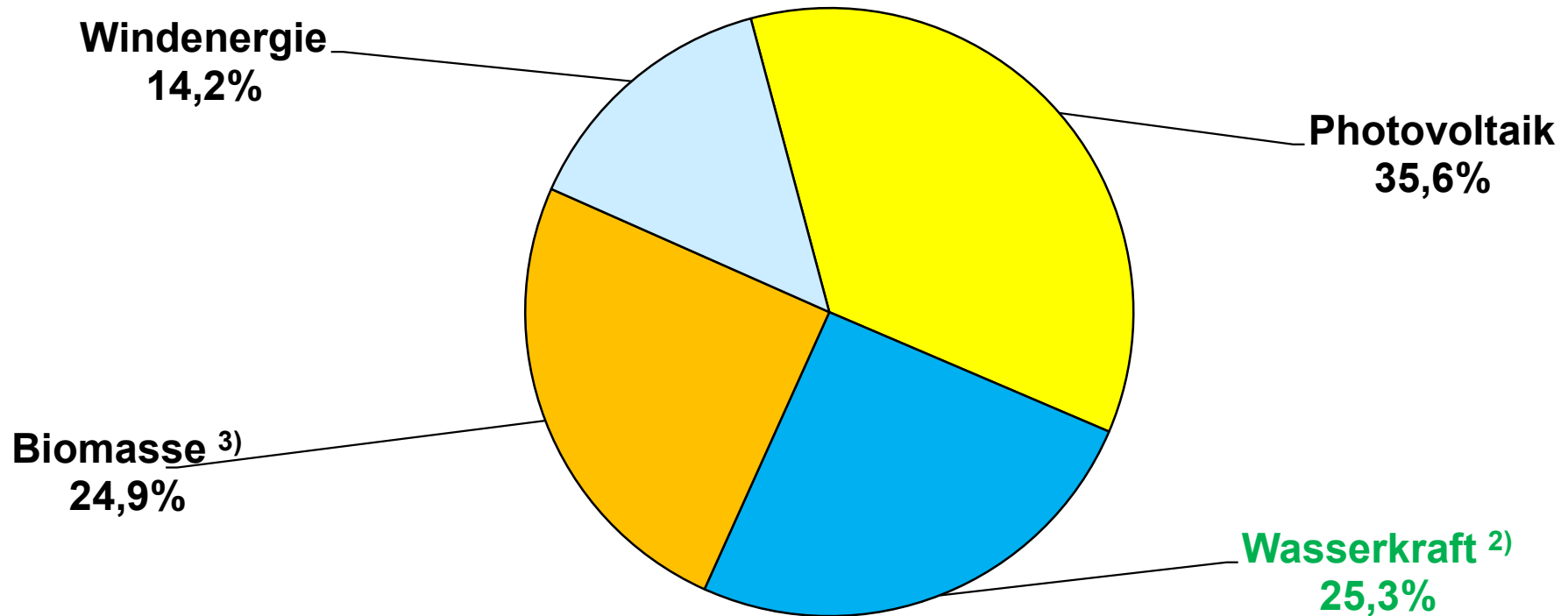
4) Der biogene Anteil in Müllverbrennungsanlagen wurde mit 50 % angesetzt

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

# Stromerzeugung (BSE) aus erneuerbaren Energien (EE) in Baden-Württemberg 2021 nach UM BW-ZSW (5)

**Gesamt 18,445 TWh**

Anteile an der BSE 36,3%, Anteile am BSV 27,1% <sup>1)</sup>



Grafik Bouse 2022

\* Daten 2021 vorläufig, Stand 10/2022

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 11,1 Mio.

1) Bezugsgrößen: Brutto-Stromerzeugung (BSE) 50,9 TWh; Brutto-Stromverbrauch (BSV) 68,1TWh, Stromverbrauch Endenergie (SVE) k.A. TWh

2) Laufwasser und Speicherwasser einschließlich natürlichem Zufluss aus Pumpspeicherkraftwerken

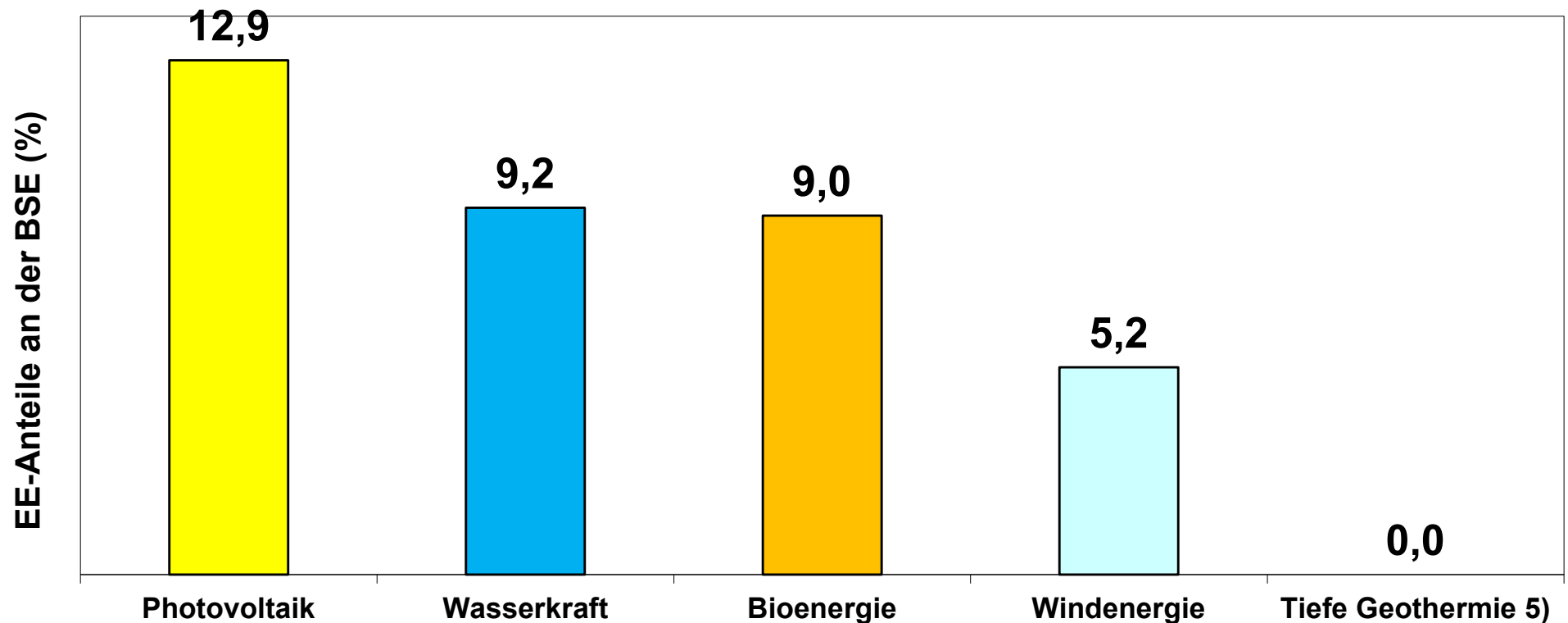
3) Biomasse: Flüssige und gasförmige Brennstoffe, Biogas, Deponie- und Klärgas, biogener Anteil des Abfalls mit 50%

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

## Anteile erneuerbare Energieträger (EE) an der Bruttostromerzeugung (BSE) in Baden-Württemberg 2021 nach UM BW-ZSW (6)

Anteil Gesamt-EE: 36,3% an der gesamten BSE von 50,9 TWh <sup>1,2)</sup>

Anteil reg. Wasserkraft 9,2%



Grafik Bouse 2022

\* Daten 2021 vorläufig, Stand 10/2022

1) Herkunft der Stromerzeugung aus allgemeine Versorgung, Industriekraftwerke ab 1 MW und Stromeinspeisung

2) bezogen auf die gesamte Bruttostromerzeugung (BSE) von 50,9 TWh (Mrd. kWh)

3) Wasserkraft aus Laufwasser und Speicherwasser einschließlich natürlichen Zufluss aus Pumpspeicherwasserkraftwerken

4) Feste und flüssige biogene Stoffe, Biogas, biogener Anteil Abfall mit 50%, Deponie- und Klärgas

5) Geothermie 0,3 GWh = 0,0003 TWh (nicht im Bild dargestellt)

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

# Entwicklung Struktur Brutto-Stromerzeugung (BSE) aus gesamter Wasserkraft in Baden-Württemberg 1990-2021 (1)

Benennung	Bruttostromerzeugung (BSE) in Mio. kWh									
	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022	2023
<b>0.1 Gesamt-Bruttostromerzeugung nach Stat. LA BW</b>	<b>60.383</b>	<b>64.773</b>	<b>67.807</b>	<b>71.893</b>	<b>66.001</b>	<b>63.328</b>	<b>44.337</b>			
<b>0.2 Gesamt-Bruttostromerzeugung nach UM BW-ZSW</b>	<b>k. A.</b>	<b>k. A.</b>					<b>44.337</b>	<b>50.900</b>		
<b>1. Laufwasserkraftwerke <sup>2)</sup></b>			k.A.	4.673	4.764	4.300	4.130			
<b>2. Speicherkraftwerke</b>	k.A.	506	k.A.	237	368					
<b>3a. Regenerative Wasserkraft <sup>3)</sup> (1+2) nach Stat. LA BW</b>	<b>4.943</b>	<b>4.734</b>	<b>(7.583)</b>	<b>4.910</b>	<b>5.132</b>	<b>4.300</b>	<b>4.130</b>			
<b>3b. Regenerative Wasserkraft nach UM BW-ZSW</b>	<b>k.A.</b>	<b>k.A.</b>	<b>5.628</b>	<b>4.910</b>	<b>5.132</b>	<b>4.300</b>	<b>4.130</b>	<b>4.673</b>		
<b>4. Pumpspeicherwasser (5 - 3a)</b>	<b>k.A.</b>	<b>1.242</b>	<b>k.-A.</b>	<b>1.871</b>	<b>1.755</b>	<b>1.750</b>	<b>1.447</b>			
<b>5. Wasserkraft gesamt (3a + 4)<sup>1)</sup></b>	<b>4.943</b>	<b>5.976</b>	<b>7.628</b>	<b>6.781</b>	<b>6.887</b>	<b>6.050</b>	<b>5.577</b>			
<b>6. Anteil EE-Wasserkraft an gesamte Wasserkraft 3a / 5 (%)</b>	<b>k.A.</b>	<b>79,2</b>		<b>72,4</b>	<b>74,5</b>	<b>71,1</b>	<b>74,1</b>			
<b>7. Anteil EE-Wasserkraft an der BSE, Pos. 0.1/ 3a (%) <sup>4)</sup></b>	<b>8,2</b>	<b>7,3</b>	<b>11,2</b>	<b>6,8</b>	<b>7,8</b>	<b>6,8</b>	<b>9,3</b>			
<b>8. Anteil Wasserkraft an der BSE, Pos. 0.2 / 3b (%)</b>	<b>8,2</b>	<b>9,2</b>	<b>11,2</b>	<b>9,4</b>	<b>10,4</b>	<b>9,6</b>	<b>9,3</b>	<b>9,2</b>		

\* Daten 2021 vorläufig, Ziel der Landesregierung 2020, Stand 10/2022

1) Laufwasserkraftwerke und Speicherkraftwerke = regenerative Energien (EE); Pumpspeicherkraftwerke = nicht regenerative Energien (Nicht-EE)

2) einschließlich natürlichen Zufluss aus Pumpspeicherkraftwerken

3) Bis 1992 einschließlich Pumpspeicherwasserkraftwerke. Ab 1993 nur noch einschließlich natürlichen Zufluss aus Pumpspeicherwasserkraftwerke

**4) Daten ab 2003 von ZSW aus UM BW EE in BW weichen zur amtlichen Statistik durch Hochrechnung einer eigenen Zeitreihe nach Heimerl, Fichtner ab**

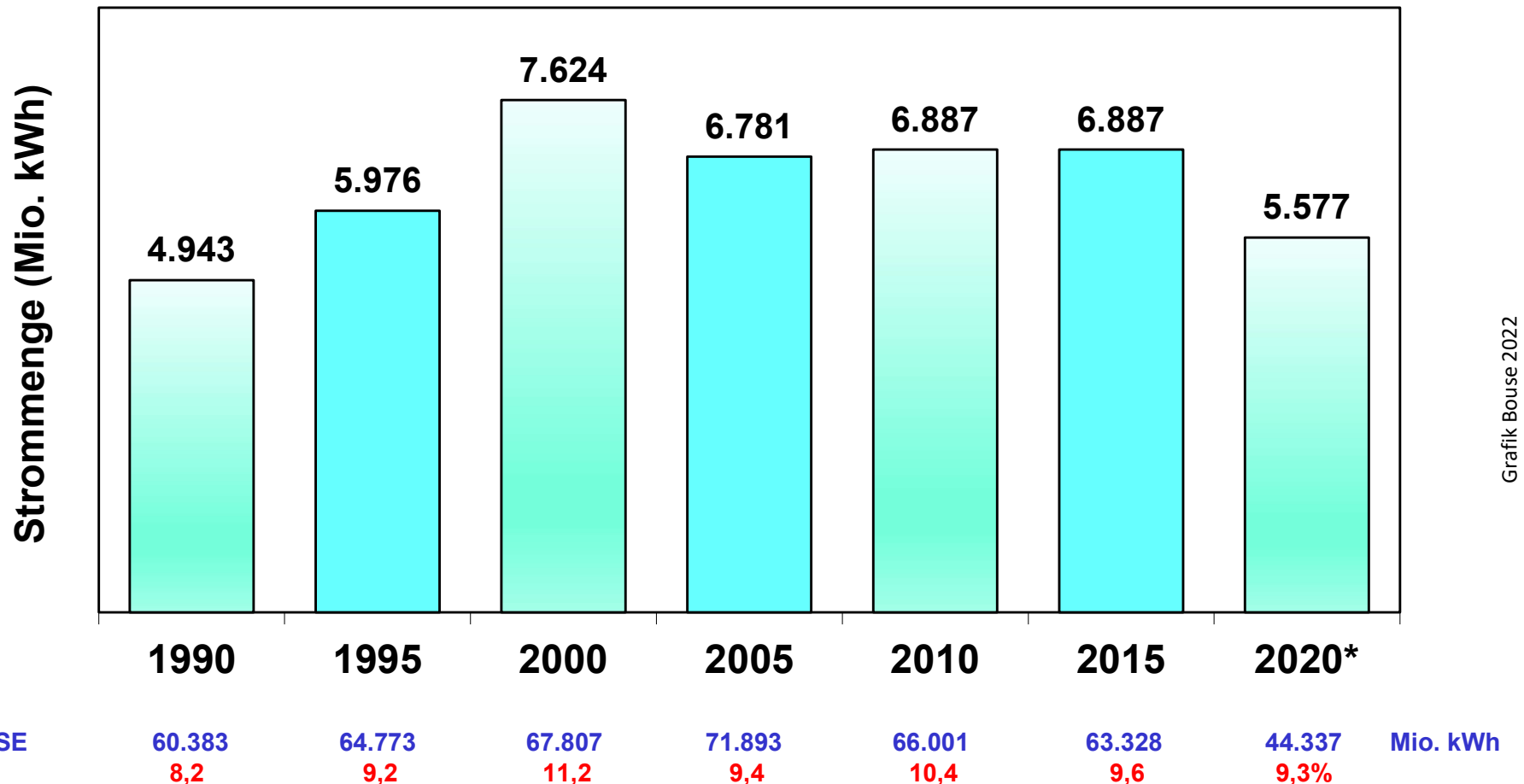
Quellen: UM-BW & Stat. LA BW - Energiebericht 2020, Tab. I-11, 29-33; 10/2020; Stat. LA Baden-Württemberg, Tabelle BSE aus EE in BW bis 2020; 12/2021

UM BW-ZSW „Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2021“, 10/2022

# Entwicklung Bruttostromerzeugung (BSE) aus gesamter Wasserkraft (WK) <sup>1)</sup> in Baden-Württemberg 1990-2020 nach Stat. LA BW (2)

**Jahr 2020: Gesamt 5.577 Mio. kWh, Veränderung 1990/2020 + 12,8%**

Beitrag reg. Wasserkraft 44.337 Mio. kWh (Anteil 74,1%)



\* Daten 2020 vorläufig, Stand 10.2022

**1) Stromerzeugung aus der gesamten Wasserkraft** und zwar Lauf- und Speicherwasser einschließlich Erzeugung aus natürlichem Zufluss in Pumpspeicherkraftwerken (EE) und Pumpspeicherkraftwerken (Nicht-EE); (Jahr 2020 1.447 Mio. kWh)

Quellen: Stat. LA Baden-Württemberg aus UM-BW & Stat. LA BW - Energiebericht 2020, Tab. 26, 29, 10/2020, Stat. LA BW 10/2022



# Aufteilung der Bruttostromerzeugung (BSE) **aus gesamte Wasserkraft** in Baden-Württemberg 2018 **nach Stat. LA BW (3)**

**Gesamt 6.038 Mio. kWh = 6,0 TWh (Mrd. kWh)**

davon Beitrag regenerative Wasserkraft 4.168 Mio. kWh = 4,2 TWh (69,0%) <sup>1)</sup>

Anteil Gesamt-Wasserkraft an der gesamten BSE von 62.116 Mio. kWh (9,7%),

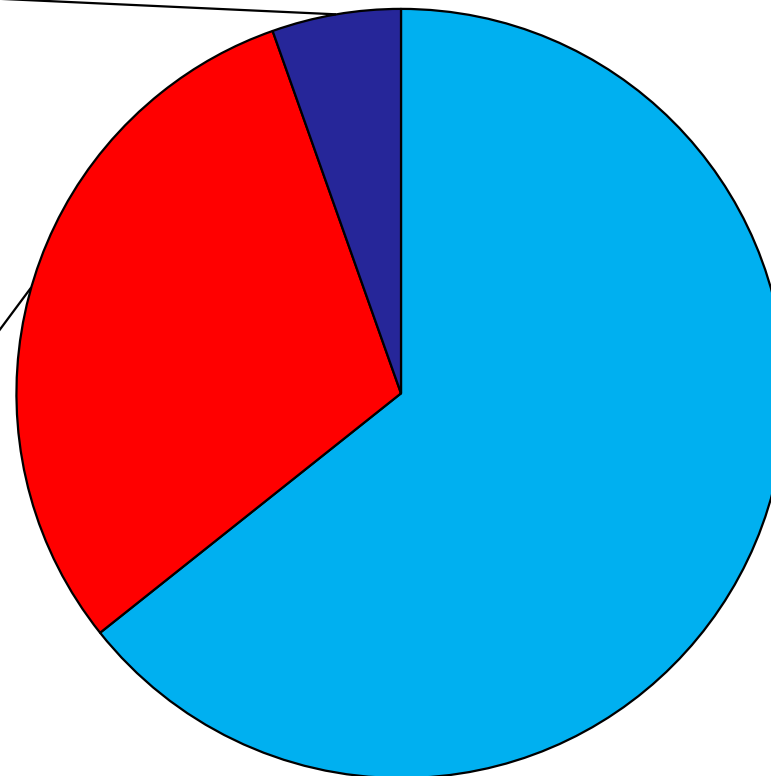
Anteil regenerative Wasserkraft (6,7%)

**Pumpspeicher-  
wasser mit  
natürlichen  
Zufluss <sup>1)</sup>**

324 Mio. kWh  
**5,3%**

**Pumpspeicher-  
wasser ohne  
natürlichen  
Zufluss <sup>2)</sup>**

1.870 Mio. kWh  
**31,0%**



**Laufwasser <sup>1)</sup>**  
3.844 Mio. kWh  
**63,7**

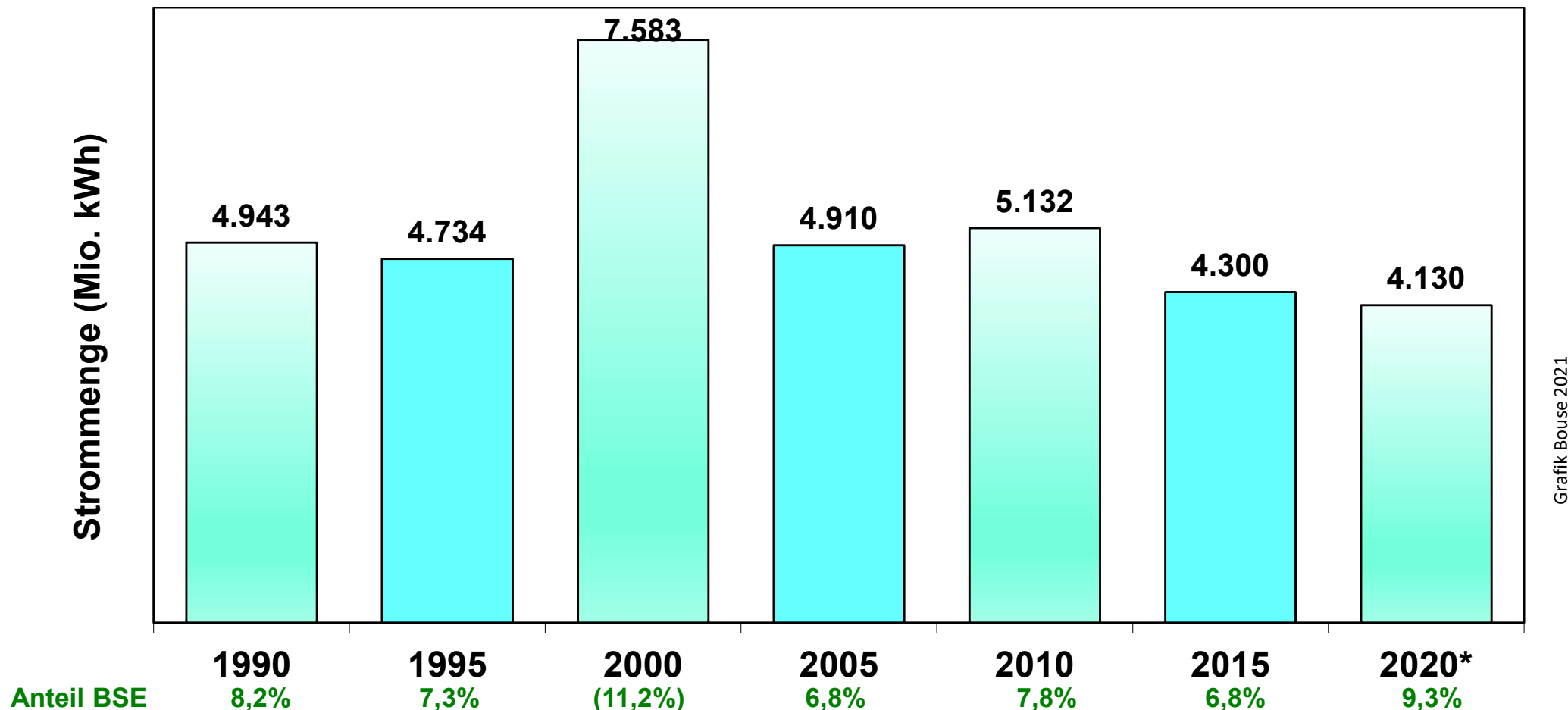
1) Laufwasser und Speicherwasser einschließlich natürlichen Zufluss aus Pumpspeicherwasserkraftwerken (**regenerative Energie**)

2) Pumpspeicherwasser ohne natürlichen Zufluss (**nicht regenerative Energie**)

# Entwicklung Bruttostromerzeugung (BSE) aus regenerativer Wasserkraft in Baden-Württemberg 1990-2020 nach Stat. LA BW (1)

**Jahr 2020: Gesamt 4.130 Mio. kWh = 4,1 TWh<sup>1,2)</sup>, Veränderung 1990-2020 – 16,4%**

Anteil an der Bruttostromerzeugung (BSE) 9,3% von 44.337 Mio. kWh = 44,3 TWh



\* Daten 2020 vorläufig, Daten 2000 wurden ohne Begründung mit einer Klammer versehen, Stand 12/2021.

1) Kraftwerke der allgemeinen Versorgung, Industriekraftwerke, Bahnkraftwerke und Netzeinspeisung

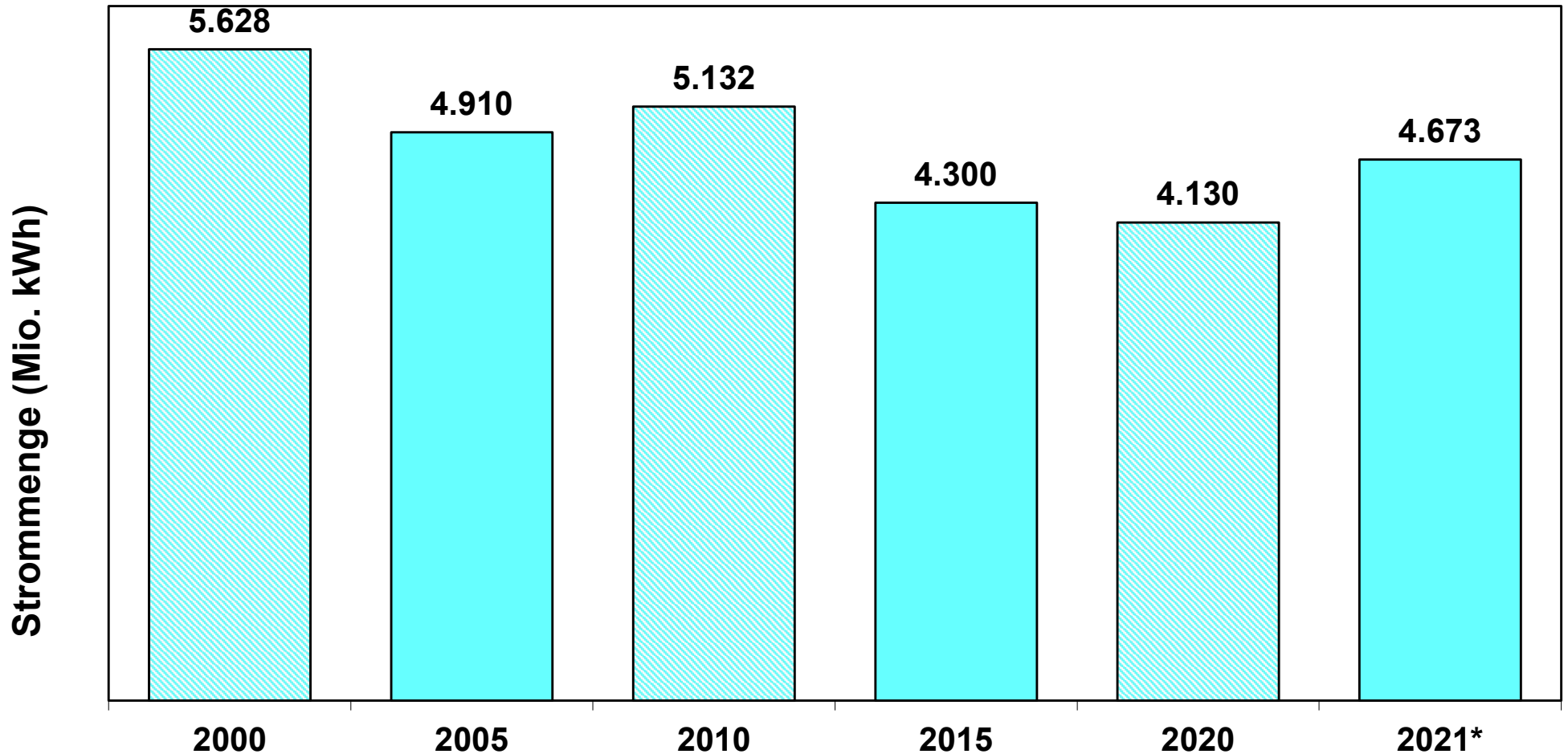
2) Bis 1992 einschl. Pumpspeicherkraftwerke. Ab 1993 nur noch einschl. natürlichen Zufluss aus Pumpspeicherkraftwerken.

Quelle: Stat. LA Baden-Württemberg, Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern in Baden-Württemberg bis 2020, 12/2021

# Entwicklung Bruttostromerzeugung (BSE) aus regenerativer Wasserkraft <sup>1)</sup> in Baden-Württemberg 2000-2021 nach UM BW-ZSW (2)

**Jahr 2021: Gesamt 4.673 Mio. kWh = 4,7 TWh, Veränderung 2000/2021 – 17,0%**

Anteil an der Bruttostromerzeugung (BSE) 9,2%, am BSV 6,9% <sup>2)</sup>



Grafik Bouse 2022

\* Daten 2021 vorläufig, Stand 10/2022

1) Stromerzeugung aus Lauf- und Speicherwasser einschließlich Erzeugung aus natürlichem Zufluss in Pumpspeicherkraftwerken (EE), aber ohne Pumpspeicherkraftwerke (Nicht-EE),

**ab 2003 Abweichung zur amtlichen Statistik durch Hochrechnung einer eigenen Zeitreihe nach Heimerl, Fichtner**

2) Gesamtstromerzeugung (BSE) 2021 = 50,9 TWh (Mrd. kWh); Gesamt Bruttostromverbrauch (BSV) 68,1 TWh

Quellen: UM BW-ZSW „Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2021“, 10/20202

# **Beitrag Wasserkraft**

## zur Stromversorgung, Teil 2

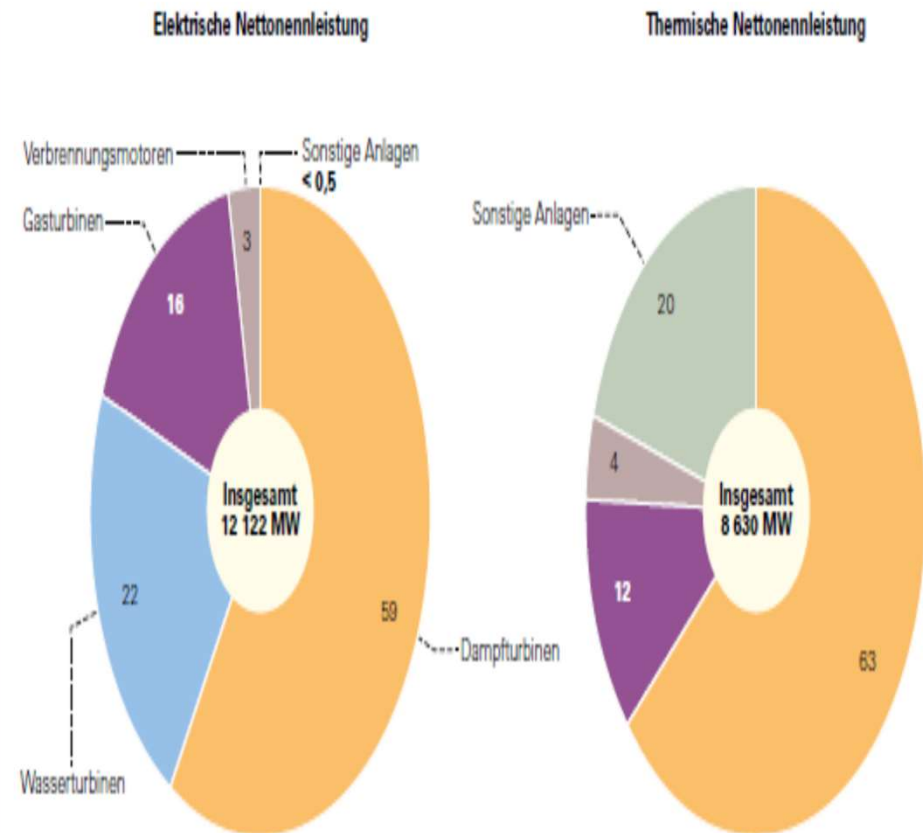
# Elektrische und thermische Netto-Engpassleistung insgesamt und aus Kraft-Wärme-kopplung der Kraftwerke\* nach Anlagenart in Baden-Württemberg Ende 2020

Engpassleistungen: elektrisch netto 12.122 MW; thermisch netto 8.630 MW  
Beitrag gesamte Wasserkraft 2.668 MW

36. Elektrische und thermische Nettonennleistung insgesamt und aus Kraft-Wärme-Kopplung der Kraftwerke*) in Baden-Württemberg 2020 nach Art der Anlage				
Art der Anlage	Nettonennleistung			
	elektrisch	darunter Kraft-Wärme-Kopplung	thermisch	darunter Kraft-Wärme-Kopplung
	MW			
Dampfturbinen				
Kondensationsmaschinen	2 141	X	X	X
Gegendruckmaschinen	890	690	2 660	2 660
Entnahmekondensationsmaschinen	4 152	3 377	2 813	2 813
Gasturbinen				
Gasturbinen ohne Abhitzeessel	490	X	X	X
Gasturbinen mit Abhitzeessel	123	123	307	307
Gasturbinen mit nachgeschalteter Dampfturbine	1 271	569	753	753
Verbrennungsmotoren	372	365	374	374
Wasserturbinen				
Laufwasser-Anlagen	703	X	X	X
Speicherwasser- und Pumpspeicher-Anlagen <sup>1)</sup>	1 963	X	X	X
Sonstige Anlagen <sup>2)</sup>	18	10	1 723	39
<b>Insgesamt</b>	<b>12 122</b>	<b>5 134</b>	<b>8 630</b>	<b>6 945</b>

Anteile in %

2020



Statistisches Landesamt Baden-Württemberg

462 72

\*) Kraftwerke der Elektrizitätsversorgungsunternehmen und Stromerzeugungsanlagen der Betriebe im Verarbeitenden Gewerbe sowie im Bergbau und in der Gewinnung von Steinen und Erden (Industriekraftwerke) mit einer Nettonennleistung von im Allgemeinen 1 MW elektrisch und darüber.

1) Pumpspeicheranlagen mit und ohne natürlichen Zufluss.

2) Einschließlich Brennstoffzellen, Stirling-Motoren, Dampfmaschinen, ORC-Anlagen und andere Speicher.

Quellen: Monatserhebung über die Elektrizitäts- und Wärmeerzeugung zur allgemeinen Versorgung; Jahreserhebung über die Elektrizitäts- und Wärmeerzeugung im Verarbeitenden Gewerbe, im Bergbau und in der Gewinnung von Steinen und Erden aus Sta. LA BW & UM BW – Energiebericht 2022, 10-2022



# Entwicklung der Erzeugungsleistung **erneuerbarer Energien (Säulen)** sowie der gesicherten Leistung (Linie) in Baden-Württemberg von 2000 bis 2018/20 (1)

**Jahr Ende 2020: Gesamtleistung 10,3 GW, gesicherte Leistung 0,6 GW\***

## Installierte Leistung erneuerbarer Energien zur Stromerzeugung [MW]

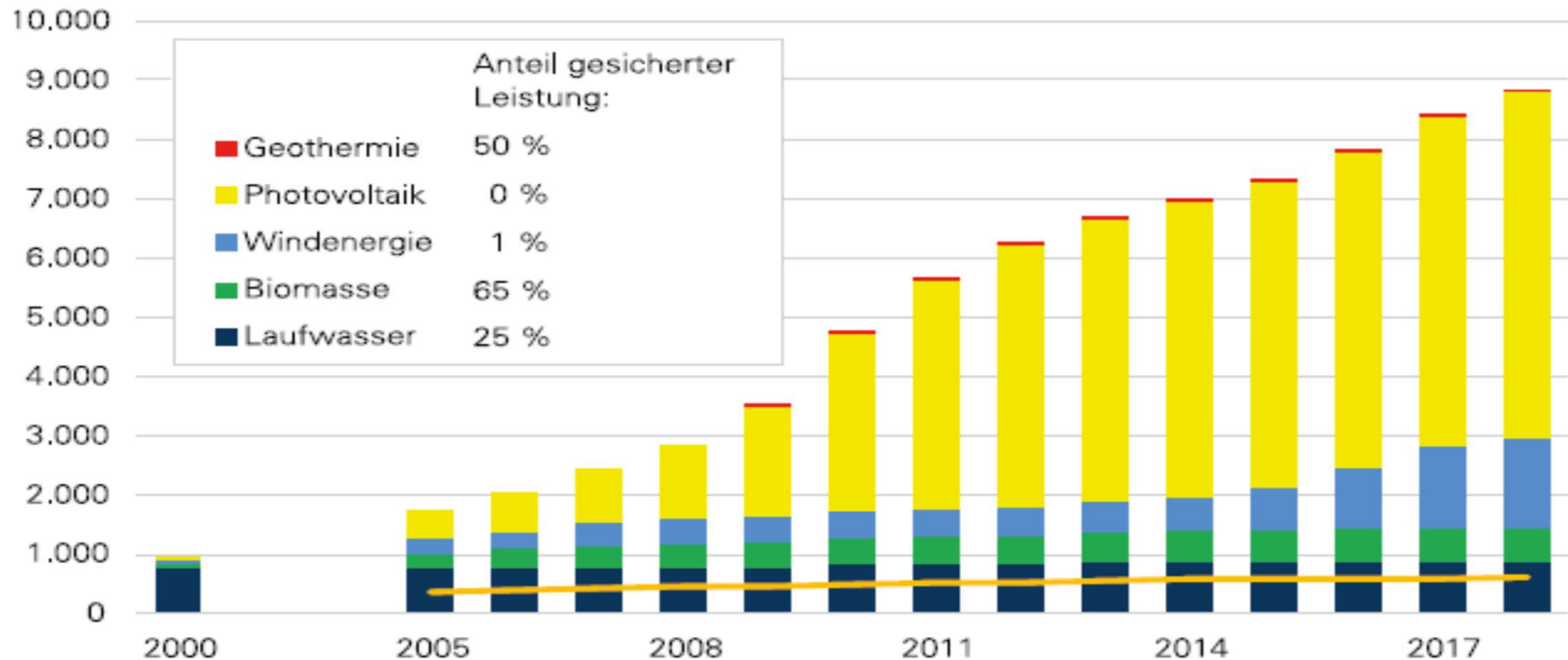


Abbildung 2: Entwicklung der Erzeugungsleistung erneuerbarer Energien (Säulen) sowie der gesicherten Leistung (Linie) von 2000 bis 2018 in Baden-Württemberg. Eigene Darstellung auf Basis von Daten aus [31].

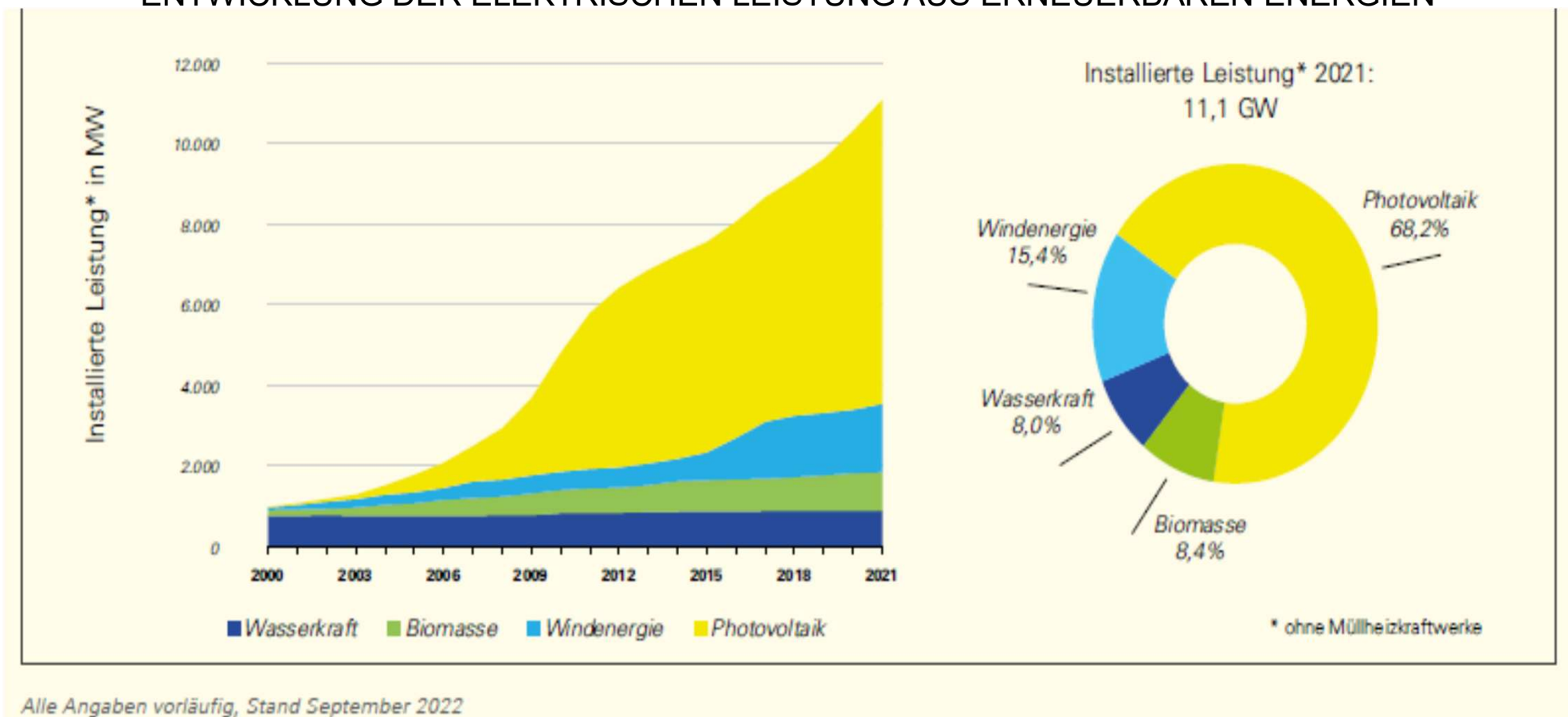
### \* Gesicherte Leistung

Die erneuerbaren Energien leisten neben dem Beitrag zur Stromerzeugung auch einen **Beitrag zur gesicherten Leistung**. Letzterer ist aufgrund der fluktuierenden Einspeisecharakteristik von Photovoltaik- und Windkraftanlagen jedoch vergleichsweise gering. So ist von der derzeit in Baden-Württemberg installierten Gesamtleistung erneuerbarer Energien im Stromsektor von rund 10,3 GW mit 0,6 GW nur ein Teil der gesicherten Leistung zuzurechnen, der fast ausschließlich auf Wasserkraft- und Biomasseanlagen zurückzuführen ist.

# Entwicklung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien (EE) nach elektrischer Leistung in Baden-Württemberg Ende 2000-2021 nach UM BW-ZSW (2)

Jahr 2021: Gesamt 11,05 GW <sup>1,2)</sup>

## ENTWICKLUNG DER ELEKTRISCHEN LEISTUNG AUS ERNEUERBAREN ENERGIEN



**Dominant ist die elektrische Leistung von Photovoltaikanlagen mit 68,2%**

\* Daten 2021 vorläufig, Stand 9/2022

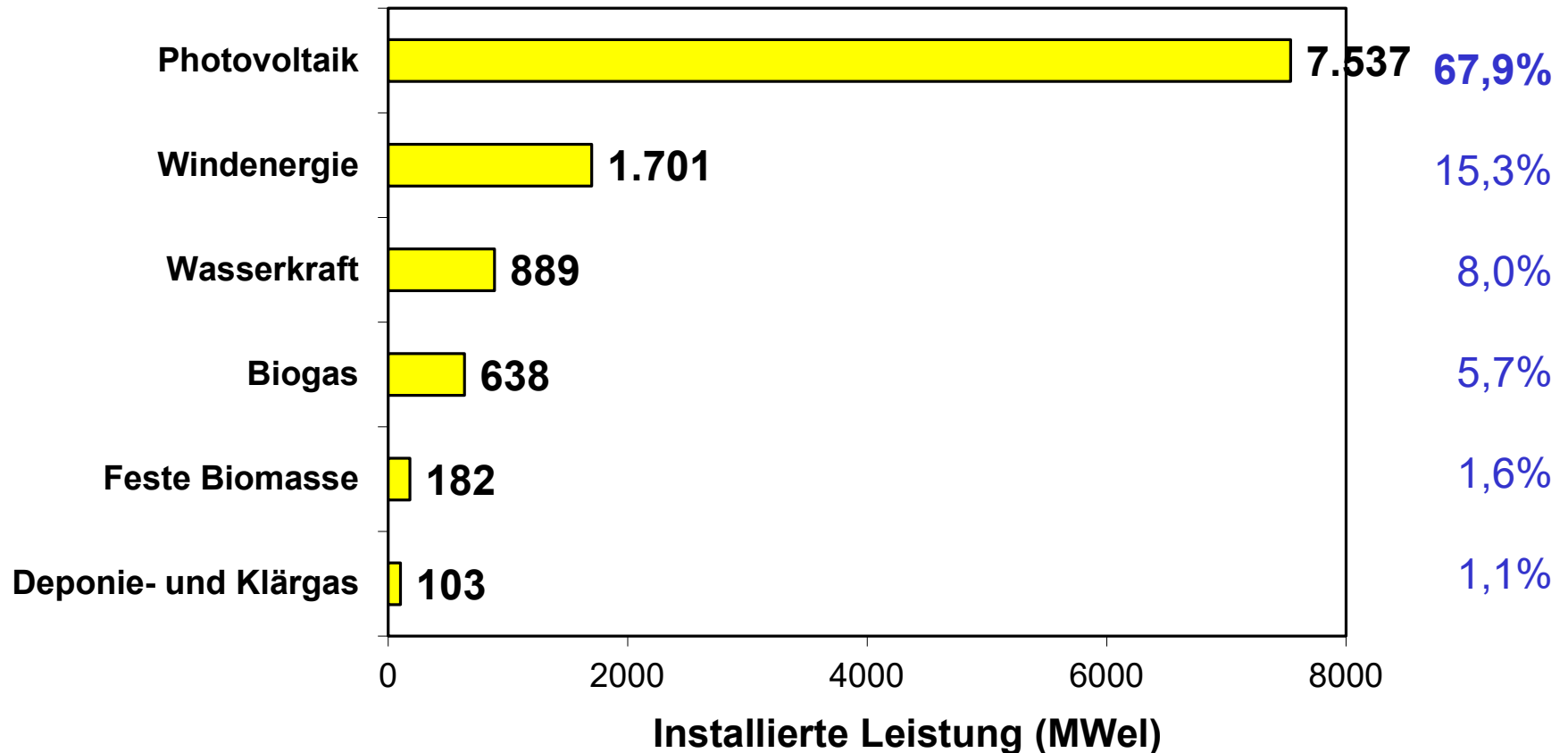
1) Elektrische Leistung Photovoltaik 7.537 MW, Windenergie 1.701, Wasserkraft 889 MW, Biomasse = 932 MW (Anteil 8,4%), davon Biogase 638 MW, feste Biomasse 182 MW,

2) Geothermie wurde vernachlässigt

# Installierte elektrische Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien (EE) in Baden-Württemberg Ende 2021 nach UM BW-ZSW (3)

Jahr 2021: Gesamt 11,05 GW <sup>1,2)</sup>

Anteile:



Grafik Bouse 2022

**Beitrag Biomasse 932 MW, Anteil 8,4% <sup>2)</sup>**

\* Daten 2021 vorläufig, Stand 9/2022

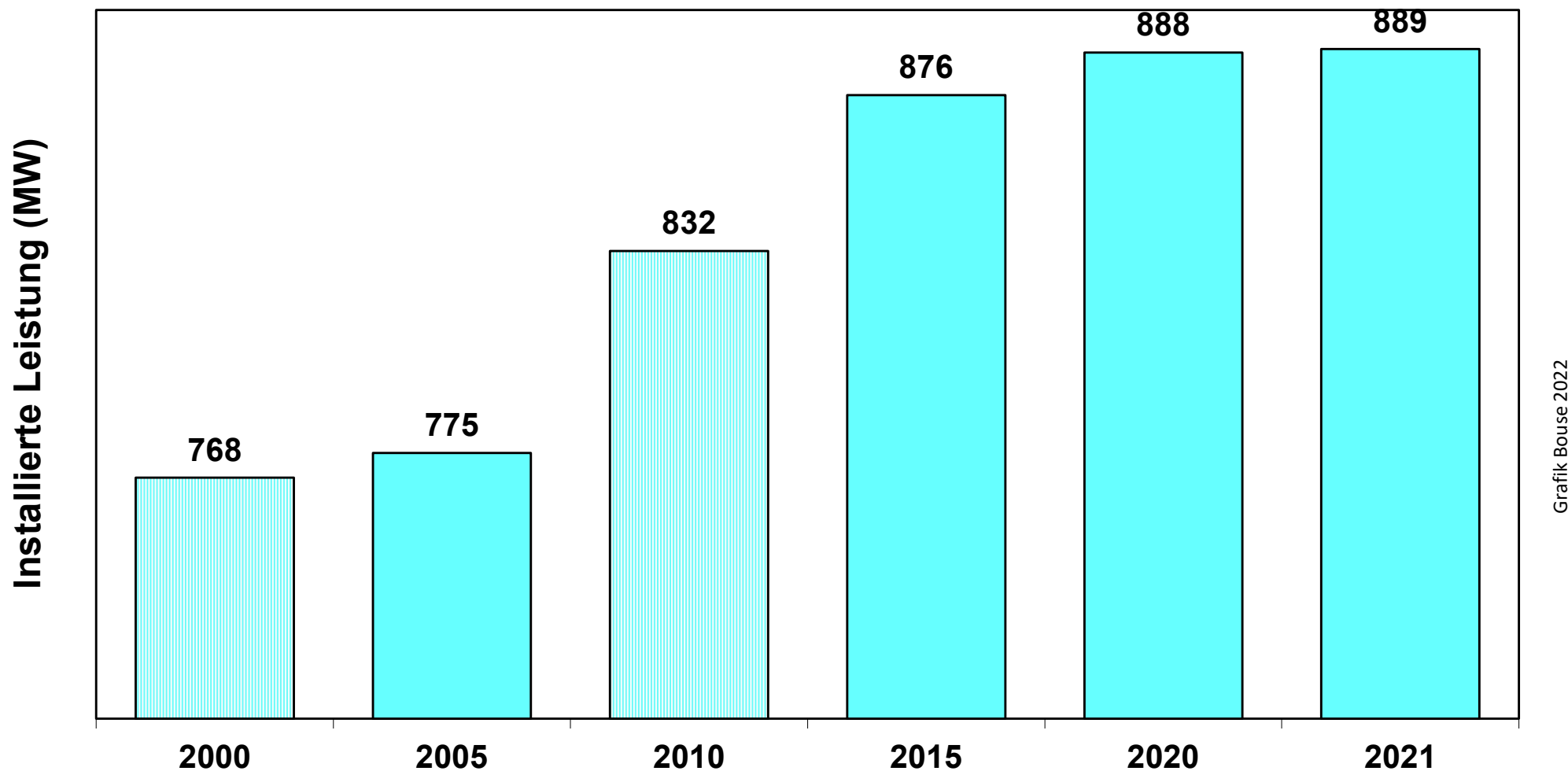
1) ohne installierte Leistung in Pumpspeicherkraftwerken

2) ohne installierte Leistung von Müllheizkraftwerken

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

# Entwicklung installierte Leistung aus reg. Wasserkraftanlagen in Baden-Württemberg 2000-2021 nach UM BW-ZSW

Jahr 2021: Gesamt 889 MWel <sup>1)</sup>, Veränderung 2000-2021 + 15,8%



\* Daten 2021 vorläufig, Stand 10/2022

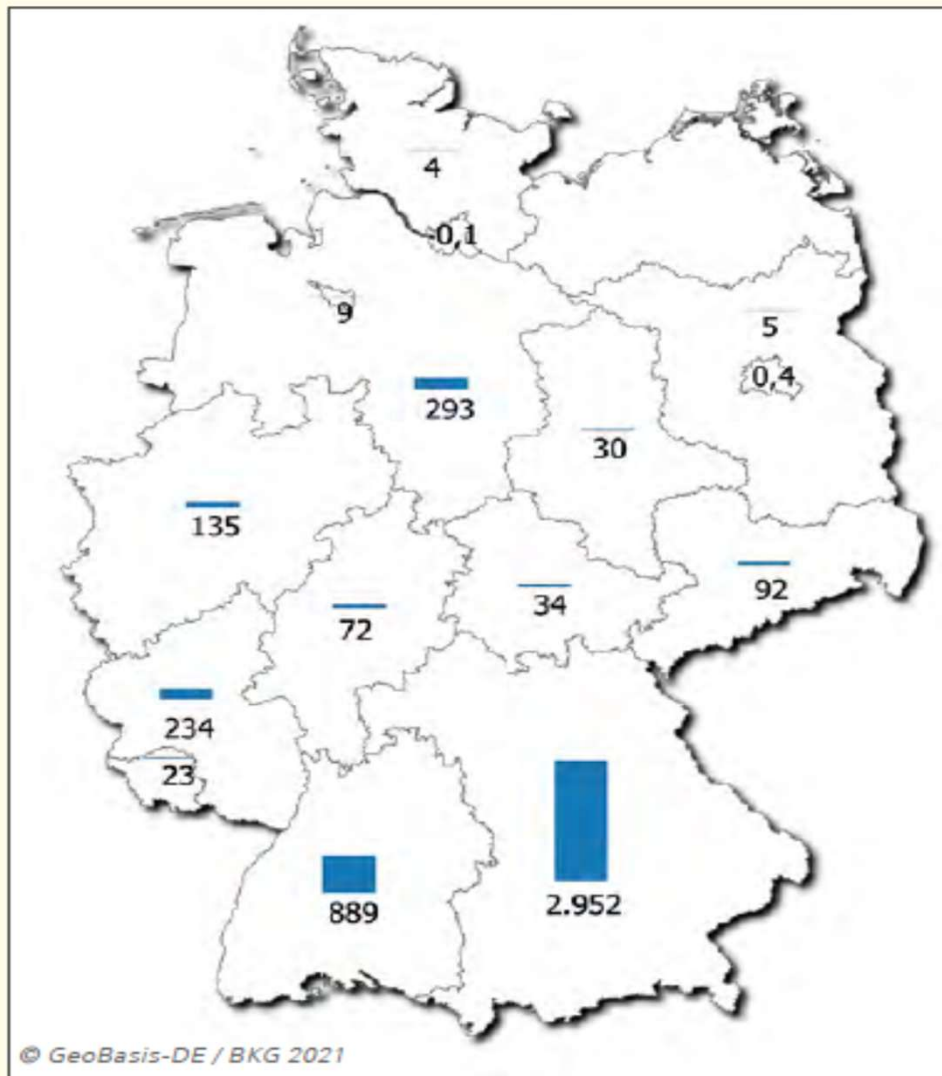
1) Leistungsangabe ohne installierte Leistung in Pumpspeicherkraftwerken

Quellen: UM BW „Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2021“, 10/2022

# Installierte Leistung von Wasserkraftwerken zur Stromerzeugung nach Bundesländern Deutschlands Ende 2021

**Gesamt: 4.772, 5 MW = 4,8 GW,**  
davon Anteile Bayern 61,9%, BW 18,6%

## INSTALLIERTE LEISTUNG VON WASSERKRAFTANLAGEN NACH BUNDESLÄNDERN ENDE 2021



In Deutschland ist der Ausbau von Wasserkraft an seine Grenzen gestoßen, da an den meisten potenziellen Standorten bereits Wasserkraftanlagen installiert sind.

Knapp 80 Prozent der insgesamt rund 4.800 MW Leistung von Laufwasser- und Speicherwasserkraftwerken (ohne Pumpspeicherkraftwerke) in Deutschland sind in Bayern und Baden-Württemberg installiert. Bayern liegt mit einer installierten Leistung von mehr als 2.950 MW weit vorne. Hintergrund sind die günstigen topografischen Gegebenheiten in diesen beiden Bundesländern.

Aufgrund der topografischen Gegebenheiten, aber auch durch strenge gesetzliche Regelungen im Bereich Umweltschutz, hat sich die Verteilung der Anlagenleistung auf die Bundesländer in den vergangenen Jahren kaum geändert.

*Leistungsangaben in MW*

*Erfasst sind Laufwasser- und Speicherwasserkraftwerke, keine Pumpspeicherkraftwerke*

*Anlagenbestand Ende 2021; Datenstand: September 2022*

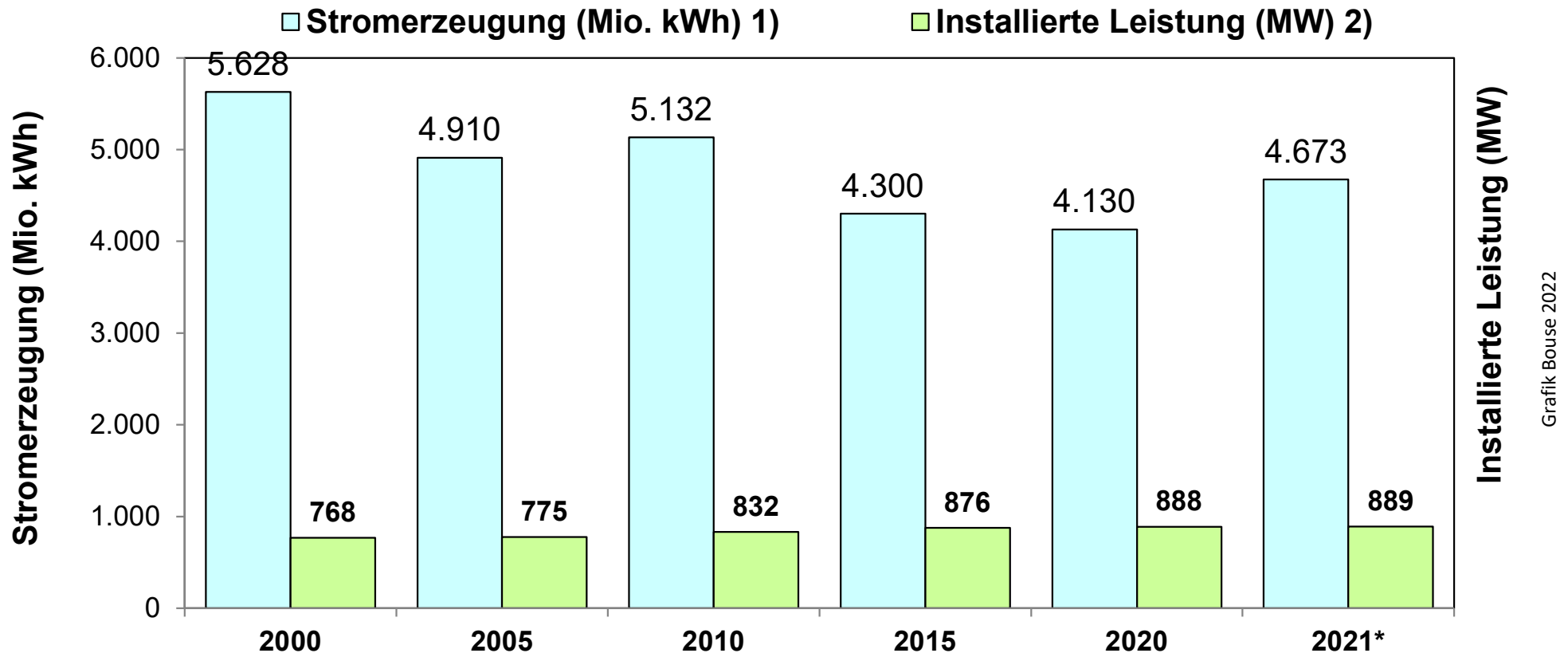
*Quelle: [33]*



# **Energie & Wirtschaft, Energieeffizienz**

# Entwicklung Stromerzeugung und installierte Leistung bei der reg. Wasserkraft in Baden-Württemberg 2000-2021 nach UM BW-ZSW

Jahr 2021: Installierte Leistung 889 MW, Stromerzeugung 4.673 Mio. kWh (GWh) = 4,7 TWh



\* Daten 2021 vorläufig, Stand 10/2022

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

1) Stromerzeugung inkl. Erzeugung aus natürlichem Zufluss in Pumpspeicherwasserkraftwerken

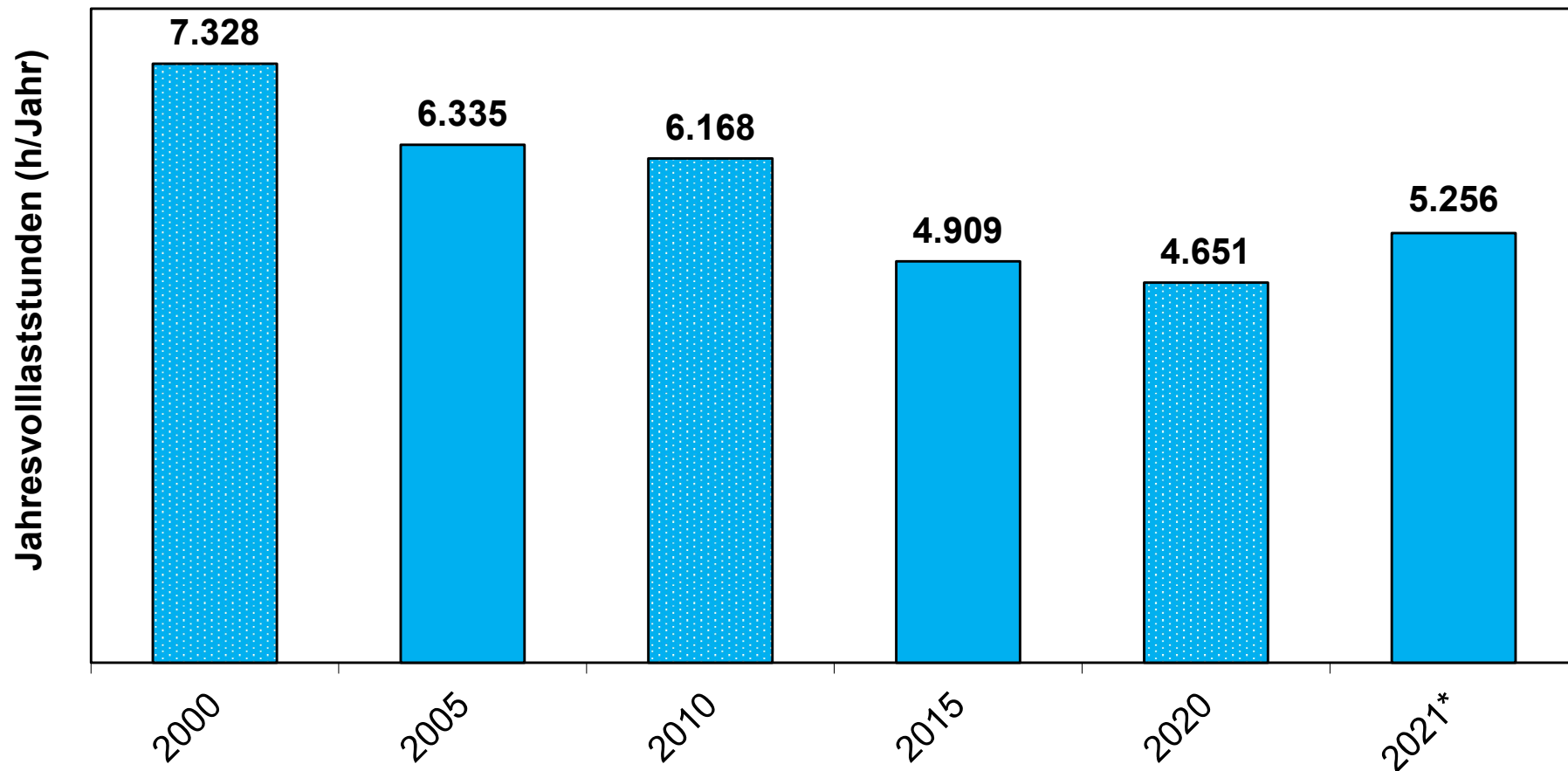
2) Installierte Leistung ohne installierte Leistung im Pumpspeicherwasserkraftwerken

Quellen: UM BW -Integriertes Energie- und Klimaschutzkonzept BW (IEKK), S. 59-60; Beschlussfassung vom 15. Juli 2014

UM BW -ZSW - Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2021, 10/2021

# Entwicklung der Jahresvolllaststunden (JVLS) von reg. Wasserkraftanlagen in Baden-Württemberg 2000-2021 **nach UM BW-ZSW**

**Jahr 2021:** Wasserkraftanlagen N.N. Stück  
Installierte Leistung zum J-Ende 889 MW = 0,889 GW  
Brutto-Stromerzeugung 4.673 GWh = 4,7 TWh (Mrd. kWh)  
**Jahresvolllaststunden 5.256 h/a <sup>2)</sup>**  
(Stromerzeugung 4.673 GWh / 0,889 GW Leistung)



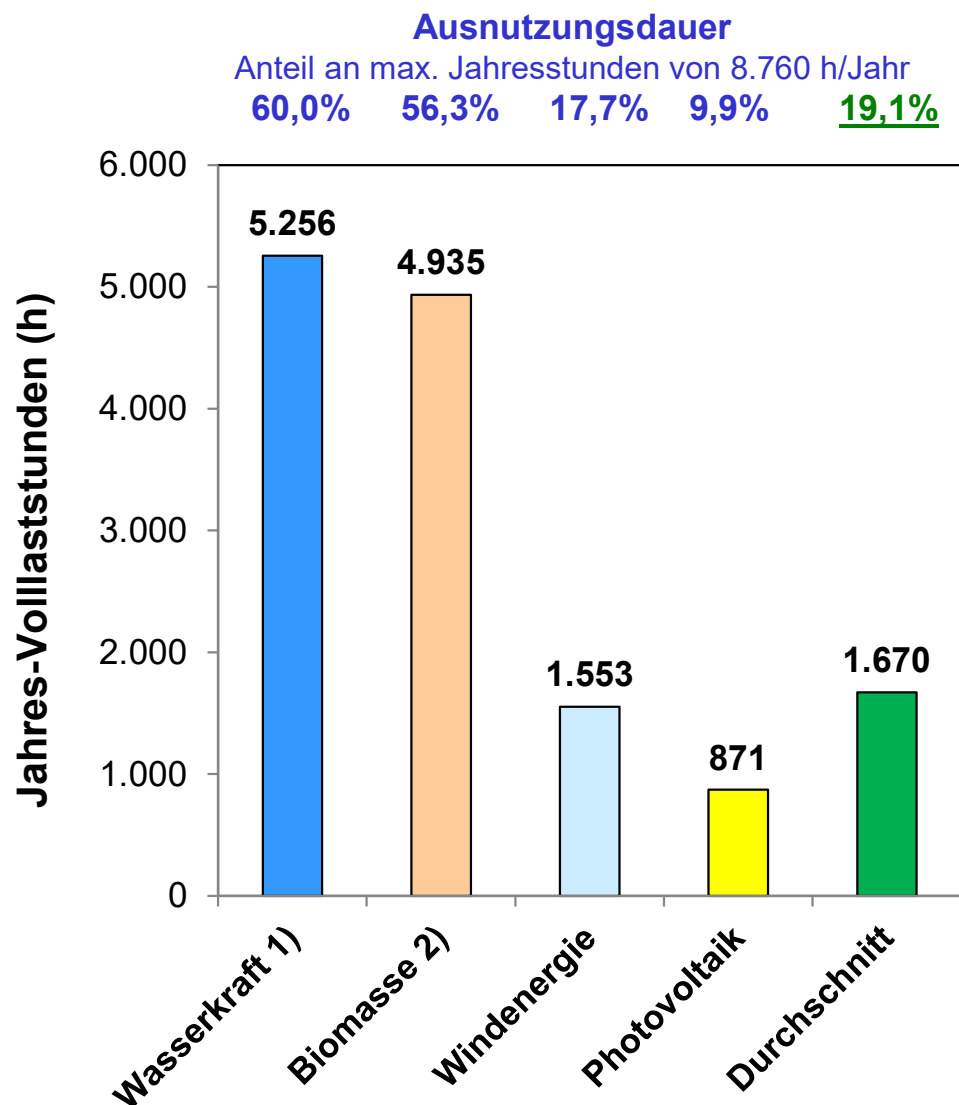
Grafik Bouse 2022

\* Daten 2021 vorläufig, Stand 10/2022

1) Pumpspeicherkraftwerke ohne natürlichen Zufluss sind nicht berücksichtigt

2) Ergebnisse JVLS mit installierter Leistung zum Jahresende. Ergebnisse JVLS mit installierter J-Durchschnittleistung wären genauer!

# Ausgewählte Jahresvolllaststunden beim Einsatz erneuerbarer Energien (EE) zur Stromerzeugung in Baden-Württemberg 2021 nach UM BW-ZSW (1)



Energieträger	Strom- erzeugung	Ø Installierte Leistung <sup>3)</sup>	Jahres- Volllaststunden
	GWh	GW	h/a
Biomasse <sup>2)</sup>	4.580	0,928	4.935
Wasserkraft <sup>1)</sup>	4.673	0,889	5.256
Windenergie	2.642	1,701	1.553
Photovoltaik	6.567	7,537	871
Geothermie	0	0	0
<b>Durchschnitt</b>	<b>18.455 <sup>2)</sup></b>	<b>11,050</b>	<b>1.670</b>

\* vorläufige Daten, Stand 9/2022

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

1) ohne installierte Leistung in Pumpspeicherkraftwerken

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

3) Installierte Leistungen jeweils Ende Jahr 2020 eingesetzt ohne Berücksichtigung Durchschnittsleistung aus Ende 2021 - Ende 2020 geteilt durch 2

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

Quelle: UM BW „Erneuerbare Energien in BW 2021“, 10/2022

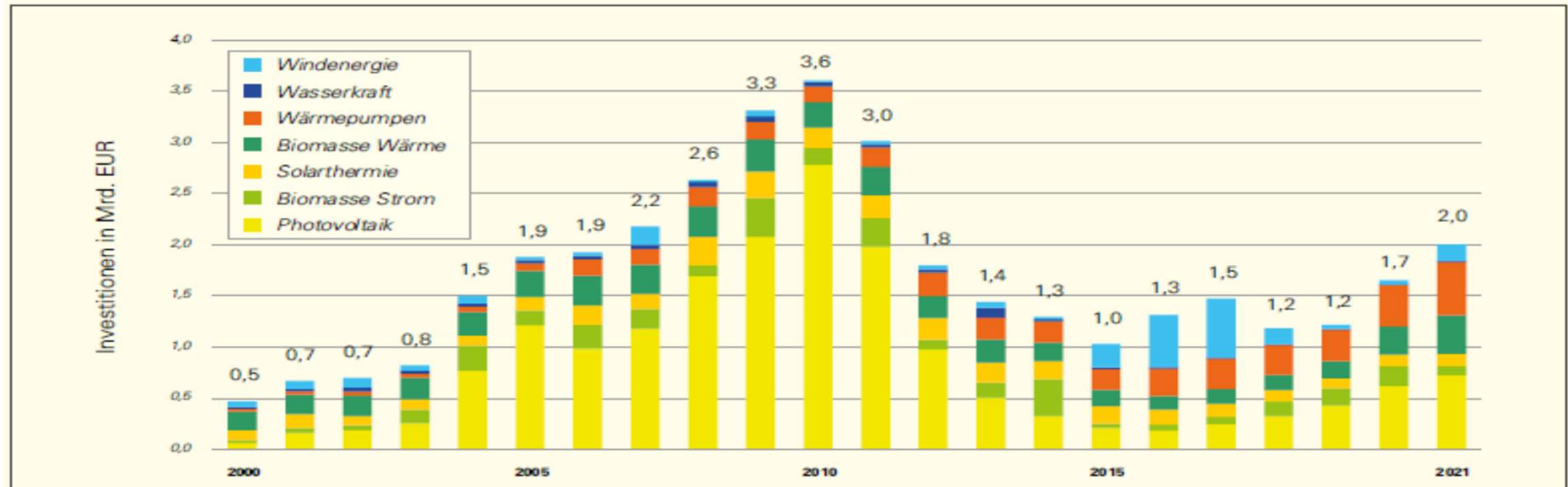
## Hohe Energieeffizienz beim Einsatz der Wasserkraft

Jahresvolllaststunden 5.256 h/Jahr = 60,0% Anteil an der max. Jahresausnutzungsdauer

# Entwicklung Investitionen zur Nutzung erneuerbarer Energien in Baden-Württemberg 2000-2021

Jahr 2021: Gesamt 2,0 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 2021 mit 2,0 Milliarden Euro deutlich gestiegen. Da im Vergleich zum Vorjahr mehr kleine und teurere, aber weniger große Photovoltaikanlagen installiert wurden, erhöhten sich die Investitionen trotz stagnierendem Leistungszubau auf gut 0,7 Milliarden Euro. Gut vervierfacht haben sich die Investitionen in Windenergieanlagen, auch die Investitionen in neue Wärmepumpen sind deutlich gestiegen. In Summe wurden in Baden-Württemberg seit dem Jahr 2000 rund

37 Milliarden Euro in Neuanlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien investiert.

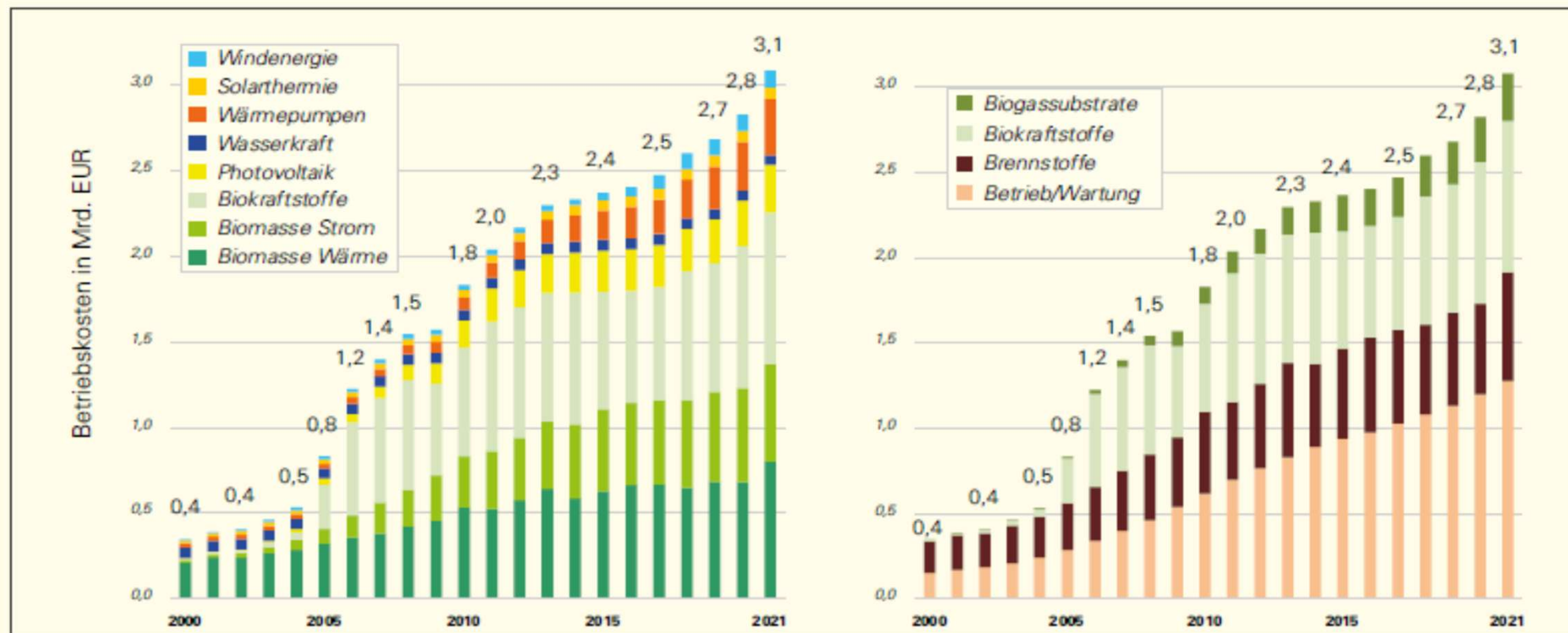
Der Betrieb des in Baden-Württemberg installierten Anlagenbestands im Bereich erneuerbarer Energien war im Jahr 2021 mit Betriebskosten in Höhe von rund 3,1 Milliarden Euro verbunden. Nicht nur die Preise für Mineralöle und Erdgas sind gestiegen, sondern auch die von Brenn- und Kraftstoffen auf Basis erneuerbarer Energien. Darüber hinaus fallen Kosten für die Wartung und Instandhaltung der Anlagen an.



# 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*

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

**Jahr 2016: Gesamt 32.710 Beschäftigte**

**Beitrag Wasserkraft 2.330, Anteil 7,1%**

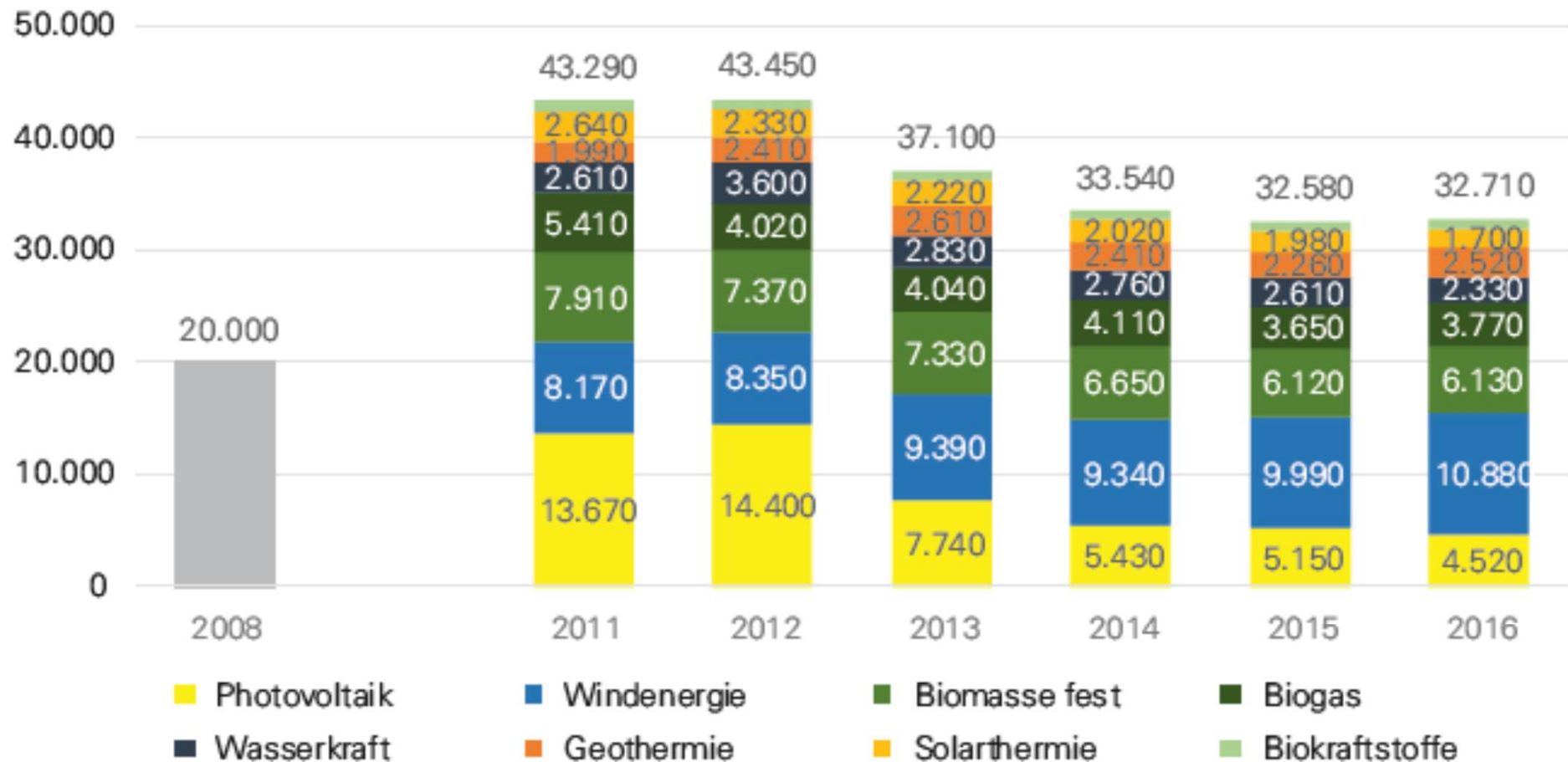


Abbildung 41: Entwicklung der Bruttobeschäftigung im Bereich erneuerbare Energien in Baden-Württemberg.  
Eigene Darstellung basierend auf Daten aus [127, 128]

# **Energie & Förderung, Gesetze und Verordnungen**

# Fördergrundsätze kleine Wasserkraft (< 1 MW\*) in Baden-Württemberg

Bei der Stromerzeugung ist die Wasserkraft eine wichtige erneuerbare Energiequelle in Baden-Württemberg. Neben 65 Anlagen, die mit einer Leistung von mehr als 1 Megawatt zur großen Wasserkraft zählen, sind im Südwesten rund 1.700 Anlagen mit einer Leistung unter 1 Megawatt anzutreffen (= kleine Wasserkraft). Da im Rahmen der Wasserkraftnutzung direkt in die Gewässer eingegriffen wird, können insbesondere bei der Nutzung der kleinen Wasserkraft Konfliktbereiche mit der Gewässerökologie und der Fischerei entstehen.

Aufgabe aus Sicht des Landes ist es, die beiden Zielsetzungen „Ausbau der erneuerbaren Energien“ einerseits und „gewässerökologische Verbesserungen im Sinne der Wasserrahmenrichtlinie“ andererseits so weit wie möglich in Einklang zu bringen. Da aus energie- und klimapolitischer Sicht die Frage nach der energetischen Erschließung bislang noch ungenutzter Potenziale auch der sogenannten „kleinen Wasserkraft“ aktuell ist, wurde im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft im Zeitraum Herbst 2008 bis Herbst 2010 das Potenzial der Wasserkraft an Standorten bis 1.000 kW (kleine Wasserkraft) für das Einzugsgebiet des Neckars (ohne Bundeswasserstraße Neckar) systematisch untersucht.

## Studie zum Ausbaupotenzial der kleinen Wasserkraft im Einzugsgebiet des Neckars

Dabei wurden sowohl Ausbaupotenziale an bereits für die Wasserkraft genutzten Standorten abgeschätzt wie auch Neubaupotenziale an noch nicht genutzten Querbauwerken ermittelt. Bei der Bewertung der einzelnen Standorte wurden die ökologischen Gesichtspunkte berücksichtigt, insbesondere die Durchgängigkeit und die Abflussverhältnisse. Die hierfür erarbeitete Methodik ist in der Potenzialstudie ausführlich beschrieben.

Die Potenzialstudie (Stand Mai 2011) und der Anhang zur Studie, in welchem methodische Details und Angaben zur regionalen Verteilung der ermittelten Potenziale wiedergegeben sind, können hier heruntergeladen werden. Im [Energieatlas Baden-Württemberg](#) können zudem die aktuelleren Untersuchungen des Büros am Fluss in Zusammenarbeit mit dem Hydra Institut für angewandte Hydrobiologie und der Fichtner Water & Transportation GmbH zum möglichen Aus- und Neubaupotenzial aus dem Jahr 2015/2016 eingesehen werden.

## Fördergrundsätze kleine Wasserkraft (< 1 MW\*) in Baden-Württemberg

Das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft fördert die technische und ökologische Modernisierung der kleinen Wasserkraft. Seit 10. August 2017 gibt es eine angepasste Fassung der Fördergrundsätze kleine Wasserkraft, mit der den beihilferechtlichen Randbedingungen Rechnung getragen wird.

Bitte stellen Sie einen konkreten Antrag für ein Bauvorhaben bei der zuständigen unteren Wasserbehörde.

\* Leistungseinheit: 1 MW = 1.000 kW

Quellen: UM BW aus Internet: [www.um.baden-wuerttemberg.de](http://www.um.baden-wuerttemberg.de) vom 8/2017 und 3/2023

# Gesetze und Verordnungen zum Wasserrecht und zur Wasserkraft in Baden-Württemberg

Die begrenzten Vorräte an Wasser haben dazu geführt, dass die Nutzung des Wassers schon früh gesetzlich geregelt worden ist. Während das frühere Wasserrecht vorwiegend die Nutzung der Wasserentnahmen und den Ausbau der Gewässer regelte, steht heute der Schutz der Gewässer im Vordergrund.

Seit 1975 wurden von der Europäischen Union zur Harmonisierung des europäischen Wasserrechts zahlreiche Wasserrichtlinien erlassen, die von den Mitgliedsstaaten in nationales Recht umgesetzt worden sind: So wurde die Wasserrahmenrichtlinie und die Richtlinie über Qualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik der Europäischen Union durch das Wasserhaushaltsgesetz und die Oberflächengewässerverordnung des Bundes umgesetzt.

Daneben enthält das Wassergesetz des Landes Baden-Württemberg wichtige Bestimmungen zum Schutz und zur Reinhaltung der Gewässer. Mit den Nutzungsbeschränkungen im Gewässerrandstreifen sollen die Schadstoffeinträge in die Gewässer verringert und zur Erreichung eines guten Zustandes beigetragen werden. Zudem fließen künftig die Einnahmen aus dem Wasserentnahmeentgelt zweckgebunden in den Gewässerschutz.

## Wassergesetz für Baden-Württemberg

- Gesetz zur Neuordnung des Wasserrechts in Baden-Württemberg
- Amtliche Vordrucke zum Vollzug der Abwasserabgabe

## Wasserentnahmeentgelt

- Gesetz zur Änderung der Vorschriften über das Wasserentnahmeentgelt
- Amtliche Vordrucke für die Erklärung zur Festsetzung des Wasserentnahmeentgelts

## Verordnungen

- Verordnung über das Einleiten von Abwasser in öffentlichen Abwasseranlagen
- Verordnung über die Eigenkontrolle von Abwasseranlagen (Eigenkontrollverordnung) (02/01)
- Verordnung über die dezentrale Beseitigung von Niederschlagswasser (03/99)
- Verordnung über Schutzbestimmungen und Gewährung von Ausgleichsleistungen in Wasser- und Quellenschutzgebieten (Schutzgebiets- und Ausgleichsverordnung)

## Weitere Rechtsvorschriften

- VwV-Abwasserbeseitigung im ländlichen Raum (8/05) mit Verlängerung (01/13)
- Förderrichtlinien Wasserwirtschaft (FrWw)
- Verwaltungsvorschrift zur gesamtökologischen Bewertung von Wasserkraftnutzung  
Kriterien für die Zulassung von Wasserkraftanlagen bis 1.000 kW (Wasserkrafterlass (12/06))



# Stromeinspeisung und Vergütung nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz in Baden-Württemberg 2020/21 (1)

**Jahr 2021: EEG-Einspeisung 6.170 GWh, Vergütung 1.794 Mio. €, Durchschnittspreis 29,1 Cent/kWh**

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

	2020				2021			
	EEG-Einspeisung	EEG-Vergütungen	Direktvermarktung <sup>1)</sup>	Markt- und Flexibilitätsprämien	EEG-Einspeisung	EEG-Vergütungen	Direktvermarktung <sup>1)</sup>	Markt- und Flexibilitätsprämien
	GWh	Millionen EUR	GWh	Millionen EUR	GWh	Millionen EUR	GWh	Millionen EUR
Wasserkraft	333	37	968	39	415	46	951	14
Deponie-, Gruben-, Klärgas	18	1,4	3,3	0,2	12	0,9	8,3	0,0
Biomasse	857	182	3.478	545	767	164	3.446	350
Geothermie	0,2	0,4	0	0	0,7	0,1	0	0
Windenergie	197	17	2.772	169	140	12	2.505	62
Photovoltaik	5.105	1.713	891	130	4.835	1.571	967	90
<b>Gesamt</b>	<b>6.511</b>	<b>1.951</b>	<b>8.113</b>	<b>883</b>	<b>6.170</b>	<b>1.794</b>	<b>7.877</b>	<b>515</b>

1) inklusive Marktpremienmodell, 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: [29]

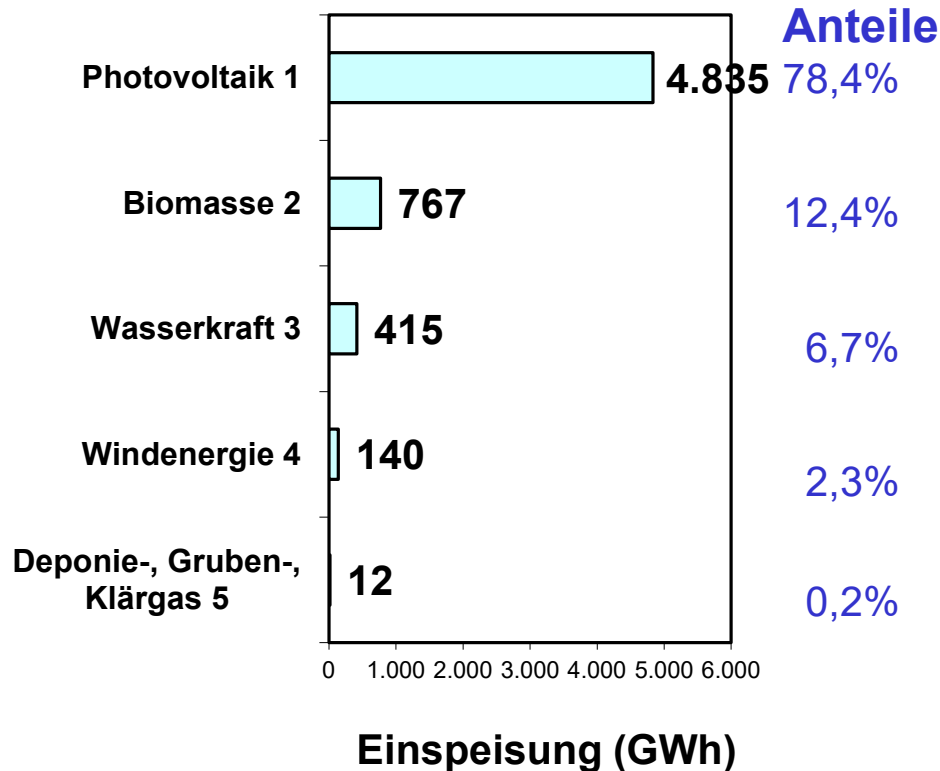
Im Jahr 2021 wurden in Baden-Württemberg rund 6,2 TWh Strom aus erneuerbaren Energien eingespeist und damit 5 Prozentpunkte weniger als im Vorjahr. Die „Festvergütung“ nach EEG sank um 8 Prozent auf knapp 1,8 Milliarden Euro. Der Anteil der direkt vermarkteten Strommenge sank insgesamt auf knapp 7,9 TWh, wofür Prämien in Höhe von 0,5 Milliarden Euro gezahlt wurden (einschließlich 23 Millionen Euro Flexibilitätsprämie für Biomasseanlagen).

Auf Bundesebene wurden im Jahr 2021 insgesamt 38,3 TWh EEG-Strom eingespeist. Diese wurden mit 10,2 Milliarden Euro vergütet. Die direkt vermarktete Strommenge betrug im Jahr 2021 auf Bundesebene 162 TWh, wobei 9 Milliarden Euro Marktpremien und 221 Millionen Euro Flexibilitätsprämien ausbezahlt wurden.

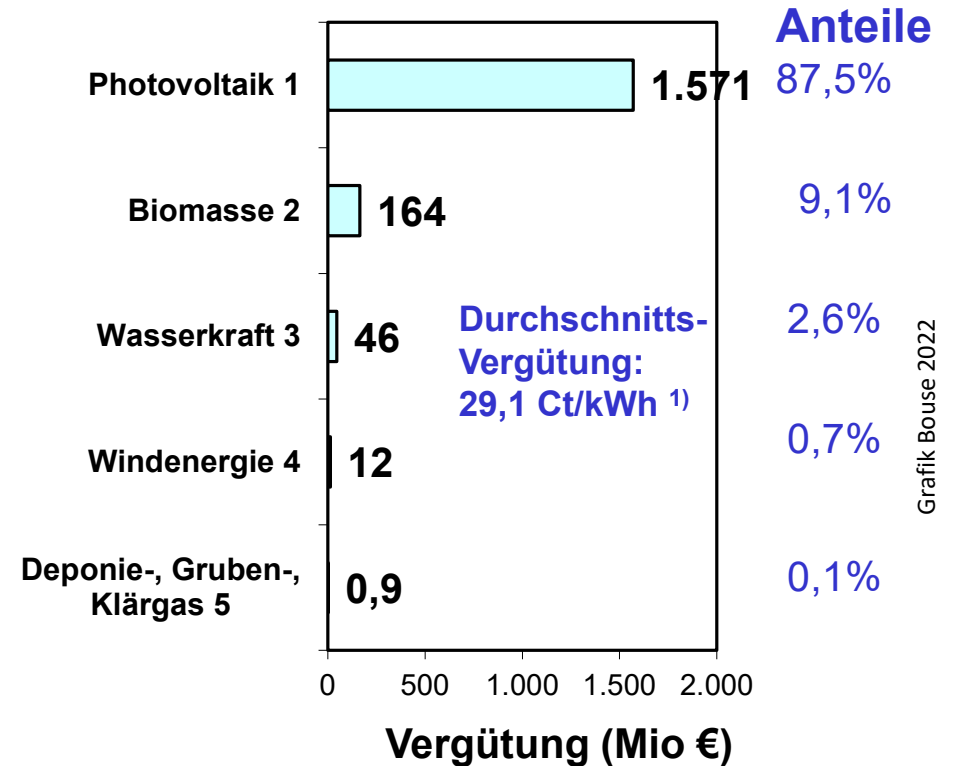
Neben den oben angeführten geförderten Vermarktungswegen haben Anlagenbetreiber im Rahmen der „sonstigen Direktvermarktung“ die Möglichkeit, den Strom aus erneuerbaren Energiequellen direkt an der Strombörse zu vermarkten oder diesen an einen Direktvermarkter zu verkaufen. Vor allem Solar- und Windkraftanlagen, die älter als 20 Jahre sind und damit aus der EEG-Förderung herausfallen, wählen diese Vermarktungsform. Des Weiteren führen die seit Mitte 2021 hohen Strompreise verstärkt dazu, dass immer häufiger auch neu installierte Anlagen diesen Vermarktungsweg mit dem Ziel der Erlösoptimierung wählen.

# Stromeinspeisung und -Vergütung nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz in Baden-Württemberg 2021 (2)

## Rangfolge EEG-Einspeisung Gesamt 6.170 GWh = 6,2 TWh (Mrd kWh)\*



## Rangfolge EEG-Vergütung Gesamt 1.794 Mio. € = 1,8 Mrd. €



Grafik Bouse 2022

\* Geothermie nicht dargestellt (0,7 GWh; 0,1 Mio €)

Energieeinheit: 1 GWh = 1 Mio. kWh;

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

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

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

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

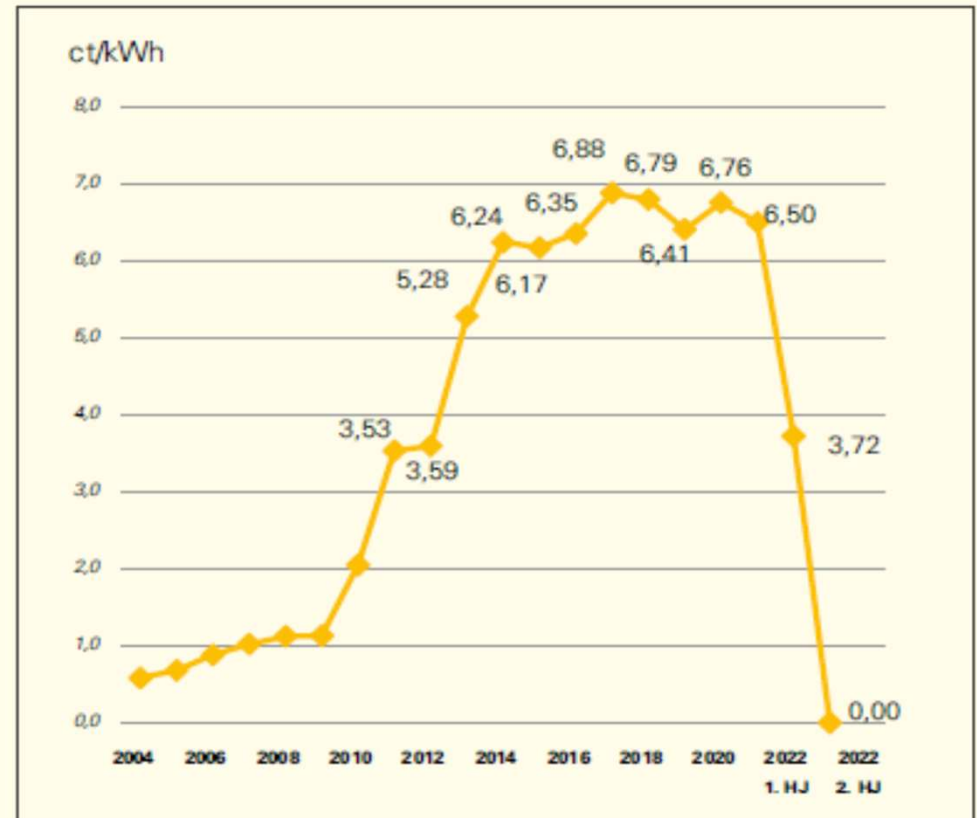
# Entwicklung der EEG-Umlage in Deutschland mit dem Bundesland Baden-Württemberg 2004-2022 (3)

Jahr 2022: 1. HJ 3,72 ct/kWh, 2. HJ 0,00 ct/kWh

## ENTWICKLUNG DER EEG-UMLAGE

Die Entwicklung der EEG-Umlage hat einen erheblichen Einfluss auf die Höhe des Strompreises. Um Haushalte und auch die Industrie aufgrund der derzeit hohen Energiepreise zu entlasten, hat die Bundesregierung mit der EEG-Novelle 2023 die EEG-Umlage abgeschafft.

Die EEG-Umlage betrug im ersten Halbjahr 2022 3,723 ct/kWh. Im Vergleich zum Jahr 2021 sank sie damit bereits um 2,8 ct/kWh (43 Prozent) und lag für das erste Halbjahr 2022 somit auf dem niedrigsten Stand seit 10 Jahren. Dies ist auf die hohen Marktpreise und den hohen EEG-Kontostand sowie den Bundeszuschuss von 3,25 Milliarden Euro zurückzuführen [30]. Um die weiter stark steigenden Strompreise abzufedern, wurde die für das Jahr 2023 geplante Abschaffung der EEG-Umlage um ein halbes Jahr vorgezogen. Stromkunden müssen seit dem 1. Juli 2022 keine EEG-Umlage mehr zahlen, da die EEG-Differenzkosten vollständig aus dem Bundeshaushalt finanziert werden.



Quellen: [3], [30]



# Energieatlas Baden-Württemberg 2019 bis 7/2022

## 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](http://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](mailto: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  
[poststelle@lubw.bwl.de](mailto:poststelle@lubw.bwl.de)



Biomasse



Wasser



Sonne



Wärme



Wind



Netze



Praxisbeispiele



Erweitertes Daten- und Kartenangebot

# **Energie & Klimaschutz, Treibhausgase**

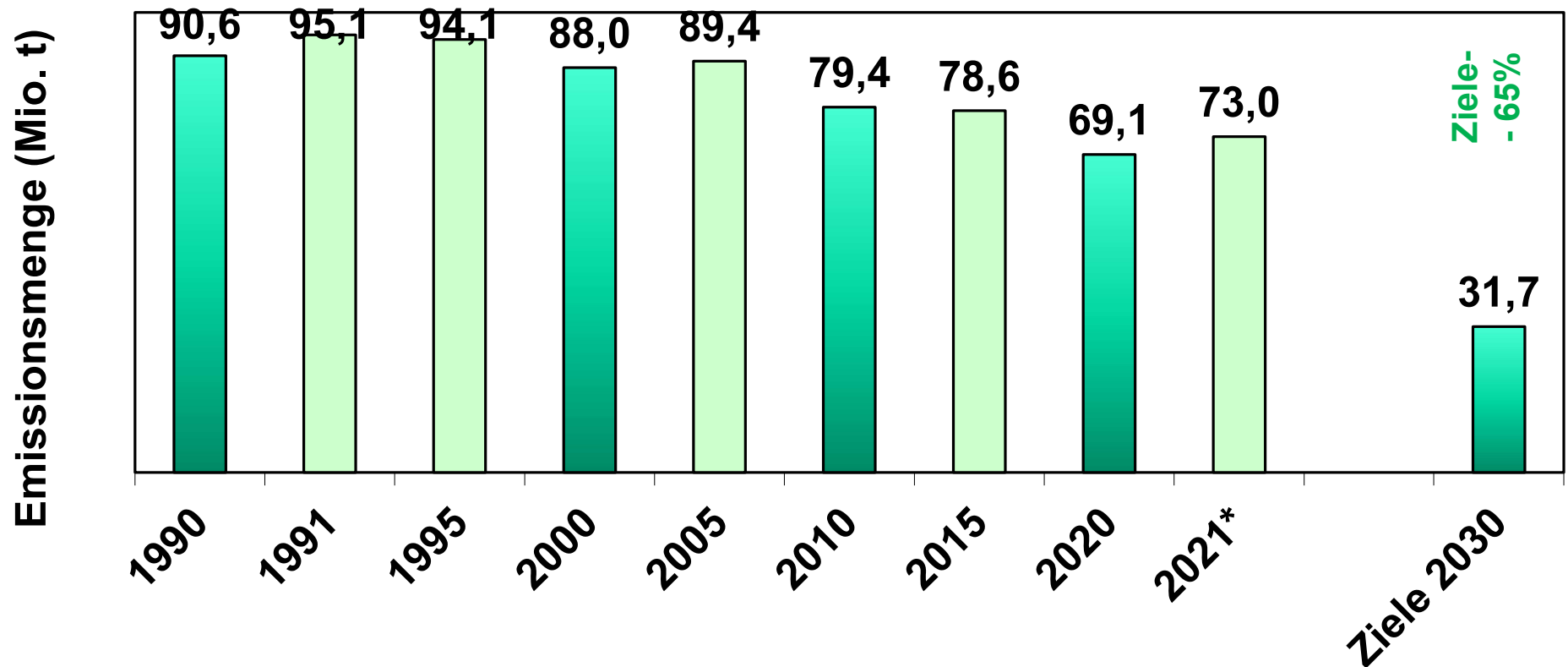


## Entwicklung Treibhausgas-Emissionen (THG) (Quellenbilanz) in Baden-Württemberg 1990-2021, Landesziele 2030 (1)

**Jahr 2021: 73,0 Mio t CO<sub>2</sub> äquiv., Veränderung 2021 gegenüber Bezugsjahr 1990 = - 19,4%**

Ø 6,6 t CO<sub>2</sub> äquiv./Kopf

Landesziele 2030: 31,7 Mio t CO<sub>2</sub> äquiv.(- 65% gegenüber 1990)



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

\* Daten 2021 vorläufig, Landesziele 2030, Stand 6/2022

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2021: 11,1 Mio.

1) Klimarelevante Emissionen CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O

# Entwicklung Treibhausgas-Emissionen (THG) (Quellenbilanz) nach Sektoren in Baden-Württemberg 1990-2021 (2)

**Jahr 2021: 73,0 Mio t CO<sub>2</sub> äquiv., Veränderung 2021 gegenüber Bezugsjahr 1990 = - 19,4%**

Ø 6,6 t CO<sub>2</sub> äquiv./Kopf

Landesziele 2030: 31,7 Mio t CO<sub>2</sub> äquiv.(- 65% gegenüber 1990)

## TREIBHAUSGASEMISSIONEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG

Baden-Württemberg hat sich mit der Novelle des Klimaschutzgesetzes im Jahr 2021 das Ziel gesetzt, die Treibhausgas-Emissionen bis zum Jahr 2030 gegenüber dem Referenzjahr 1990 um mindestens 65 Prozent zu reduzieren. Das Land strebt bis 2040 Klimaneutralität an. Im Vergleich zu 1990 sind im Land bis 2021 die Treibhausgas-Emissionen um 17,6 Millionen Tonnen (-19,4 Prozent) gesunken.

Nach ersten Schätzungen des Statistischen Landesamtes sind im Jahr 2021 die Treibhausgasemissionen in Baden-Württemberg gegenüber von der Corona-Pandemie geprägten Vorjahr aber wieder um rund 3,9 Millionen Tonnen (5,6 Prozent) auf 73 Millionen Tonnen gestiegen.

Allein die Treibhausgas-Emissionen der Energiewirtschaft sind sprunghaft um 35 Prozent auf 4,8 Millionen Tonnen im Jahr 2021 angestiegen. Die Hauptursachen dafür waren die stark gestiegenen Erdgaspreise, die kühlere Witterung und der wieder gestiegene Strombedarf.

Die höhere Stromnachfrage führte dazu, dass die Stromerzeugung aus der besonders emissionsintensiven Steinkohle um 59 Prozent zunahm.

Im Vergleich dazu ist der Treibhausgas-Ausstoß im Gebäudesektor im Jahr 2021 um 1,1 Millionen Tonnen deutlich gesunken. Der Hauptgrund für den Rückgang um 5,7 Prozent war ein Vorzieh-Effekt beim Heizölabsatz. Dies führte dazu, dass im Jahr 2021 die Nachfrage an Heizöl deutlich eingebrochen ist. Der Erdgaseinsatz ist dagegen witterungsbedingt gestiegen.

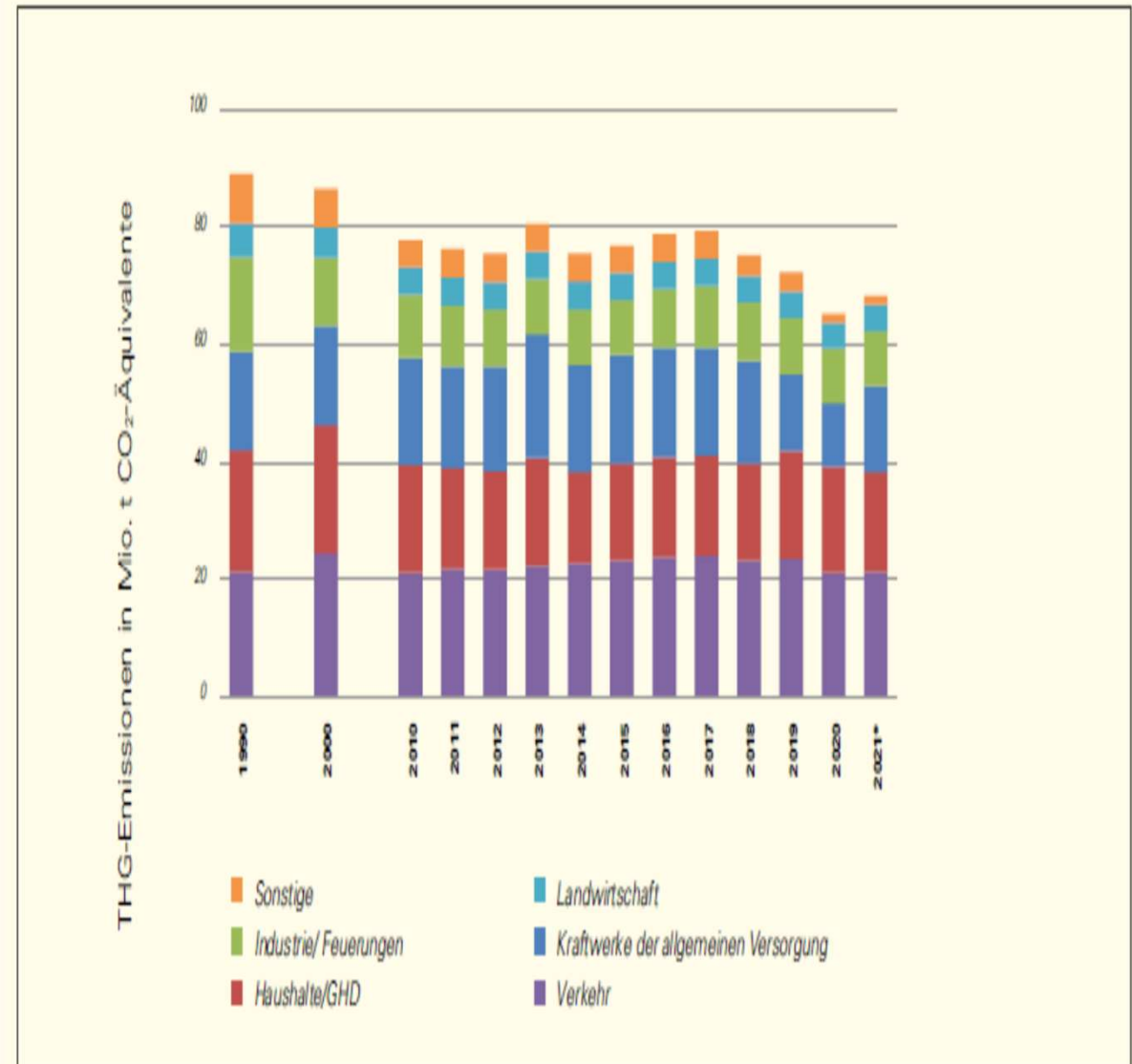
Im Industriesektor ist der Treibhausgas-Ausstoß nur marginal um 0,4 Prozent angestiegen. Die Treibhausgas-Emissionen in der Landwirtschaft und in der Abfall und Abwasserwirtschaft lagen etwa auf dem Niveau des Vorjahres.

\* Daten 2021 vorläufig, Landesziele 2020/40, Stand 10/2022

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2021: 11,1 Mio.

1) Klimarelevante Emissionen CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O

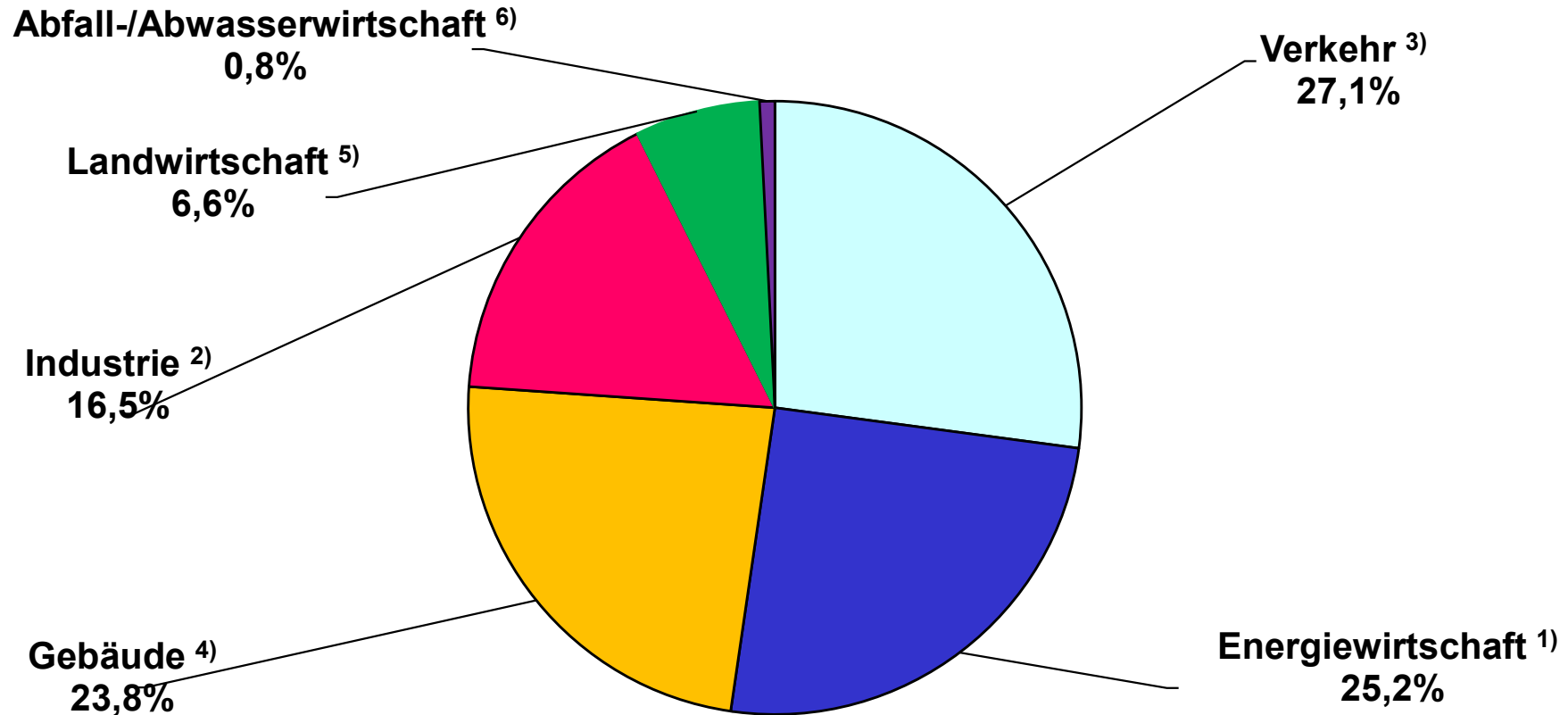
Quelle: Stat. LA-BW bis 10/2022, [www.statistik-baden-wuerttemberg.de](http://www.statistik-baden-wuerttemberg.de)



\* 2021 vorläufig; Quelle: StaLa [26]

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

Jahr 2021: 73,0 Mio t CO<sub>2</sub> äquiv., Veränderung 2021 gegenüber Bezugsjahr 1990 = - 19,4%  
Ø 6,6 t CO<sub>2</sub> äquiv./Kopf



Grafik Bouse 2022

\* Daten 2021 vorläufig, Stand 6/2022

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

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

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

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

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

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

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

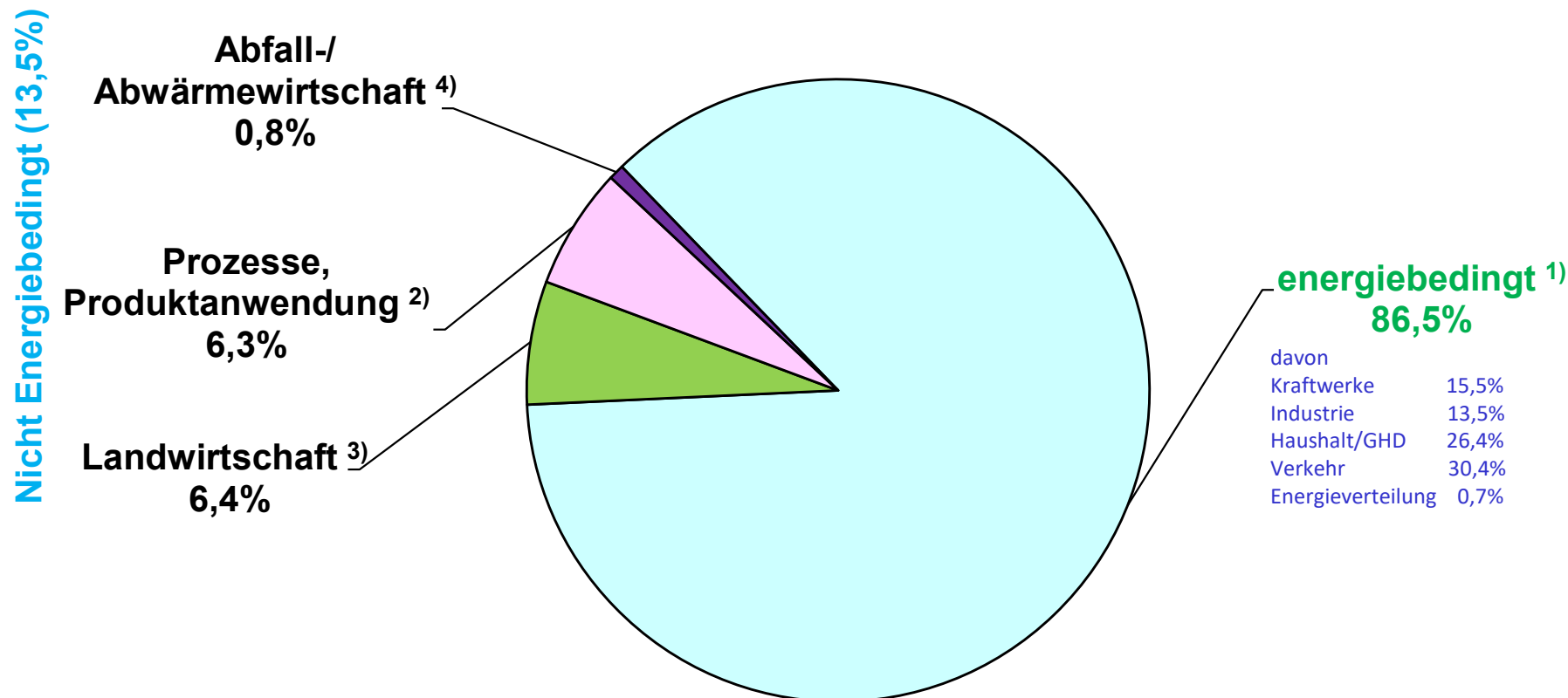
Datenquellen: Arbeitskreis »Umweltökonomische Gesamtrechnungen der Länder«; Ergebnisse von Modellrechnung in Anlehnung an den Nationalen Inventarbericht (NIR) Deutschland 2022;

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

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

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

davon Beitrag energiebedingte THG-Emissionen 59,8 Mio t CO<sub>2</sub>äquiv. (Anteil 86,5%)



Grafik Bouse 2022

\* Daten 2020 vorläufig, Stand 4/2022

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

Die Methan (CH<sub>4</sub>)-Emissionen wurden mit dem GWP-Wert von 25, die Lachgas (N<sub>2</sub>O)-Emissionen mit 298 in CO<sub>2</sub>-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. CO<sub>2</sub> 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<sub>4</sub> und N<sub>2</sub>O 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<sub>2</sub> 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

# Vermiedene THG-Emissionen durch die Nutzung der erneuerbaren Energien in Baden-Württemberg im Jahr 2021 (1)

Vermeidung 19,8 Mio. t CO<sub>2</sub>äquiv., Anteil 27,1% von 73,0 Mio. t CO<sub>2</sub>äquiv. Gesamt-THG-Emissionen

## VERMIEDENE EMISSIONEN DURCH DIE NUTZUNG DER ERNEUERBAREN ENERGIEN IM JAHR 2021 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.

	STROM		WÄRME	
	Vermeidungs-	vermiedene	Vermeidungs-	vermiedene
	faktor [g/MWh <sub>st</sub> ]	Emissionen [1.000 t]	faktor [g/MWh <sub>st</sub> ]	Emissionen [1.000 t]
Treibhausrelevante Gase				
CO <sub>2</sub>	702.156	12.951	239.825	5.589
CH <sub>4</sub>	310,8	5,7	-80,9	-1,9
N <sub>2</sub> O	-24,6	-0,5	-7,9	-0,2
<b>CO<sub>2</sub>-Äquivalent</b>	<b>702.553</b>	<b>12.959</b>	<b>235.457</b>	<b>5.487</b>
Versauernd wirkende Gase				
SO <sub>2</sub>	189,1	3,5	52,9	1,2
NO <sub>x</sub>	337,6	6,2	-178,4	-4,2
<b>SO<sub>2</sub>-Äquivalent</b>	<b>422,9</b>	<b>7,8</b>	<b>-71,3</b>	<b>-1,7</b>
Ozonvorläufersubstanzen				
CO	-547,5	-10,1	-2.730,2	-63,6
NMVOC	18,3	0,3	-205,0	-4,8
<b>Staub</b>	<b>-0,3</b>	<b>0,0</b>	<b>-130,1</b>	<b>-3,0</b>

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.

	KRAFTSTOFFE	
	Vermeidungs-	vermiedene
	faktor [g/MWh]	Emissionen [1.000 t]
CO <sub>2</sub>	304.013	1.428
<b>CO<sub>2</sub>-Äquivalent</b>	<b>286.011</b>	<b>1.344</b>

Für weitere Luftschadstoffe mit Versauerungspotenzial liegen zurzeit keine Daten vor.

\* Daten 2021 vorläufig, Stand 9/2022

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

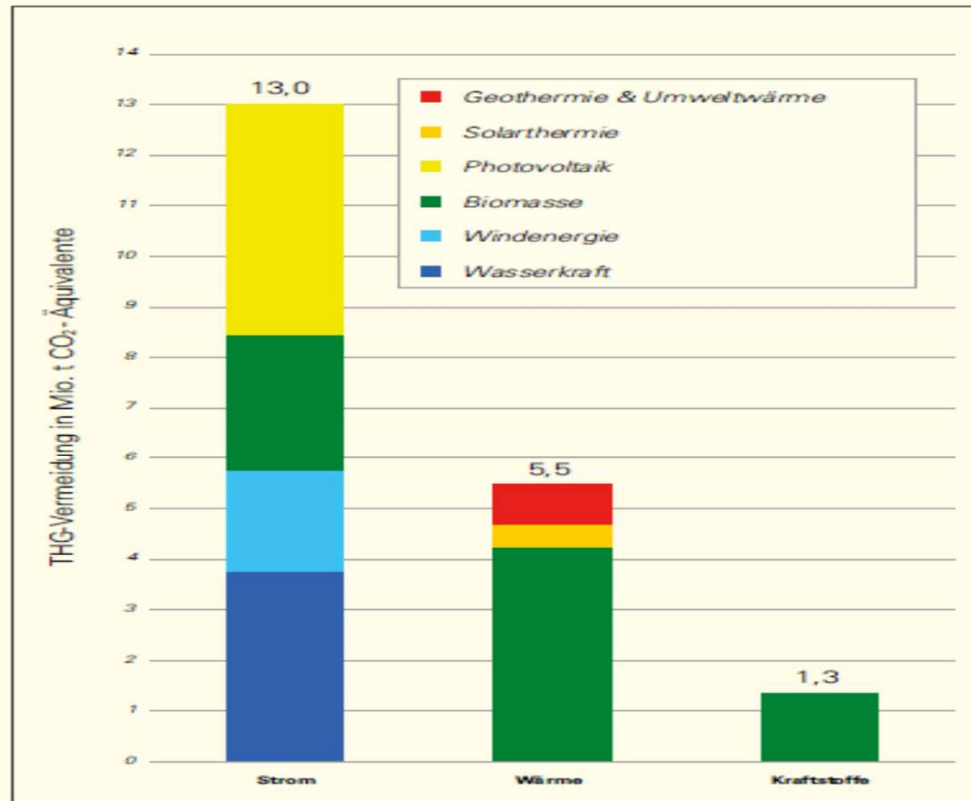


# Vermiedene THG-Emissionen durch die Nutzung erneuerbarer Energien in Baden-Württemberg 2021 (3)

Vermeidung 19,8 Mio. t CO<sub>2</sub>äquiv., Anteil 27,1% von 73,0 Mio. t CO<sub>2</sub>äquiv. Gesamt-THG-Emissionen

## TREIBHAUSGASVERMEIDUNG DURCH DIE NUTZUNG ERNEUERBARER ENERGIEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG 2021

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 2021 mehr als 20 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente vermieden werden.



Alle Angaben vorläufig; Abweichungen in den Summen durch Rundungen

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 2020 [25].

	Vermeidungs- faktor [g/kWh]	vermiedene Emissionen [1.000 t]	Anteil [%]
<b>Strom</b>			
Wasserkraft	806	3.764	29,0
Windenergie	754	1.979	15,3
Photovoltaik	685	4.501	34,7
feste biogene Brennstoffe	751	791	6,1
flüssige biogene Brennstoffe	340	4	0,0
Biogas	496	1.435	11,1
Klärgas	716	138	1,1
Deponiegas	714	22	0,2
Geothermie	671	0,5	0,0
biogener Anteil des Abfalls	811	323	2,5
<b>Summe Strom</b>		<b>12.959</b>	<b>100,0</b>
<b>Wärme</b>			
feste biogene Brennstoffe (traditionell)	143	1.119	20,4
feste biogene Brennstoffe (modern)	255	2.497	45,5
flüssige biogene Brennstoffe	111	1	0,0
Biogas, Deponiegas, Klärgas	256	476	8,7
Solarthermie	284	469	8,5
tiefe Geothermie	280	31	0,6
Umweltwärme	183	757	13,8
biogener Anteil des Abfalls	230	138	2,5
<b>Summe Wärme</b>		<b>5.487</b>	<b>100,0</b>
<b>Kraftstoffe</b>			
Biodiesel	278	948	70,6
Bioethanol	309	354	26,4
Pflanzenöl	294	0,8	0,06
Biomethan	307	40	3,0
<b>Summe Kraftstoffe</b>		<b>1.344</b>	<b>100,0</b>
<b>Summe Strom, Wärme &amp; Kraftstoffe</b>		<b>19.790</b>	

\* Daten 2021 vorläufig, Stand 9/2022

Quelle: BUM, UBA aus UM BW: Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2021, 10/2022

# CO<sub>2</sub> Äq -Emissionsfaktoren für Energieträger nach GEMIS und IFEU, Stand 11/2022

## CO<sub>2</sub>-Bilanzierung mit BICO2BW

Ziel einer kommunalen Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz ist es, den Energieverbrauch und die CO<sub>2</sub>-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<sub>2</sub>-Bilanz selbst erstellen

Mit dem Bilanzierungstool BICO2BW können Sie für Ihre Kommune mit überschaubarem Aufwand eine Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz erstellen. Das Excel-Tool wurde vom Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH (ifeu) im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft entwickelt. Es ist bereits seit 2012 im Einsatz und hat sich bei der Erstellung zahlreicher Bilanzen für kleine und große Kommunen bewährt. BICO2BW legt eine einheitliche Bilanzierungsmethodik fest, die dem mittlerweile bundesweit etablierten BSKO-Standard entspricht, und ermöglicht so einen Vergleich von Bilanzen verschiedener Kommunen. [Seit Anfang 2019 ist eine neue, erweiterte Version verfügbar \(V 2.8.1\), die auch das Erstellen von Zeitreihen ermöglicht und um eine Reihe von Indikatoren ergänzt wurde.](#)

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

## Experten unterstützen Sie.

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

## Emissionsfaktoren (CO<sub>2</sub>-Äquivalent, t/MWh) oder kg/kWh

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

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

Jahr 2020: 69,1 Mio. t CO<sub>2</sub> äquiv., Veränderung 2020 gegenüber Bezugsjahr 1990 – 23,7%

Ø 6,2 t CO<sub>2</sub> äquiv./Kopf

davon Beitrag energiebedingte CO<sub>2</sub>-Emissionen 58,5 Mio t CO<sub>2</sub> (Anteil 84,7% von 69,1 Mio t CO<sub>2</sub> 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 <sup>1</sup> 2020
<b>Energiebedingte Treibhausgasemissionen</b>						
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) <sup>2</sup> [Millionen t CO <sub>2</sub> ]	74,3	67,8	68,6	69,2	66,8	
Energiegewinnung und-verteilung [Millionen t CO <sub>2</sub> -Äquivalente] <sup>3</sup>	0,7	0,5	0,5	0,5	0,5	-
Summe (energiebedingt) <sup>4</sup> [Millionen t CO <sub>2</sub> -Äquivalente]	75,6	69,1	69,9	70,5	68,0	
<b>Nicht energiebedingte Treibhausgasemissionen</b>						
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 <sub>2</sub> -Äquivalente]	13,5	8,7	8,9	8,6	8,5	
Gesamt-Treibhausgasemissionen [Millionen t CO <sub>2</sub> -Äquivalente]	89,1	77,8	78,8	79,1	76,5	66,8

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

<sup>2</sup> Nur CO<sub>2</sub>-Emissionen

<sup>3</sup> Nur CH<sub>4</sub>-Emissionen

<sup>4</sup> Summe der Treibhausgasemissionen (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O) 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.

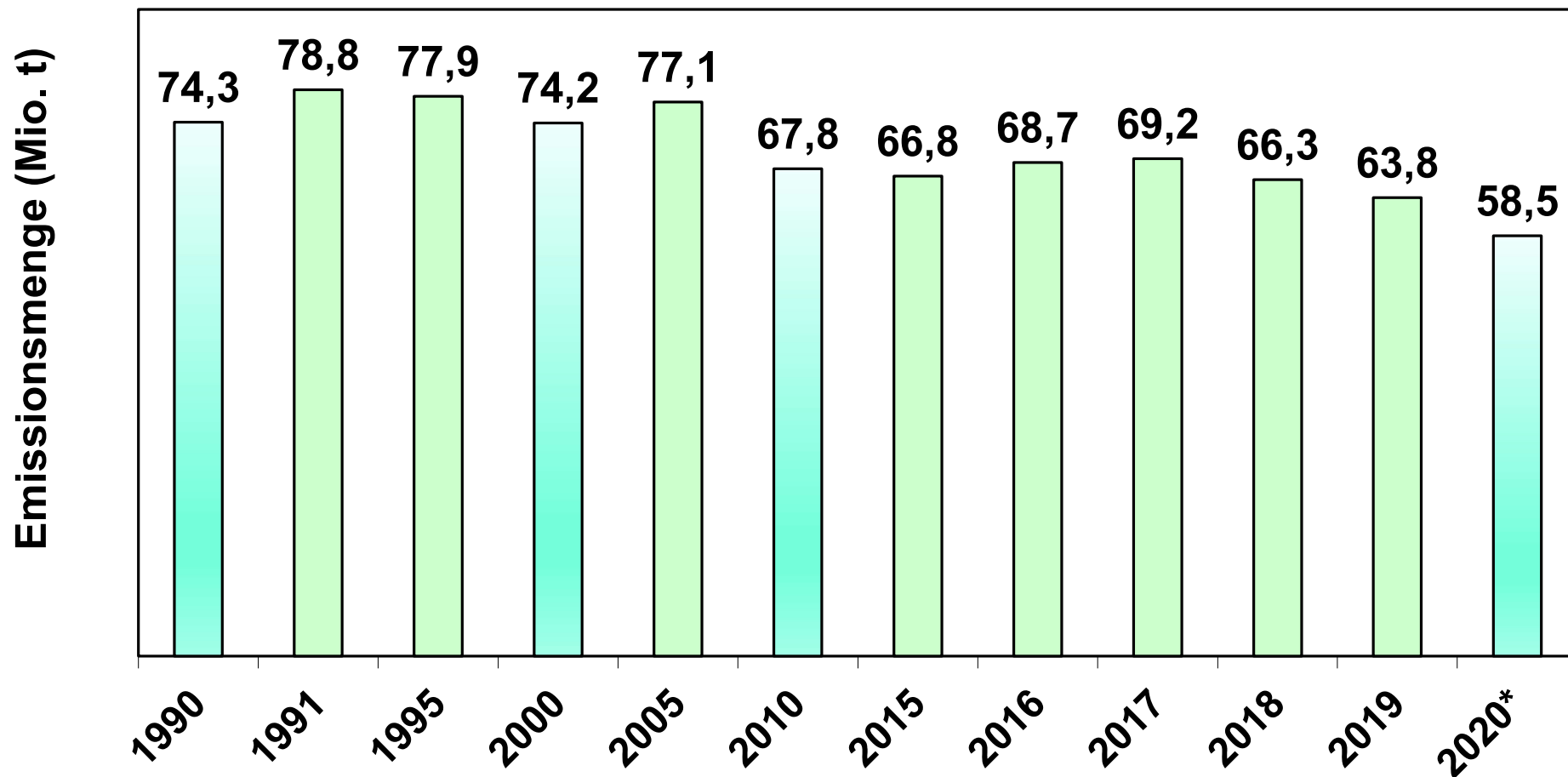
Quellen: UM BW – Monitoring Kurzbericht 2019, Klimaschutzgesetz (KSG) & Integriertes Energie- und Klimaschutzkonzept (IEKK) Baden-Württemberg, S.16, Stand 8/2020; Stat. LA BW 4/2022

# Entwicklung der energiebedingten Kohlendioxid-CO<sub>2</sub>-Emissionen (Quellenbilanz) in Baden-Württemberg 1990-2020

**Jahr 2020: 58,5 Mio. t CO<sub>2</sub>, Veränderung 90/20: - 21,2% <sup>1)</sup>**

**5,3 t CO<sub>2</sub>/Kopf**

Anteil an Gesamt-THG: 84,6% von Gesamt 69,1 Mio. t CO<sub>2</sub>äquiv.



Grafik Bouse 2022

\* Daten 2020 vorläufig, Stand 6/2022

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

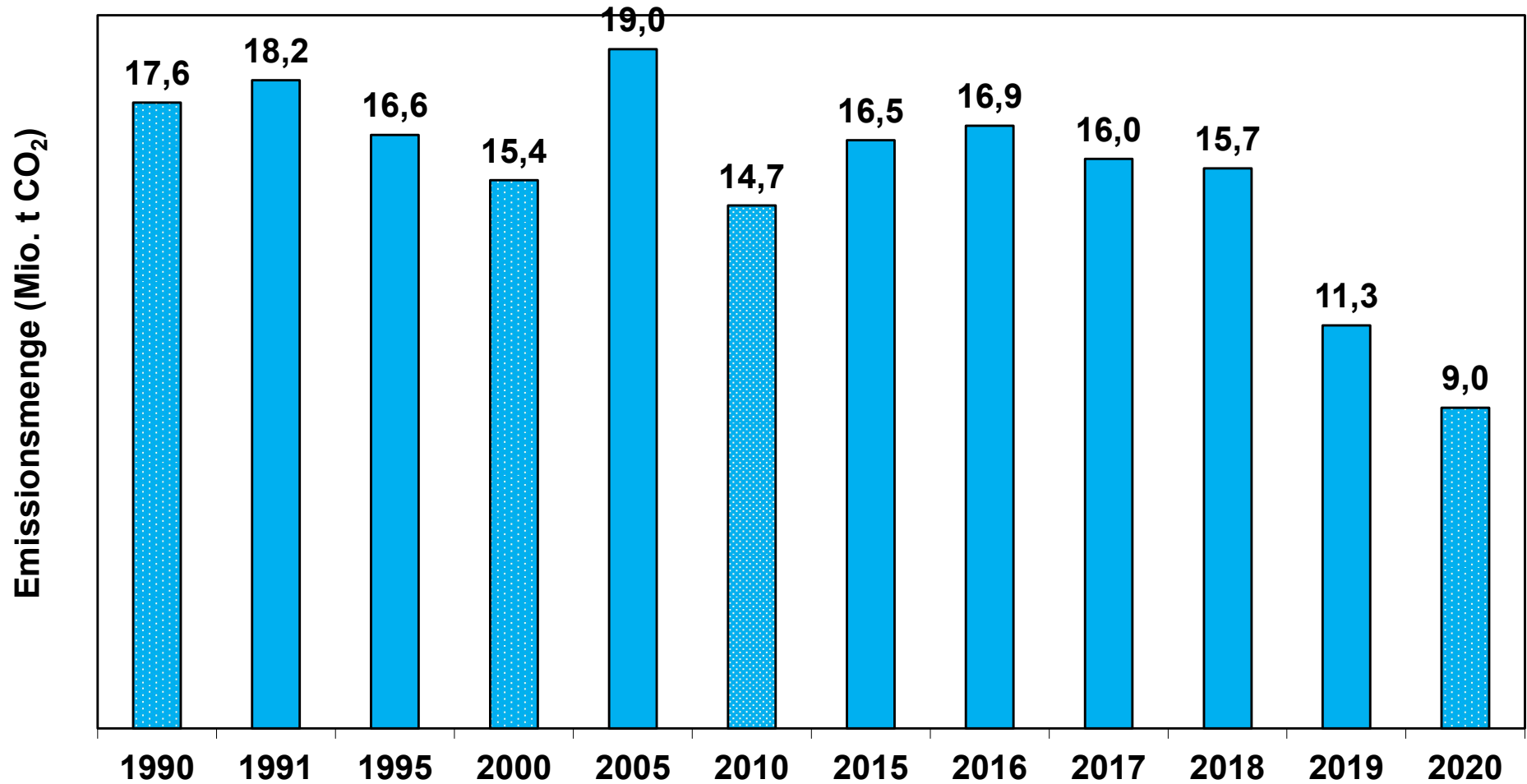
Die Bilanzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen nach dem Prinzip der Quellenbilanz bezieht sich auf die aus dem direkten Einsatz fossiler Energieträger auf einem bestimmten Territorium entstandenen CO<sub>2</sub>-Emissionen.

<sup>1)</sup> Ohne internationalen Flugverkehr 2020: 0,366 Mio. t CO<sub>2</sub>



# Entwicklung der Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>)-Emissionen bei der Stromerzeugung in Baden-Württemberg 1990-2020 (1)

**Jahr 2020: Gesamt 9,0 Mio. t CO<sub>2</sub>; Veränderung 1990/2020: - 48,8%**  
Stromanteil 15,4% von 58,5 Mio. t CO<sub>2</sub>



Grafik Bouse 2022

\* Daten 2020 vorläufig , Stand 6/2022

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

Quelle: Stat. LA BW 6/2022

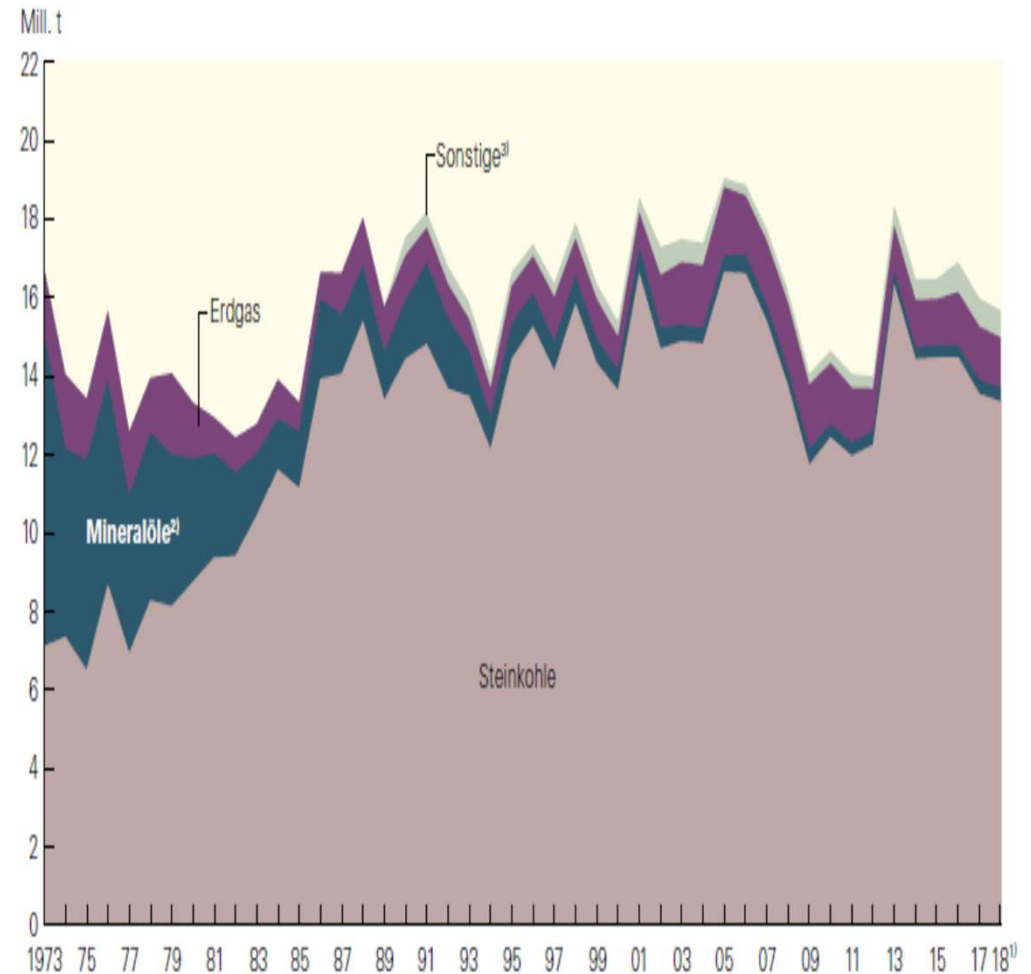


# Entwicklung der Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>)-Emissionen der Stromerzeugung nach Energieträgern in Baden-Württemberg 1990-2018 (2)

**Jahr 2018: Gesamt 15,7 Mio. t CO<sub>2</sub>; Veränderung Basisjahr 1990/2018: - 10,3%**  
 Stromanteil 23,5% von 66,8 Mio. t CO<sub>2</sub>

57. Entwicklung der Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>)-Emissionen in der Stromerzeugung\*)  
 in Baden-Württemberg seit 1973 nach Energieträgern

Energieträger	1973	1980	1985	1990	1991	1995	2000	2005	2010	2015	2018 <sup>1)</sup>
	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 <sup>2)</sup>	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 <sup>3)</sup>	0,00	0,00	0,00	0,47	0,39	0,34	0,38	0,23	0,31	0,52	0,69
<b>Emissionen insgesamt</b>	<b>16,73</b>	<b>13,31</b>	<b>13,32</b>	<b>17,55</b>	<b>18,17</b>	<b>16,64</b>	<b>15,37</b>	<b>19,04</b>	<b>14,66</b>	<b>16,49</b>	<b>15,68</b>



1) Daten 2018 vorläufig, Stand 10/2020

Der Kraftwerke für die allgemeine Versorgung sowie der Industriewärme Kraftwerke.

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.

# **Ausgewählte Beispiele aus der Praxis**

# Neues Wasserkraftwerk Rheinfelden 2010

Installierte Leistung 100 MW, mittlere Jahresstrommenge 600 Mio. kWh <sup>1)</sup>



1) Ausbauwassermenge 1.500 m<sup>3</sup>/s; Nettogefälle 6-9,1 m, 4 doppelte Rohr-Turbinen und 1 Dornier-Turbine Anteil für Baden-Württemberg und der Schweiz je 50%

Quelle : Energiedienst AG, Laufenburg 2010; [www.energiesdienst.de](http://www.energiesdienst.de)

## Einweihung neues Laufwasserkraftwerk am Kinzigwehr 4/2013

Die Süwag Energie AG hatte seither eine Kleinwasserkraftanlage in der Ortsmitte von Willstätt betrieben. Das neue Laufwasserkraftwerk am Kinzigwehr mit 990 kW Leistung löste nach über 100 Jahren Laufzeit das alte Wasserkraftwerk in Willstätt ab. Ende Dezember 2012 wurde das Wasserkraftwerk in Betrieb genommen. Die eingebaute Kaplanturbine erzeugt jährlich circa 5,3 Millionen Kilowattstunden Strom. Damit können über 1.500 Haushalte mit sauberer, klimafreundlicher Energie versorgt werden.

Die Wasserkraftanlage entspricht dem neuesten Stand der Technik, insbesondere im Hinblick auf die Fischökologie. Der Fischaufstieg und -abstieg ist am neuen Wasserkraftwerk vorbei wieder möglich. Neben dem Wasserkraftwerk wurde eine moderne Fischtreppe errichtet, die es den Wanderfischen möglich macht, in der Kinzig zu ihren Laichplätzen zu finden. Des Weiteren hat die Süwag eine Überwachungsstation eingebaut, mit der die Fischereibehörde den Fischbestand kontrollieren kann.

Die Maßnahme in Willstätt bringt neben der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie auch das internationale Programm „Lachs 2020“, mit dem die Rheinanlieger den Lachs bis nach Basel zurückholen möchten, einen großen Schritt voran. Denn der Lachs laicht nicht im Rhein, sondern in den kleinen Zuflüssen. Die Kinzig ist neben der Murg der wichtigste Laichplatz in Baden-Württemberg.

Seit 2000 hat der Landesbetrieb Gewässer an der Kinzig und weiteren Gewässern erster Ordnung in diesem Flusssystem insgesamt 18 Maßnahmen umgesetzt. Davon dienen neun der Entwicklung von Gewässerstrukturen und neun überwiegend der Wiederherstellung der Durchgängigkeit. Hierfür wurden bisher zwölf Millionen Euro investiert, die Mittel hierfür wurden vom Land (sechs Millionen Euro), Europäischer Union (vier Millionen Euro) und über Ausgleichsmittel (zwei Millionen Euro) bereitgestellt.

Sieben weitere Maßnahmen mit einem Kostenrahmen von drei Millionen Euro befinden sich aktuell im Planungsstadium; deren Finanzierung ist als Ausgleich für Straßenbauvorhaben und Bahnausbau bereits gesichert. Zur Herstellung des durch die WRRL geforderten „guten ökologischen Zustandes“ im Flusssystem der Kinzig sind seitens des Landes weitere Maßnahmen, vor allem zur Verbesserung der Gewässerstruktur, mit einem voraussichtlichen Kostenumfang von weiteren circa sieben Millionen Euro erforderlich.

Wie weit Baden-Württemberg die Europäische Wasserrahmenrichtlinie bereits umgesetzt hat, können Sie in unserer Mitteilung vom 14. Dezember 2012 nachlesen: <http://www.um.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/101036/>

## Beispiel Neubau Wasserkraftanlage Volk AG, Gutach/Elz (1)

### Keine Umweltbelastung durch Stromgewinnung aus Wasserkraft

Energiegewinnung mittels Kleinwasserkraftanlagen und Naturschutz müssen nicht zwangsläufig Gegensätze sein. Zu diesem Fazit kommt eine interdisziplinäre **Studie** des **Instituts für Wasserbau der Universität Stuttgart**. Die Wissenschaftler untersuchten die Auswirkungen des Neubaus der 320 kW starken Wasserkraftanlage der **Firma Volk AG** in Gutach an der Elz auf die Gewässerökologie. Die gewässerökologischen Maßnahmen des Anlagenneubaus wurden von der **Deutschen Bundesstiftung Umwelt DBU** im Rahmen eines **Demonstrationsvorhabens gefördert**.

Während der mehrjährigen Studie, die in dieser Form ein Novum in Deutschland darstellt, wurden zahlreiche Faktoren erhoben und bewertet: z. B. der Nährstoffgehalt des Wassers, Wassertiefe, die Strömung des Flusses sowie Flora- und Faunabestand. Mitte November 2003 stellten die Forscher ihre Untersuchungen in Gutach vor. Auf dem von Dipl.-Ing. Dirk Schötz (DBU) moderierten Symposium wurde die Ergebnisse von zahlreichen Teilnehmern aus Wissenschaft, Verwaltung und Unternehmen lebhaft diskutiert.

Einhelliges Fazit dabei: Es wurde ein vorbildliches Konzept realisiert, das die Aspekte von Natur- und Klimaschutz ausgewogen berücksichtigt. Nach Auskunft von Dipl.-Ing. Franz Kerle (Uni Stuttgart) seien an der Elz keine gravierenden Veränderungen durch die Nutzung der Wasserkraftanlage aufgetreten. Im Bestand der ausgewachsenen Bachforellen habe man zum Beispiel eine Abnahme festgestellt. „Bei jungen Bachforellen und kleineren Fischarten ist hingegen eine Zunahme der Population registriert worden“, erläuterte Kerle.



## Beispiel Neubau Wasserkraftanlage Volk AG, Gutach/Elz (2)

### Keine Umweltbelastung durch Stromgewinnung aus Wasserkraft

Ergänzend zu den aktuellen Ergebnissen sind weitere Erhebungen nach fünf und zehn Jahren vorgesehen.

Auch die zitierte Begleitstudie wurde von der DBU initiiert und mitfinanziert. Die Genehmigung der Wasserkraftanlage im baden-württembergischen Gutach erfolgte unter strengen gewässerökologischen Auflagen. Wichtige Kernelemente waren u. a. eine ökologisch begründete hohe Mindestwasserabgabe sowie die Errichtung von mehreren Fischpässen.

Mit der Demonstrationsanlage erzeugt der Turbinenhersteller Volk den Strom für seine Produktionsstätte in Gutach. Die überschüssige Energie kann zur umweltfreundlichen Stromversorgung von 300 Haushalten genutzt werden.

Damit stellt das Unternehmen laut Würdigung durch die Vereinigung Eurosolar die erste CO<sub>2</sub>-emissionsfreie und energieautarke Schwermaschinenfabrik Europas dar. In der Kategorie „industrielle und kommerzielle Unternehmen/Betriebe“ ist die Volk AG dafür mit dem **Deutschen Solarpreis 2003 von Eurosolar** ausgezeichnet worden.

# Beispiel Erneuerung Wasserkraftwerk Rheinfelden

## Wasserkraft leistet Beitrag für umweltschonende Stromversorgung

Bundesumweltminister Jürgen Trittin hat den Beitrag der Wasserkraft für den Aufbau einer zukunftsfähigen Energieversorgung hervorgehoben. Bei einer Besichtigung des Wasserkraftwerks im südbadischen Rheinfelden erklärte Trittin: "Das Projekt ist ein Meilenstein für eine bessere Nutzung des Potenzials der großen Wasserkraft. Dies kommt nicht nur dem Klima zugute, sondern gibt auch Impulse für Wirtschaft und Arbeit in der Region. Die Bundesregierung schafft mit der Reform des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) die geeigneten Rahmenbedingungen." Der Minister wies darauf hin, dass der Ausbau der Wasserkraft umweltgerecht erfolgen müsse. Der Energiekonzern EnBW plant eine umfangreiche Erneuerung des Wasserkraftwerkes Rheinfelden. **Mit** der Novelle des EEG sind erstmalig Anreize zur Erneuerung und zum Ausbau großer Wasserkraftanlagen von 5 bis 150 Megawatt (MW) vorgesehen. Grosse Wasserkraftanlagen mit einer solchen Leistung und mit 4.500 bis 5.500 Volllaststunden haben im Vergleich zu konventionellen Kraftwerken sehr hohe Wirkungsgrade, vergleichsweise lange Laufzeiten und ein hohes CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial.

**Künftig** wird für Strom aus großen Wasserkraftanlagen, die bis zum 31.12.2012 erneuert werden und deren Leistungsvermögen mindestens um 15 Prozent gesteigert wird, eine Vergütung nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz gezahlt. Zudem muss ein guter ökologischer Zustand erreicht werden. Die Vergütung gilt allerdings nur für die Strommenge, die aufgrund der Erweiterung oder Modernisierung neu hinzukommt. Strom aus alten, abgeschriebenen Wasserkraftwerken wird auch künftig nicht nach dem EEG vergütet.

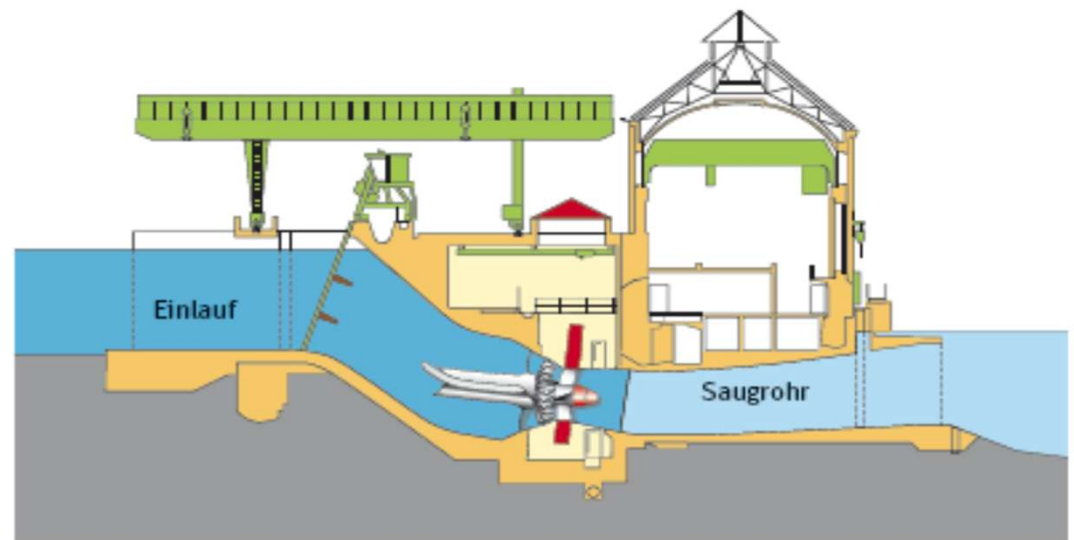
**Das** Wasserkraftwerk Rheinfelden ging 1898 - also vor über 100 Jahren - als erstes europäisches Flusskraftwerk ans Netz. Mit der Vergabe der Konzession für einen weiteren Zeitraum von 80 Jahren steht dem derzeit größten Bauvorhaben im Bereich der erneuerbaren Energien nichts mehr im Weg. Das Wasserkraftwerk Rheinfelden soll nach der Erneuerung mit einer Leistung von 116 MW Strom liefern - damit können 165.000 Haushalte versorgt werden.

## Beispiel regeneratives Doppelkraftwerk in Grenzach-Wyhlen nutzt Wasserkraft und Solarenergie zur Stromerzeugung

Das Wasserkraftwerk Wyhlen ist Teil des Zwillingskraftwerks Augst-Wyhlen und wurde in den Jahren 1908 bis 1912 gleichzeitig mit dem auf der Schweizer Seite liegenden Kraftwerk Augst errichtet. Es erzeugt jährlich rund 255 Millionen Kilowattstunden Ökostrom für 70.000 Haushalte.

Ein gemeinsam bewirtschaftetes Stauwehr verbindet die beiden Kraftwerke, Augst und Wyhlen. Seit dem Betriebsstart 1912 wird die Energie des Rheinwassers zu gleichen Teilen genutzt.

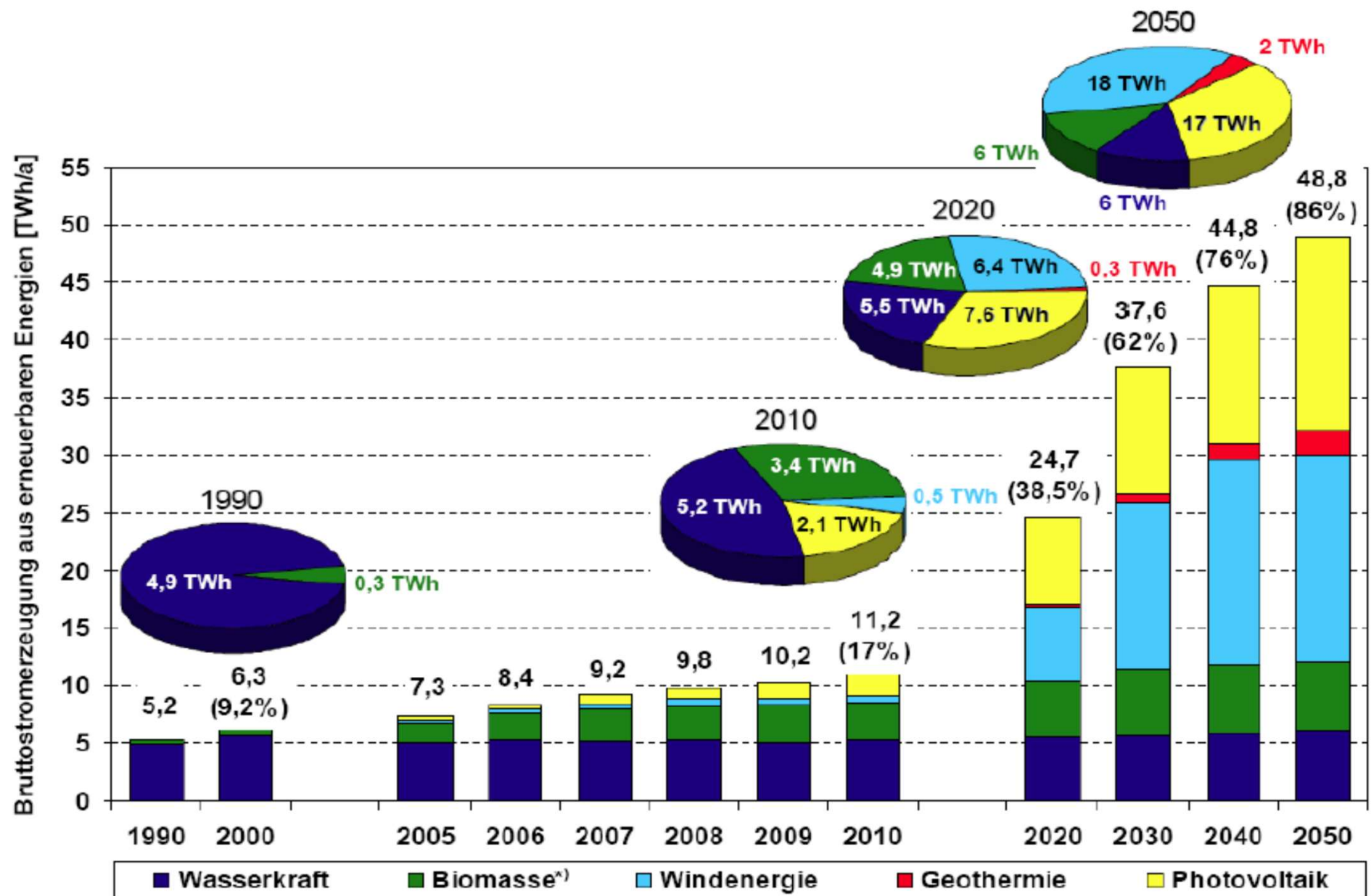
Zusätzlich nutzt das Kraftwerk in Wyhlen seit 1999 neben der Wasserkraft auch die Sonnenkraft zur Energiegewinnung. Wyhlen ist somit das erste „regenerative Doppelkraftwerk“ Deutschlands. Die rund 720 Quadratmeter große Photovoltaikanlage auf dem Dach des Maschinenhauses erreicht eine max. Leistung von 70 Kilowatt peak und ist eine von „NaturEnergie Gold“ geförderte Anlage.



Querschnitt durch das Maschinenhaus mit Straflo-Turbine.

# Fazit und Ausblick

# Entwicklung der Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien aus Energieszenario 2050 für Baden-Württemberg 1990-2010, Ziele bis 2050



<sup>\*)</sup> Biomasse: feste und flüssige Biomassen, Biogas, Deponie- und Klärgas, biogener Anteil des Abfalls



# Handlungsbereich **Strom aus Erneuerbaren** zur Erreichung der Energie- und klimapolitischen Ziele der Landesregierung im IEKK BW 2010/21, Ziele bis 2050 (1)

## Langfristig umsteuern auf erneuerbare Energien

**Zu einer langfristigen Umstellung auf erneuerbare Energiequellen gibt es keine vernünftige Alternative.**

Wir stellen uns in Baden-Württemberg dieser Verantwortung und streben an, die notwendige Umstrukturierung bei Aufrechterhaltung der Versorgungssicherheit unter Beachtung des Natur- und Artenschutzes konsequent voran zu bringen.

**Die Anteile der erneuerbaren Energien an der Stromversorgung in Baden-Württemberg steigen von Jahr zu Jahr.** Die Dynamik des Zuwachses ist beachtlich. Die Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien lag im Jahr 2021 bei 18,4 TWh. Dies entspricht 36,3 % der Bruttostromerzeugung im Land. Mit einem Anteil von 2,6 % leistet dabei die Windenergie nur einen geringen Beitrag zur Stromerzeugung.

**Wir haben das Ziel, den Anteil der erneuerbaren Energieträger an der Bruttostromerzeugung bis zum Jahr 2020 auf etwa 38 % zu steigern.** Hierfür sollen insbesondere die Photovoltaik (Zielwert 12 %) und die Windenergie (Zielwert 10 %) ausgebaut werden. Die Anteile von Wasserkraft und Biomasse sollen jeweils etwa 8 % betragen. Bei der Tiefen-Geothermie sind mittelfristig keine großen Zuwachsraten zu erwarten.

### Brutto-Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien im Energieszenario BW 2050

	2010	2011	2020	2050	Real 2021
Wasserkraft	5,2	4,1 <sup>14</sup>	5,5	6,0	4,7
Biomasse <sup>15</sup>	3,4	3,6	4,9	6,0	4,6
Geothermie	0,0	0,0	0,3	2,0	0,0
Windenergie	0,5	0,6	6,4	18,0	2,6
Photovoltaik	2,1	3,3	7,6	16,7	6,6
Gesamtstromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Baden-Württemberg [TWh/a]	11,2	11,6	24,7	48,8	<u>18,4</u>

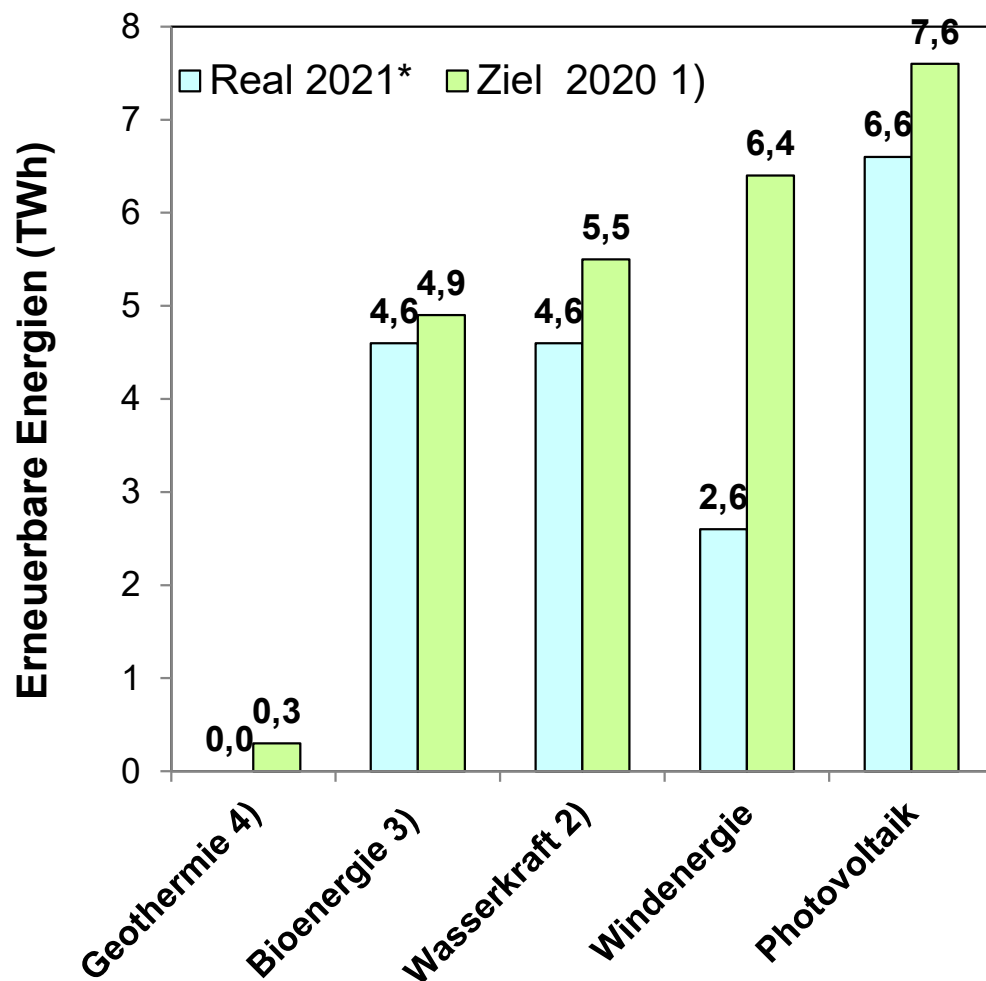
Zudem wollen wir Hilfestellung bei der Beteiligung der Bürgerinnen und Bürger an den Investitionen geben.

### Fazit:

- Die Anteile erneuerbare Energien an der Bruttostromerzeugung von 50,9 TWh betragen 36,3% im Jahr 2021 und liegen unterhalb des
- Zielanteils von mind. 38% bis 2020

# Ausbauziele der Landesregierung zur Bruttostromerzeugung (BSE) aus erneuerbaren Energieträgern (EE) in Baden-Württemberg 2010/21, Ziel 2020 **nach UM BW-ZSW (2)**

**Jahr 2021: Beitrag erneuerbare Energien 18,4 TWh (Anteil 36,3%) an der BSE von 50,9 TWh\***



Energie-träger	2010		Ziel 2020 <sup>1)</sup>		Real 2021*	
	TWh	%	TWh	%	TWh	%
Wasserkraft <sup>2)</sup>	5,2	7,8	5,5	8,5	4,6	9,2
Bioenergie <sup>3)</sup>	3,6	5,4	4,9	7,5	4,6	9,0
Photovoltaik	2,1	3,2	7,6	11,7	6,6	12,9
Windenergie	0,5	0,8	6,4	9,8	2,6	5,2
Geothermie <sup>4)</sup>	0,0	0,0	0,3	0,5	0,0	0,0
<b>Summe EE</b>	<b>11,4</b>	<b>17,2</b>	<b>24,7</b>	<b>38,0</b>	<b>18,4</b>	<b>36,3</b>
<b>Bruttostrom-erzeugung</b>	<b>66,0</b>	<b>100</b>	<b>65,0</b>	<b>100</b>	<b>50,9</b>	<b>100</b>

\* Daten 2021 vorläufig, Stand 9/2022 Energieeinheit: 1 TWh = 1 Mrd. kWh

1) Energieszenarien 2050 = Ziel der Landesregierung für 2020

2) Wasserkraft aus Lauf- und Speicherwasser

3) Biomasse einschließlich Deponie-/Klärgas, Abfall biogen (50% Anteil)

4) Geothermie u.a.

Quellen:

UM BW: Integriertes Energie- und Klimaschutzkonzept (IEKK) BW, S. 59, 60, Beschlussfassung vom 15. Juli 2014

UM BW: Erneuerbare Energien in BW 2021, 10/2022

**Geplantes Ausbauziel der Landesregierung bis zum Jahr 2020:**  
Mindestens 38%-Anteil aus erneuerbaren Energien bei der Bruttostromerzeugung

## Entwicklung der Struktur Wasserkraftnutzung in Baden-Württemberg 1990-2020, Ziel 2030

Benennung	Einheit	1990 <sup>1)</sup>	2000	2005 <sup>3)</sup>	2010	2020	2021
<b>Technisch nutzbare Potenziale</b>			6.400	6.400	6.400	6.400	
- Insgesamt seit 1999	Mio. kWh						
- Ausschöpfung bezogen auf Pos. 2 <sup>2)</sup>	%		69	77	80	67	
- Zubau gegenüber 2005	Mio. kWh					- 780	
<b>Brutto-Stromerzeugung Wasserkraft (BSE)</b>	Mio. kWh	<b>4.943</b>	<b>7.583</b>	<b>6.781</b>	<b>6.888</b>	5.747	
- Pumpspeicherwasser ohne natürlichen Zufluss					1.755	1.447	
- Laufwasser (EE)					4764		
- Speicherwasser (EE)					368		
- Lauf- und Speicherwasser (EE) <sup>2)</sup>		<b>5.031</b>	<b>4.426</b>	<b>4.910</b>	<b>5.131</b>	<b>4.300</b>	
<b>Primärenergieverbrauch (PEV) gesamt</b>	PJ	1.430	1.561	1.657	1.548	1.279	
<b>Bruttostromerzeugung (BSE) gesamt</b>	Mio. kWh	<b>60.383</b>	<b>67.807</b>	<b>71.893</b>	<b>66.001</b>	<b>43.337</b>	
<b>Energiebezogene Anteile</b>	%						
- PEV		1,0	1,0	1,1	1,2	0,8	
- <b>BSE Wasserkraft nach Stat. LA BW</b>		<b>8,2</b>	<b>11,2</b>	<b>6,9</b>	<b>7,7</b>	9,2	
- <b>BSE Wasserkraft-EE nach UM BW-ZSW</b>		<b>8,2</b>	<b>6,3</b>	<b>6,8</b>	<b>7,8</b>	<b>9,3</b>	

1) bis 2002 Laufwasser-, Speicherwasser- und Pumpspeicherwasserkraftwerke, abzüglich 70% vom Pumpstromverbrauch

ab 2003 Laufwasser, Speicherwasser und Stromeinspeisung aus Laufwasser

2) einschließlich natürlichen Zufluss aus Pumpspeicherwasserkraftwerken **nach Stat. LA BW**

3) Basisjahr 2005 zum Energiekonzept BW 2020

### Quellen:

- UM BW & Stat. LA BW – Energiebericht 2020; Tab. I-11, 29-33, 18/2020

- Stat. Landesamt Baden-Württemberg 12/2021

- UM BW – Integriertes Energie- und Klimaschutzkonzept Baden-Württemberg, Beschlussfassung 15. Juli 2014

- UM BW - Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2021, 10/2022

- Staiß, Frithjof: Jahrbuch Erneuerbare Energien 2007, Stiftung Energieforschung Baden-Württemberg, Radebeul 2007

## **Fazit und Ausblick**

### **Wasserkraftnutzung in Baden-Württemberg, Stand 4/2015**

Bei der Stromerzeugung ist die Wasserkraft die bedeutendste erneuerbare Energiequelle in Baden-Württemberg. Neben 65 Anlagen, die mit einer Leistung von mehr als 1 MW zur großen Wasserkraft zählen, sind im Südwesten rund 1.700 Anlagen mit einer Leistung unter 1 MW anzutreffen (= kleine Wasserkraft). Da im Rahmen der Wasserkraftnutzung direkt in die Gewässer eingegriffen wird, können insbesondere bei der Nutzung der kleinen Wasserkraft Konfliktbereiche mit der Gewässerökologie und der Fischerei entstehen.

Aufgabe aus Sicht des Landes ist es, die beiden Zielsetzungen „Ausbau der erneuerbaren Energien“ einerseits und „gewässerökologische Verbesserungen im Sinne der Wasserrahmenrichtlinie“ andererseits so weit wie möglich in Einklang zu bringen. Da aus energie- und klimapolitischer Sicht die Frage nach der energetischen Erschließung bislang noch ungenutzter Potenziale auch der sogenannten „kleinen Wasserkraft“ aktuell ist, wurde im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft im Zeitraum Herbst 2008 bis Herbst 2010 das Potenzial der Wasserkraft an Standorten bis 1.000 kW (kleine Wasserkraft) für das Einzugsgebiet des Neckars (ohne Bundeswasserstraße Neckar) systematisch untersucht.

#### **Studie zum Ausbaupotenzial der kleinen Wasserkraft im Einzugsgebiet des Neckars**

Dabei wurden sowohl Ausbaupotenziale an bereits für die Wasserkraft genutzten Standorten abgeschätzt wie auch Neubaupotenziale an noch nicht genutzten Querbauwerken ermittelt. Bei der Bewertung der einzelnen Standorte wurden die ökologischen Gesichtspunkte berücksichtigt, insbesondere die Durchgängigkeit und die Abflussverhältnisse. Die hierfür erarbeitete Methodik ist in der Potenzialstudie ausführlich beschrieben.

Die Potenzialstudie (Stand Mai 2011) und der Anhang zur Studie, in welchem methodische Details und Angaben zur regionalen Verteilung der ermittelten Potenziale wiedergegeben sind, können beim Internet des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft heruntergeladen werden.

# **Arbeitsgemeinschaften Wasserkraftwerke Baden-Württemberg e.V. (AWK-BW)**

## **Arbeitsgemeinschaft Wasserkraftwerke Baden-Württemberg e.V.**

- Zweck der Arbeitsgemeinschaft Wasserkraftwerke Baden-Württemberg e.V. (AWK BW) ist es, die Interessen der Wasserkraftwerksbetreiber zu vertreten und die Mitglieder beim Um-, Aus- und Neubau ihrer Wasserkraftanlagen in Fragen des Wasser- und Energierechts, der Energiewirtschaft und sonstigen einschlägigen Fragen zu unterstützen und zu vertreten.
- Die AWK BW übernimmt übergeordnete Verhandlungen mit den zuständigen Ministerien, Behörden und Energieversorgungsunternehmen. Gleichzeitig werden die Interessen der Mitglieder durch Mitwirkung an Gesetzgebungsverfahren vertreten. Darüber hinaus werden gemeinsame Tagungen zu relevanten Themen durchgeführt.
- Die AWK BW hat 470 Mitglieder. Die Mitglieder sind meist mittelständische Unternehmen, die Mühlen, Sägewerke, Industriebetriebe oder auch nur Kleinwasserkraftwerke zur Erzeugung von elektrischer Energie betreiben. Weitere Mitglieder kommen aus dem Bereich der eigenstromerzeugenden Kommunen, der kleinen privaten Energieversorgungsunternehmen, den Zulieferern oder interessierten und fördernden Einzelpersonen.
- Die Länderarbeitsgemeinschaften der Kleinwasserkraft in Deutschland vertreten bundesweit ca. 4.800 Einzelmitglieder mit rund 7.500 Anlagen bis 5.000 kW Leistung. Die Jahreserzeugung liegt bei 1.700.000.000 kWh (1,7 TWh). Die Ausbauleistung beträgt 280 MW.



# Wasserkraft in Deutschland

## Wasserkraft in Deutschland

- Laut der Website [wasserkraft-deutschland.de](https://wasserkraft-deutschland.de)<sup>1</sup> ist Wasserkraft eine CO2-freie und kontinuierliche erneuerbare Energie, die im Jahr 2019 den Ausstoß von 15 Millionen Tonnen CO2 erspart hat. Die installierte Leistung der rund 7.300 Wasserkraftanlagen in Deutschland beträgt etwa 5.600 Megawatt (MW), wobei 94% davon Kleinwasserkraftanlagen mit einer Leistung von unter 1 MW sind. Die Stromproduktion aus Wasserkraft variierte je nach Niederschlagsmengen zwischen 20 000 Gigawattstunden (GWh) und 29.000 GWh und hatte 2019 einen Anteil von 3,5% am gesamtdeutschen Bruttostromverbrauch. Außerdem gibt es in Deutschland 31 Pumpspeicherwerke, die elektrische Energie in Form von Lageenergie in einem Stausee speichern können.
- Auf der Website Statista<sup>2</sup> finden Sie verschiedene Statistiken zur Wasserkraft in Deutschland und weltweit. Zum Beispiel können Sie sehen, wie sich die installierte Leistung der Wasserkraftanlagen nach Regionen und Ländern verteilt, welche Länder den größten Anteil am Wasserkraftverbrauch haben, wie sich die Wasserkraft innerhalb der erneuerbaren Energien in Deutschland entwickelt hat und wie hoch die Erzeugung von Strom aus Wasserkraft bis 2022 prognostiziert wird.
- Wenn Sie sich für die einzelnen Wasserkraftwerke in Deutschland interessieren, können Sie die Liste von Wasserkraftwerken in Deutschland auf Wikipedia<sup>3</sup> anschauen. Dort finden Sie eine Übersicht über die Wasserkraftanlagen nach Bundesländern, Flüssen und Leistungsklassen, sowie Angaben zu den Betreibern, den Baujahren und den Besonderheiten der Anlagen.

## Weitere Informationen:

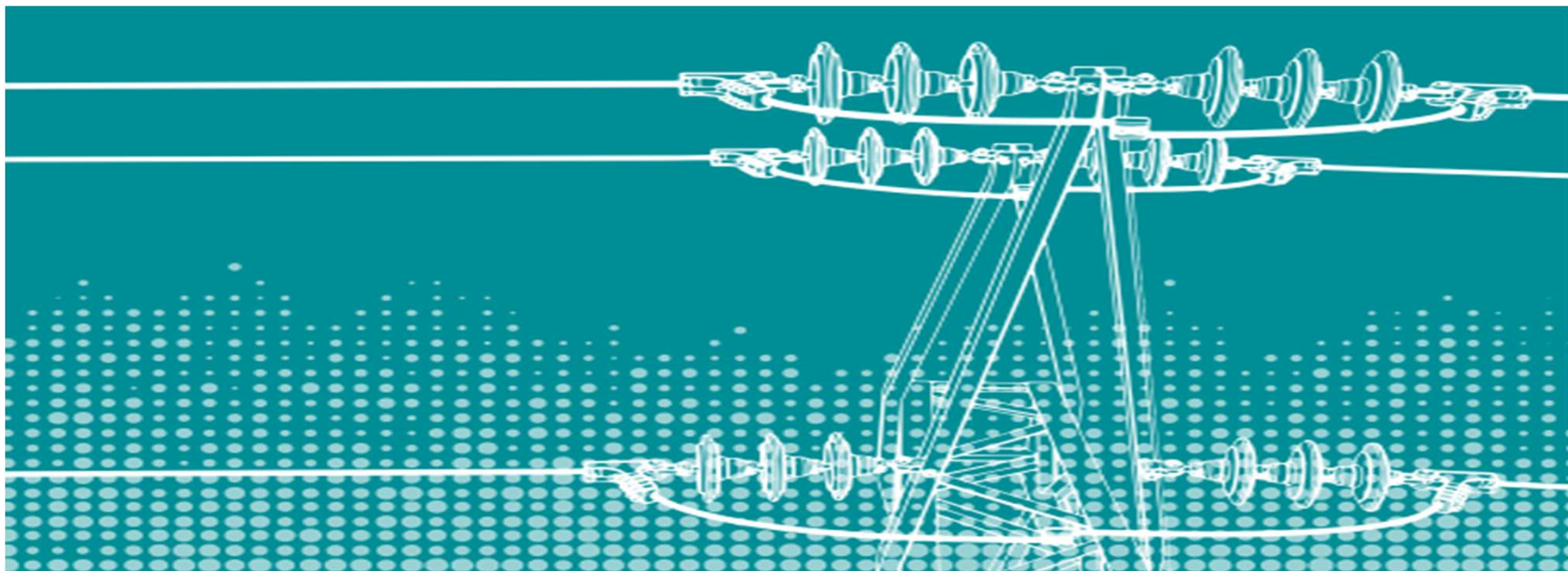
1. [wasserkraft-deutschland.de](https://wasserkraft-deutschland.de); 2. [de.statista.com](https://de.statista.com); 3. [de.wikipedia.org](https://de.wikipedia.org); 4. [de.wikipedia.org](https://de.wikipedia.org)

Quelle: Microsoft BING Chat mit GPT 4 (KI), 12/2023

# **Einleitung und Ausgangslage**

# Teil I: Erneuerbare Energien in Deutschland

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



# Einleitung und Ausgangslage

## Wasserkraft in Deutschland 2019, Stand bis 2/2023 (1)

### Installierte Leistung und Stromproduktion

***Strom aus Wasserkraft ist eine CO<sub>2</sub>-freie und eine kontinuierliche zur Verfügung stehende Erneuerbare Energie. Wasserkraft wird dezentral erzeugt und trägt zu einer stabilen regionalen Stromversorgung bei. Allein im Jahr 2019 hat Wasserkraft in Deutschland den Ausstoß von 15 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> erspart. Darüber hinaus ist die großtechnische und kostengünstige Speicherung elektrischer Energie derzeit nur mit Pumpspeicherkraftwerken möglich.***

Rund 7.300 Wasserkraftanlagen gibt es zurzeit in Deutschland. Diese verfügen zusammen über eine installierte Leistung von etwa 5.600 Megawatt (MW). Dabei erbringen 6.900 Anlagen (94%) eine installierte Leistung von unter 1 MW und gelten dementsprechend als Kleinwasserkraftanlagen. Der durch Kleinwasserkraft beigetragene Anteil an der Stromproduktion beträgt allerdings nur etwa 14%. Das Gros von 17,5 TWh/a wird von Anlagen mit einem Leistungsvermögen von über 1 MW erzeugt.

Am gesamtdeutschen Bruttostromverbrauch hatte die Wasserkraft 2019 einen Anteil von 3,5%. Betrachtet man lediglich die Stromproduktion aus erneuerbaren Energien so lag ihr Anteil hier bei 8,31%.

Insgesamt 7.100 der 7.300 Wasserkraftanlagen erhalten eine Vergütung nach dem EEG. Aus dieser Gruppe verfügen wiederum 5.300 Anlagen über eine installierte Leistung von <100 kW. Die EEG-Vergütung entfällt demnach hauptsächlich auf Kleinwasserkraftanlagen.

Aufgrund von unbeständigen Niederschlagsmengen unterlag die Stromproduktion aus Wasserkraft in den letzten Jahren starken Schwankungen und entsprach einer Jahresarbeit zwischen 20 000 Gigawattstunden (GWh) und 29 000 GWh. 2018 lag die Produktion bei etwa 20.000 GWh, mit denen knapp 5,7 Millionen Haushalte mit einem durchschnittlichen Stromverbrauch von 3500 kWh/Jahr versorgt werden können.

Auf Bundesebene gibt es insgesamt 31 Pumpspeicherwerke, mittels derer elektrische Energie in Form von Lageenergie in einem Stausee gespeichert werden kann. Von diesen sind aktuell 28 in Betrieb.

### Wie hoch sind die Investitionen und Betriebskosten von Wasserkraftanlagen?

Für den Erfahrungsbericht Wasserkraft wurden 232 Datenbögen mit Kostenangaben ausgewertet werden. Für Anlagen zwischen 100 kW und 100 MW werden Gesamtkosten für den Neubau von etwa 8.718 €/kW angesetzt. Dabei wird angenommen, dass bei einem Neubau ein bereits hoher ökologischer Standard eingehalten wird.

Die Betriebskosten von Wasserkraftanlagen setzen sich zusammen aus Kosten für Instandhaltung, Versicherungen, Verwaltung und Pacht sowie Personalkosten. Es wird geschätzt, dass ohne Personalkosten die jährlichen Betriebskosten etwa 3,5 – 5% der Investitionskosten umfassen.

Quelle: Bundesverband Deutscher Wasserkraftwerke, Stand bis 2/2023

### Wie viele Anlagen gibt es in Deutschland und was produzieren diese?

Rund 7.300 Wasserkraftanlagen gibt es zurzeit in Deutschland. Deren installierte Leistung beträgt insgesamt etwa 5.500 Megawatt (MW) und die geleistete Jahresarbeit entspricht ca. 20 TWh/a. Insgesamt 6.900 Anlagen (94%) verfügen über eine installierte Leistung von unter 1 MW und gelten dementsprechend als Kleinwasserkraftanlagen. Der durch Kleinwasserkraft erbrachte Anteil an der Stromproduktion beträgt etwa 14%. Das Gros von 17,5 TWh/a wird von Anlagen mit einem Leistungsvermögen von über 1 MW erzeugt.

Darüber hinaus gibt es in Deutschland 31 Pumpspeicherwerke, von denen aktuell 28 in Betrieb sind.

Insgesamt 7.100 Anlagen der 7.300 Wasserkraftanlagen erhalten eine EEG-Vergütung. Aus dieser Gruppe verfügen wiederum 5.300 Anlagen über eine installierte Leistung von <100 kW. Die EEG-Vergütung entfällt demnach hauptsächlich auf Kleinwasserkraftanlagen.

Die Stromproduktion aus Wasserkraft schwankte in den letzten Jahren je nach den Niederschlagsmengen zwischen 19 Terawattstunden (TWh) und 29 TWh. Damit können zwischen 800 000 und 1,2 Millionen Haushalte mit Strom versorgt werden.

Im Jahr 2015 hat Wasserkraft in Deutschland den Ausstoß von 14,5 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> erspart.  
(Stand 09/18)

### Welches Potenzial steckt im Ausbau von Wasserkraftwerken?

Die Stromproduktion aus Wasserkraft kann bei entsprechenden Rahmenbedingungen bis zum Jahr 2030 auf 31 Terawattstunden (TWh) gesteigert werden. Dabei entfallen je ein Drittel auf Modernisierungsmaßnahmen, Reaktivierung von Anlagen und den Neubau. So gibt es aufgrund des hohen Anlagenalters von bis zu hundert Jahren ein großes Modernisierungspotenzial. Bis zu einem Drittel mehr Leistung erbringt eine modernisierte Anlage.

# Einleitung und Ausgangslage

## Wasserkraft in Deutschland 2019, Stand bis 2/2023 (2)

### Wie viele Wasserkraftanlagen gibt es in den einzelnen Bundesländern?

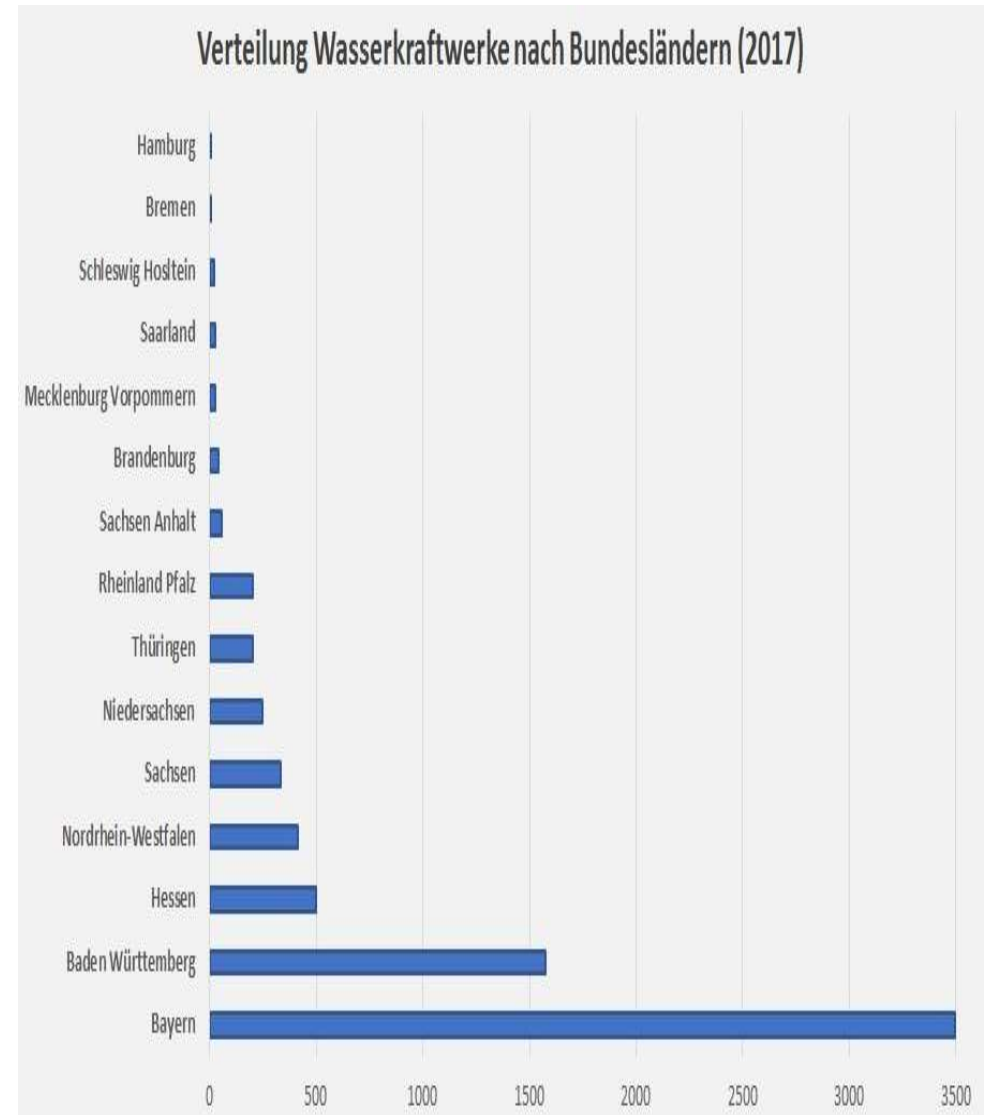
Aufgrund der geographischen Unterschiede ist die Verteilung von Wasserkraftanlagen in Deutschland sehr unterschiedlich. 80 Prozent der installierten Leistung findet man in den südlichen Bundesländern Baden-Württemberg und Bayern.

Eine gute Übersicht über die Wasserkraft und die anderen Erneuerbaren Energien in den einzelnen Bundesländern bietet [www.foederal-erneuerbar.de](http://www.foederal-erneuerbar.de). Die Agentur für Erneuerbare Energien (AEE) und das Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoffforschung aktualisieren alle Angaben dieser Seite in regelmäßigen Abständen.

Anzahl WKW, die eine EEG-Vergütung erhalten, in Bundesländern anhand Anlagenstammdaten  
**Stand 09/18**

Bundesland	Anzahl der Kraftwerke
Bayern	3.493
Baden-Württemberg	1.576
Hessen	499
Nordrhein-Westfalen	416
Sachsen	334
Niedersachsen	247
Rheinland-Pfalz	202
Thüringen	205
Sachsen-Anhalt	58
Saarland	26
Mecklenburg-Vorpommern	26
Schleswig-Holstein	23
Hamburg	1
Bremen	1
Berlin	0

Eine gute Übersicht über die Wasserkraft und die anderen Erneuerbaren Energien in den einzelnen Bundesländern bietet [www.foederal-erneuerbar.de](http://www.foederal-erneuerbar.de). Die Agentur für Erneuerbare Energien (AEE) und das Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoffforschung aktualisieren alle Angaben dieser Seite in regelmäßigen Abständen.



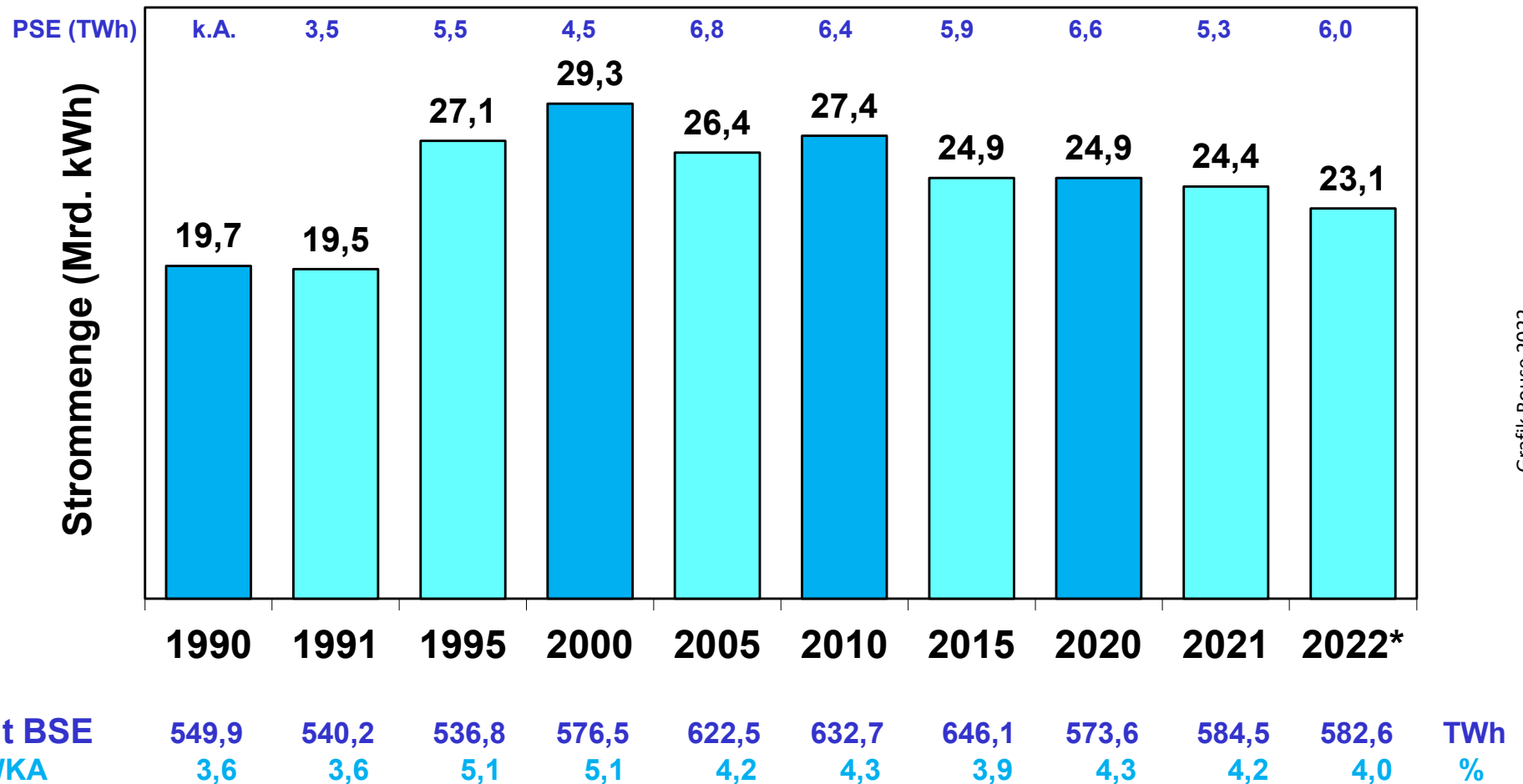
Quelle: Bundesverband Deutscher Wasserkraftwerke, Stand bis 2/2023



# Entwicklung Bruttostromerzeugung (BSE) aus gesamte Wasserkraftanlagen (WKA) in Deutschland 1990-2022

**Jahr 2022: Gesamt 23,1 TWh (Mrd. kWh), Veränderung 1990/2022 + 17,3%**

Beitrag reg. Wasserkraft 17,1 TWh (Mrd. kWh), (Anteil 74,0%)



\* Daten 2021 vorläufig, Stand 1/2022

1) Stromerzeugung aus der gesamten Wasserkraft und zwar Lauf- und Speicherwasser einschließlich Erzeugung aus natürlichem Zufluss in Pumpspeicherkraftwerken (EE) und Pumpspeicherkraftwerken (Nicht-EE) = PSE

Quellen: BMWI – Energiedaten gesamt, Tab. 22, 1/2022, BMWI – Erneuerbare Energien in Zahlen, Nationale und internationale Entwicklung 2020, 9/2021;

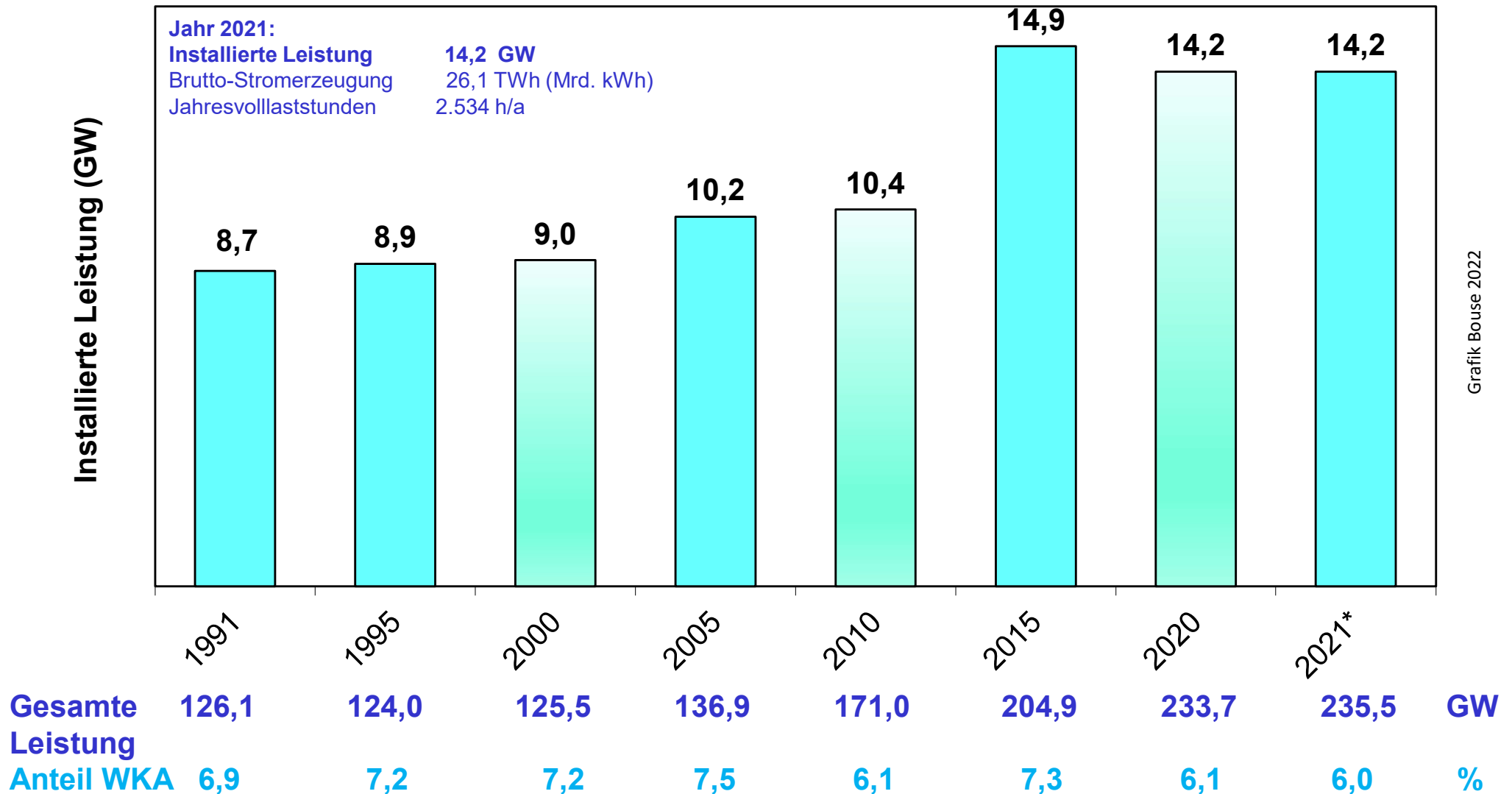
AGEB – BSE in D 1990-2022, 12/2022

Grafik Bouse 2022

# Entwicklung installierte Brutto-Leistung zur Stromerzeugung aus gesamte Wasserkraftanlagen (WKA) in Deutschland 1991-2021

**Jahr 2021: Gesamt 14,2 GW, Veränderung 1991/2021 + 63,2%**

Beitrag reg. Wasserkraft 5,4 GW, (Anteil 38,0%)



\* Daten vorläufig 2021, Stand 1/2022

1) Installierte elektrischen Leistung von Wasserkraftwerken inklusive Pumpspeicherkraftwerken mit und ohne natürlichem Zufluss

Quellen: BMWI- Energiedaten gesamt, Tab. 22, 1/2022; BMWI – Erneuerbare Energien in Zahlen, Nationale und internationale Entwicklung 2020, 9/2021,

# Ausgewählte Schlüsseldaten zur Strombereitstellung aus reg. Wasserkraftanlagen in Deutschland 2021

## Daten zum Gesamtstrom\*:

- Bruttostromerzeugung BSE:	589,2 TWh
- Bruttostromverbrauch BSV:	570,7 TWh

## Schlüsseldaten regenerative Wasserkraft\*:

- Stromerzeugung <sup>1)</sup> :	19,7 TWh
TOP 2 Bundesländer-Rangfolge	Bayern, Baden-Württemberg
Anteil an der BSE	3,3 %
Anteil am BSV	3,5 %
- Installierte Leistung:	5.400 MW
Zubau installierte Leistung	k.A. MW
- Jahresvolllaststunden:	3.546 h/a
<i>(Stromerzeugung 19.700 GWh x 1.000 / Leistung 5,383GW); max. 8760 h/Jahr)</i>	
- Vermiedene Treibhausgase:	15,4 Mio. t
- Beschäftigte:	5.200 Beschäftigte (2016)
- Investitionen:	10 Mio €
- Wirtschaftliche Impulse (Umsätze)	230 Mio. €

\* Daten 2021 vorläufig, Stand 2/2022

Energieeinheiten: 1 TWh (Mrd. kWh) = 1.000 GWh;

Leistungseinheiten: 1 GW = 1.000 MW

1) Lauf- und Speicherkraftwerke sowie bei Pumpspeicherkraftwerken mit natürlichem Zufluss,

Pumpspeicherkraftwerke ohne natürlichem Zufluss sind nicht berücksichtigt. Jahr 2021: BSE 5,3 TWh, Leistung k.A. GW

Quellen: BMWI & AGEE-Stat – Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland 2021, 2/2022; AGEB – BSE in D 1990-2022, 12/2022,

BMWI & AGEE-Stat – Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland 1990-2021, 2/2022

# **Grundlagen und Rahmenbedingungen**

# Strom aus Wasserkraft in Deutschland (1)

## Wasserkraft

Wasserkraft wurde schon in vorindustrieller Zeit zum Antrieb von Mühlen, Säge- und Hammerwerken genutzt. Die kinetische und potenzielle Energie einer Wasserströmung wird über ein Turbinenrad in mechanische Rotationsenergie umgewandelt, die zum Antrieb von Maschinen oder Generatoren genutzt werden kann. Heute wird mit Wasserkraft in Deutschland fast ausschließlich elektrischer Strom erzeugt.

Die Wasserkraft ist eine ausgereifte Technologie, mit der weltweit, an zweiter Stelle nach der traditionellen Nutzung von Biomasse, der größte Anteil an erneuerbarer Energie erzeugt wird.

## Die Rolle der Wasserkraft zukünftig

Die größten Potenziale zur Nutzung der Wasserkraft liegen in den südlichen Bundesländern, da hier der Voralpenraum für ein günstiges Gefälle sorgt. Die wesentlichen Potenziale der Wasserkraft liegen im Ersatz, in der Modernisierung und Reaktivierung vorhandener Anlagen sowie im Neubau an bestehenden Querbauwerken. Dabei müssen alle Umwelthanliegen ausgewogen berücksichtigt werden. Eine Leistungssteigerung verbunden mit der Verbesserung der gewässerökologischen Situation ist dabei das Ziel der Bundesregierung.

## Unterscheidung der Wasserkraftwerke

Wasserwerke unterscheiden sich in kleine (kleiner 1 MW) und große Anlagen (größer 1 MW). Von den großen Wasserkraftanlagen in Deutschland sind 20% Speicherkraftwerke und 80% Laufwasserkraftwerke.

### Kleinwasserkraftwerke

Es besteht ein gewisses Ausbaupotenzial bei Kleinwasserkraftanlagen, insbesondere durch die Modernisierung und Reaktivierung bestehender Anlagen oder durch vereinzelt Neubau an bestehenden Querbauwerken. Dabei ist den Anliegen des Naturschutzes und der Gewässerökologie Rechnung zu tragen. Die Anlagen werden sowohl im Inselbetrieb als auch netzgekoppelt eingesetzt. Technisch handelt es sich hier ebenfalls um Speicher- oder Laufwasserkraftwerke, die aufgrund kleinerer Fallhöhen und Wassermengen aber nur geringere Leistungen liefern. Die Kosten für den Bau von Wasserkraftanlagen sind grundsätzlich an die Höhe der installierten Leistung gebunden, aber auch abhängig von der Fallhöhe, von den weiteren Standortbedingungen und insbesondere von den notwendigen ökologischen Maßnahmen.

### Speicherkraftwerke

Speicherkraftwerke nutzen das hohe Gefälle und die Speicherkapazität von Talsperren und Bergseen zur Stromerzeugung. Beim Talsperren-Kraftwerk befinden sich die Turbinen am Fuß der Staumauer. Beim Bergspeicherkraftwerk wird ein in der Höhe liegender See über Druckrohrleitungen mit der im Tal liegenden Kraftwerksanlage verbunden. Speicherkraftwerke können sowohl zur Deckung der elektrischen Grundlast als auch im Spitzenlastbetrieb eingesetzt werden. Pumpspeicherkraftwerke werden nicht durch natürliche Wasservorkommen, sondern durch aus dem Tal gepumptes Wasser aufgefüllt. Damit wird in Schwachlastzeiten erzeugter elektrischer Strom als potenzielle Energie des Wassers zwischengespeichert und kann in Spitzenlastzeiten wieder über eine Turbine abgerufen werden.

### Laufwasserkraftwerke

Laufwasserkraftwerke nutzen die Strömung eines Flusses oder Kanals zur Stromerzeugung. Charakteristisch ist eine niedrige Fallhöhe bei relativ großer, oft jahreszeitlich mehr oder weniger stark schwankender Wassermenge. Die Anlagen werden aus wirtschaftlichen Gründen oft in Verbindung mit Schleusen gebaut.



## Strom aus Wasserkraft in Deutschland (2)

Wasserkraft leistet einen wichtigen Beitrag zur flexiblen Deckung des Strombedarfs und zur Netzstabilität. Wasserkraftanlagen zeichnen sich durch ihre lange Lebensdauer (100 Jahre und mehr), ihre niedrigen Betriebskosten und ihren geringen Wartungsaufwand aus. Von den großen Wasserkraftanlagen in Deutschland sind 80% Laufwasserkraftwerke und 20% Speicherkraftwerke.

### Kraft des fließenden Wassers



### Kraft des gespeicherten Wassers

Speicherkraftwerke sind flexibel im Einsatz und wandeln die Energie des gestauten Wassers in elektrische Energie um.

Die Staumauer ① hält Wasser zurück und lässt es bei Bedarf ab. Wasser kann so eine Turbine antreiben ②, die mit einem Generator ③ Strom erzeugt.

Wird das Wasser bei Stromüberangebot wieder durch elektrische Pumpen ④ in das Stau-becken zurückbefördert, spricht man von einem Pumpspeicherkraftwerk.



### Potenzial der Wasserkraft

In der Wiederinbetriebnahme stillgelegter Anlagen, einer Modernisierung bestehender Anlagen sowie dem Neubau kleiner Anlagen stecken die größten Ausbaumöglichkeiten der Wasserkraft. In Deutschland können bis 2020 so 11,2 Milliarden Kilowattstunden zusätzlich entstehen. Das entspricht dem Strombedarf von weiteren 3,1 Millionen Haushalten.

# **Beitrag Wasserkraft** zur Stromversorgung, Teil 1

# Entwicklung der Brutto-Stromerzeugung (BSE) nach Energieträgern in Deutschland 1990-2022 (1)

**Jahr 2022: Gesamt 582,6 TWh (Mrd. kWh); Veränderung 1990/2022 + 5,9%**  
 Ø 7.002 kWh/Kopf

Bruttostromerzeugung in Deutschland nach Energieträgern

TWh	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022	Δ in %	Anteile in %
Braunkohle	170,9	142,6	148,3	154,1	145,9	154,5	91,7	110,1	117,0	6,3	20,1
Steinkohle	140,8	147,1	143,1	134,1	117,0	117,7	42,8	54,6	66,0	21,0	11,3
Kernenergie	152,5	154,1	169,6	163,0	140,6	91,8	64,4	69,1	37,7	-45,5	6,5
Erdgas	35,9	41,1	49,2	72,2	88,8	61,5	94,7	92,4	77,4	-16,2	13,3
Mineralöl	10,8	9,1	5,9	11,9	8,6	6,1	4,7	4,6	4,6	1,1	0,8
Erneuerbare Energien (EE), darunter: <sup>5)</sup>	19,7	25,1	37,9	63,4	105,4	188,1	251,5	233,9	255,9	9,4	43,9
- Wind onshore	k.A.	1,5	9,5	27,8	38,4	72,3	104,8	90,3	102,7	13,8	17,6
- Wind offshore				0,0	0,2	8,3	27,3	24,4	25,4	4,1	4,4
- Wasserkraft <sup>1)</sup>	19,7	21,6	24,9	19,6	21,0	19,0	18,7	19,7	17,1	-13,0	2,9
- Biomasse	k.A.	0,7	1,6	11,5	29,2	44,6	45,1	44,2	43,9	-0,7	7,5
- Photovoltaik	k.A.	0,0	0,0	1,3	12,0	38,1	49,5	49,3	60,7	23,0	10,4
- Hausmüll <sup>2)</sup>	k.A.	1,3	1,8	3,3	4,7	5,8	5,8	5,8	5,8	0,0	1,0
- Geothermie			0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,2	0,3	9,8	0,0
Sonstige, darunter:	19,3	17,7	22,6	23,9	26,5	27,3	24,8	24,6	24,0	-2,5	4,1
- Pumpspeicher (PSE) <sup>3)</sup>	k.A.	5,5	4,5	6,8	6,4	5,9	6,6	5,3	6,0	12,9	1,0
- Hausmüll <sup>2)</sup>	k.A.	1,3	1,8	3,3	4,7	5,8	5,8	5,8	5,8	0,2	1,0
- Industrieabfall	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	1,3	0,9	0,9	0,9	5,6	0,2
Bruttostromerzeugung inkl. PSE (Umwandlungsausstoß nach Energiebilanz)	549,9	536,8	576,6	622,5	632,7	647,0	574,7	589,2	582,6	-1,1	100,0
Bruttostromerzeugung exkl. PSE <sup>4)</sup>	549,9	531,4	572,0	615,7	626,3	641,1	568,1	583,9	576,6		
Anteil EE an der Bruttostromerzeugung (ohne PSE) [%]	3,6	4,7	6,6	10,3	16,8	29,3	44,3	40,1	44,4		
Stromeinfuhr <sup>4)</sup>	31,9	39,7	45,1	56,9	43,0	37,0	48,0	51,7	48,6		
Stromausfuhr <sup>4)</sup>	31,1	34,9	42,1	61,4	57,9	85,3	66,9	70,3	75,4		
Stromimportsaldo	+ 0,8	+ 4,8	+ 3,1	- 4,6	- 15,	- 48,3	- 18,9	- 18,6	- 26,8		
Bruttostromverbrauch exkl. PSE	550,7	536,2	575,1	611,2	611,3	592,8	549,2	565,3	549,8		
nachrichtlich:											
Bruttostromverbrauch inkl. PSE <sup>7)</sup>	550,7	541,6	579,6	618,0	617,7	598,7	555,8	570,7	555,8		
Anteil EE am Bruttostromverbrauch (inkl. PSE) [%]	3,6	4,6	6,5	10,3	17,1	31,4	45,2	41,0	46,0		
Prozentuale Veränderung	X	+ 2,0	+ 4,0	+ 0,5	+ 5,9	+ 1,0	- 3,4	+ 2,7	- 2,6		
Pumparbeit (Speicherzufuhr u. Eigenverbrauch)	5,0	5,9	6,0	9,5	8,6	8,1	8,8	7,2	8,0		
Pumpstromerzeugung (PSE)	k.A.	5,5	4,5	6,8	6,4	5,9	6,6	5,3	6,0		
Eigenverbrauch der Pumpspeicher		- 0,4	- 1,5	- 2,7	- 2,	- 2,1	- 2,2	- 1,9	- 2,0		

<sup>1)</sup> Lauf- und Speicherwasser inkl. natürl. Zufluss aus PS

<sup>2)</sup> aufgeteilt in reg. und nicht-reg. Anteil (50 % : 50 %)

<sup>3)</sup> PSE: Pumpstromerzeugung; ohne Erzeugung aus natürl. Zufluss

\* Daten 2022 vorläufig, Stand 12/2022    Energieeinheit: 1 Mrd. kWh = 1 TWh    Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2022 = 83,2 Mio.

Quelle: AGEB – BSE in Deutschland 1990-2022, 12/2022, Stat. BA 9/2022

<sup>4)</sup> ab 2003 Stromaußenhandel lt. Statistischem Bundesamt; erfasst werden die physikalischen Stromflüsse aus dem Ausland nach Deutschland bzw. aus Deutschland in das Ausland (Territorialprinzip).

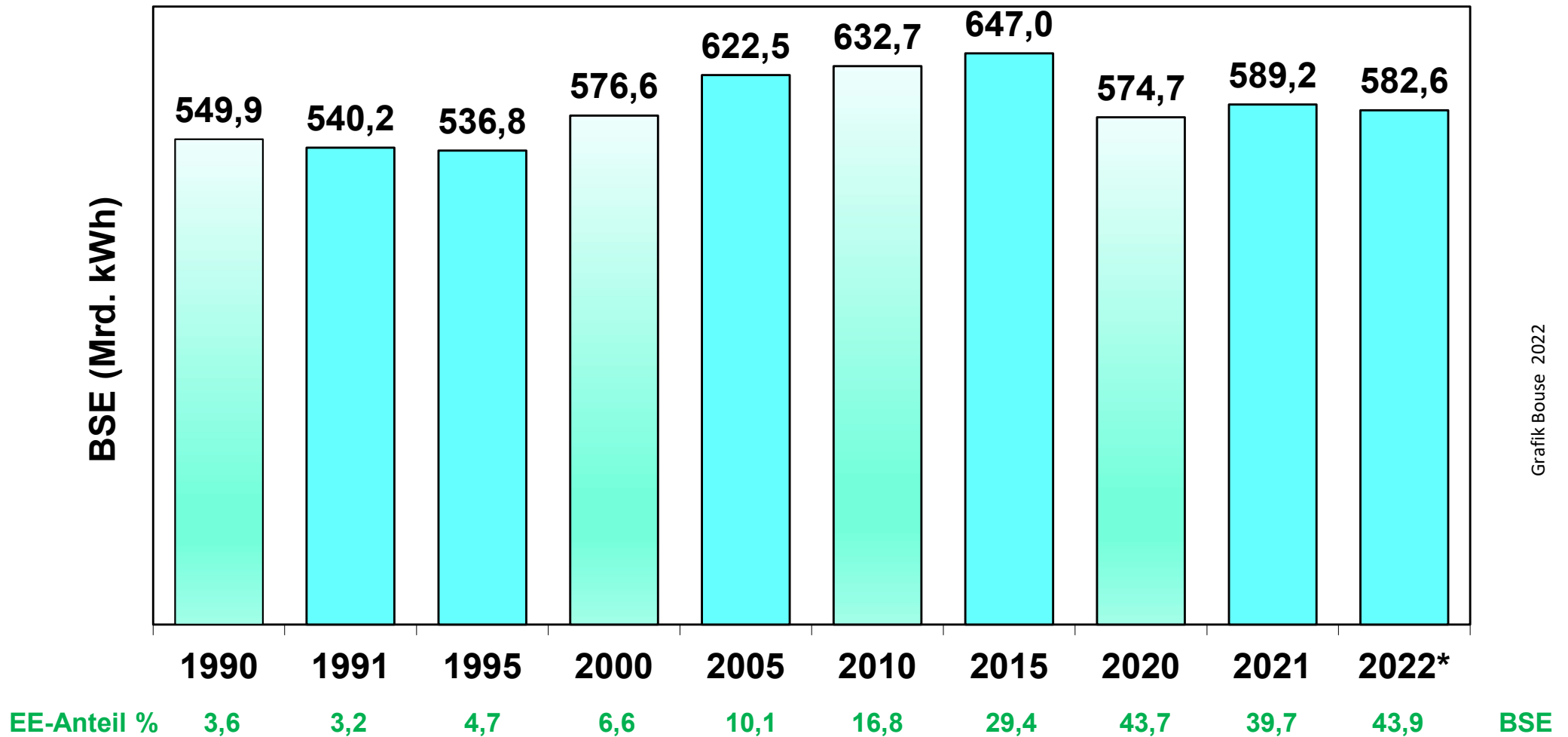
<sup>5)</sup> ab 2003 alle Angaben zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien lt. Daten und Berechnungen der AGEEStat.

<sup>6)</sup> 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.

<sup>7)</sup> Bislang als Bezugsgröße zur Berechnung des Anteils erneuerbarer Energien verwendete Bezugsgröße, enthält Doppelzählungen, weil sowohl die PSE als auch der Speichersaldo/-verbrauch in dieser Größe zusätzlich enthalten sind.

# Entwicklung Bruttostromerzeugung (BSE) <sup>1,2)</sup> mit Beitrag erneuerbarer Energien in Deutschland 1990-2022 (2)

Jahr 2022: BSE-Gesamt 582,6 TWh (Mrd. kWh); Veränderung 1990/2022 + 5,9%  
Ø 7.002 kWh/Kopf



\* Daten 2022 vorläufig, Stand 12/2022    Energieeinheit: 1 Mrd. kWh = 1 TWh

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2022 = 83,2 Mio.

1) BSE mit PSE (Pumpstromerzeugung)

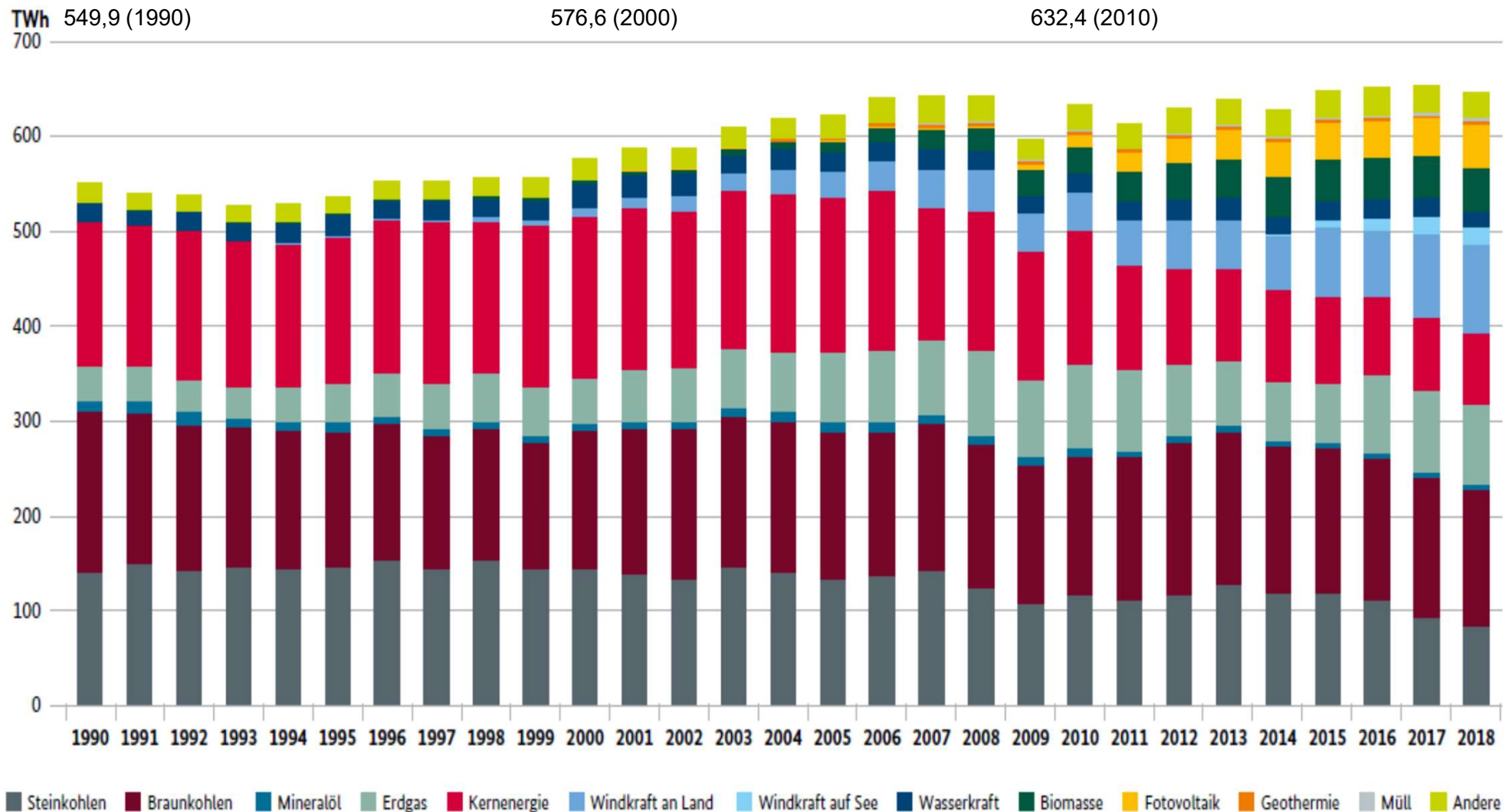
2) EE-Anteile mit PSE

Quellen: BDEW aus BMWI Energiedaten, Gesamtausgabe, Tab. 20/22; 9/2022; AGEb – BSE in Deutschland 1990-2022, 12/2022, Stat. BA 9/2022



# Entwicklung der Brutto-Stromerzeugung (BSE) nach Energieträgern in Deutschland 1990-2022 (3)

**Jahr 2022: BSE-Gesamt 582,6 TWh (Mrd. kWh); Veränderung 1990/2022 + 5,9%**  
 Ø 7.002 kWh/Kopf



\* Daten 2022 vorläufig, Stand 9/2022

Energieeinheit: 1 Mrd. kWh = 1 TWh

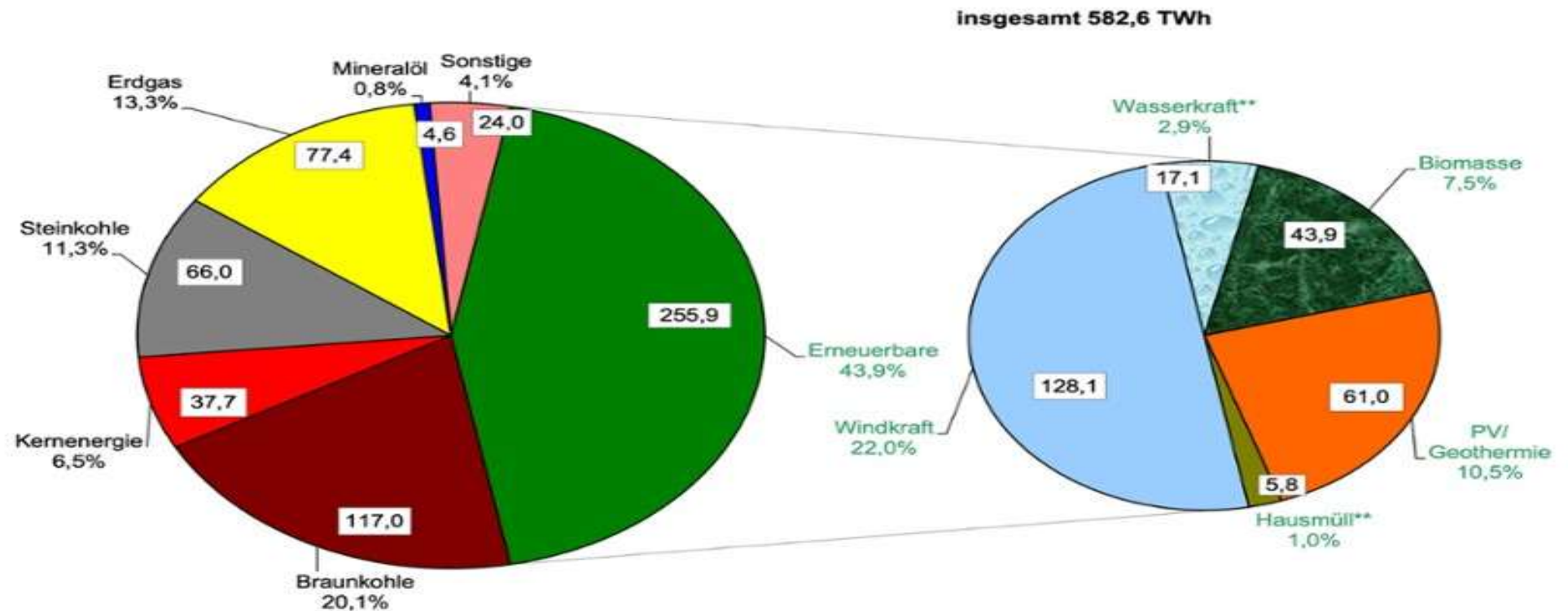
Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2022 = 83,2 Mio.

Quellen: AGEb aus BMWI – Energiedaten, Gesamtausgabe, Grafik /Tab. 22, 9/2022, AGEb - BSE in Deutschland 1990-2022, 12/2022; Stat. BA 9/2022

# Brutto-Stromerzeugung (BSE) nach Energieträgern mit Beitrag Erneuerbare (EE) in Deutschland 2022 (4)

BSE-Gesamt 582,6 TWh (Mrd. kWh); Veränderung 1990/2022 + 5,9%  
Ø 7.002 kWh/Kopf

Bruttostromerzeugung in Deutschland 2022\*



Quelle: AG Energiebilanzen, Stand Dezember 2022  
Geothermie aufgrund der geringen Menge in Photovoltaik (PV)

\*) vorläufig  
\*\*) regenerativer Anteil

**Anteil fossile Energien 45,5%, davon Kohlen 31,4%**

# Entwicklung der Bruttostromerzeugung (BSE) aus erneuerbaren Energien in Deutschland von 1990 bis 2022 (1)

**Jahr 2022: 255,9 TWh (Mrd. kWh)**

3.075 kWh/Kopf

EE-Anteil am Gesamt BSV 46,0% bzw. am Gesamt-BSE 43,9%<sup>1,2)</sup>

Abbildung 6: Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien

	Wasserkraft <sup>1</sup>	Windenergie an Land	Windenergie auf See	Biomasse <sup>2</sup>	Photovoltaik	Geothermie	Summe Bruttostromerzeugung	Anteil EE am Bruttostromverbrauch
	(GWh) <sup>3</sup>						(GWh) <sup>3</sup>	(%)
<b>1990</b>	17.426	72	0	1.435	1	0	<b>18.934</b>	<b>3,4</b>
<b>2000</b>	21.732	9.703	0	4.731	61	0	<b>36.227</b>	<b>6,3</b>
<b>2005</b>	19.638	27.774	0	14.706	1.308	0	<b>63.426</b>	<b>10,3</b>
<b>2006</b>	20.031	31.324	0	18.934	2.265	0	<b>72.554</b>	<b>11,7</b>
<b>2007</b>	21.170	40.507	0	24.616	3.137	0	<b>89.430</b>	<b>14,3</b>
<b>2008</b>	20.443	41.385	0	28.014	4.508	18	<b>94.368</b>	<b>15,2</b>
<b>2009</b>	19.031	39.382	38	30.886	6.715	19	<b>96.071</b>	<b>16,5</b>
<b>2010</b>	20.953	38.371	176	33.924	11.963	28	<b>105.415</b>	<b>17,1</b>
<b>2011</b>	17.671	49.280	577	36.891	19.991	19	<b>124.429</b>	<b>20,4</b>
<b>2012</b>	21.755	50.948	732	43.203	26.744	25	<b>143.407</b>	<b>23,6</b>
<b>2013</b>	22.998	51.819	918	45.513	30.621	80	<b>151.949</b>	<b>25,1</b>
<b>2014</b>	19.587	57.026	1.471	48.287	34.558	98	<b>161.027</b>	<b>27,2</b>
<b>2015</b>	18.977	72.340	8.284	50.326	37.171	133	<b>187.231</b>	<b>31,3</b>
<b>2016</b>	20.546	67.650	12.274	50.928	36.670	175	<b>188.243</b>	<b>31,5</b>
<b>2017</b>	20.150	88.018	17.675	50.917	37.893	163	<b>214.816</b>	<b>35,9</b>
<b>2018</b>	17.693	90.484	19.467	50.794	43.459	178	<b>222.075</b>	<b>37,5</b>
<b>2019</b>	19.731	101.150	24.744	50.126	44.383	197	<b>240.331</b>	<b>41,8</b>
<b>2020</b>	18.322	104.796	27.306	50.861	48.641	231	<b>250.157</b>	<b>45,3</b>

\* Daten 2022 vorläufig, Stand 12/2022

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2022: 83,2 Mio.

1 bei Pumpspeicherkraftwerken nur Stromerzeugung aus natürlichem Zufluss

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

3 1 GWh = 1 Million kWh

4 Jahr 2022: Anteil erneuerbarer Energien bezogen auf den Bruttostromverbrauch (BSV) von 555,8 TWh (Mrd. kWh) bzw. BSE von 582,6 TWh nach AGEB

Quellen: BMWI – Erneuerbare Energien in Zahlen - Nationale und internationale Entwicklung 2020, S. 12, Stand 10/2021; [www.erneuerbare-Energien.de](http://www.erneuerbare-Energien.de);

AGEB – BSE in D 1990-2022, 12/2022; BMWI – Energiedaten, Tabelle 22, 9/2022; AGEB – Energieverbrauch in Deutschland 2022, 12/2022; BMWI EE in D 2021, 3/2022



# Entwicklung der Bruttostromerzeugung (BSE) aus erneuerbaren Energien in Deutschland 1990-2022 (2)

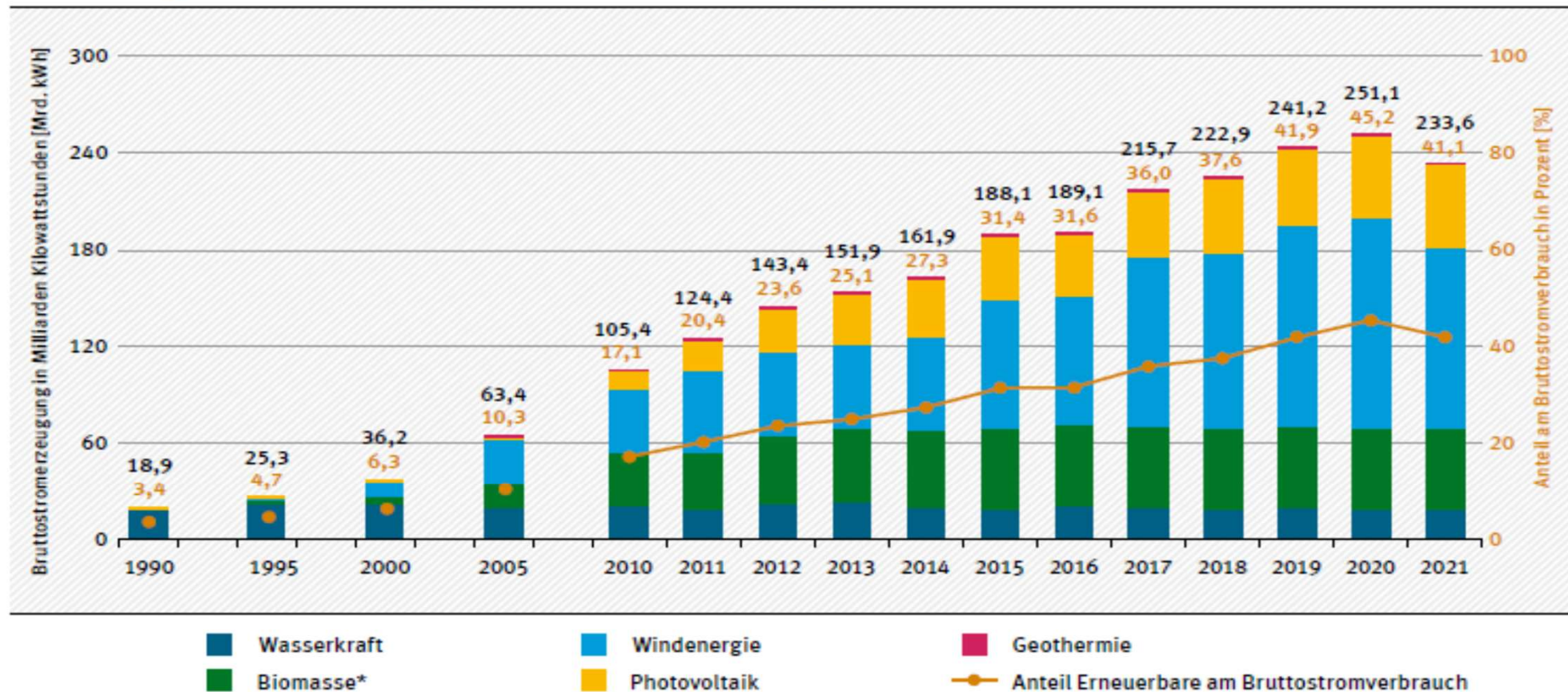
Jahr 2022: 255,9 TWh (Mrd. kWh)

3.075 kWh/Kopf

EE-Anteil am Gesamt BSV 46,0% bzw. am Gesamt-BSE 43,9%<sup>1,2)</sup>

Abbildung 1

## Entwicklung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien



\* inkl. feste und flüssige Biomasse, Biogas, Biomethan, Deponiegas, Klärgas, Klärschlamm sowie dem biogenen Anteil des Abfalls

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

Jahr 2022: Anteil erneuerbarer Energien bezogen auf den Bruttostromverbrauch (BSV) von 555,8 TWh (Mrd. kWh) bzw. BSE von 582,6 TWh nach AGEB

Quelle: UBA – Entwicklung der erneuerbare Energien in Deutschland im Jahr 2021, 3/2022; AGEB – 1990-2022, 9/2022

# Struktur der Brutto-Stromerzeugung (BSE) aus erneuerbaren Energien in Deutschland 2020/21 (3)

**Jahr 2021: Gesamt 233.620 GWh = 233,6 TWh (Mrd. kWh)**

EE-Anteil am Gesamt BSV 41,1% bzw. am Gesamt-BSE 39,7%<sup>1,2)</sup>

		EE 2020	Anteil der erneuerbaren Energien	vermiedene THG-Emissionen			EE 2021	Anteil der erneuerbaren Energien	vermiedene THG-Emissionen
		[GWh]	[%]	[1.000 t CO <sub>2</sub> -Äq.]			[GWh]	[%]	[1.000 t CO <sub>2</sub> -Äq.]
Bruttostromerzeugung	Wasserkraft	18.317	3,3	14.672	Bruttostromerzeugung	Wasserkraft	19.086	3,4	15.412
	Windenergie an Land	104.796	18,9	78.874		Windenergie an Land	89.474	15,7	67.661
	Windenergie auf See	27.306	4,9	20.954		Windenergie auf See	24.374	4,3	18.810
	Photovoltaik	49.496	8,9	34.367		Photovoltaik	49.992	8,8	34.354
	biogene Festbrennstoffe & Klärschlamm	11.306	2,0	8.422		biogene Festbrennstoffe & Klärschlamm	11.363	2,0	8.529
	biogene flüssige Brennstoffe	307	0,1	103		biogene flüssige Brennstoffe	293	0,1	100
	Biogas	28.757	5,2	14.287		Biogas	28.453	5,0	14.262
	Biomethan	2.914	0,5	1.551		Biomethan	2.890	0,5	1.543
	Klärgas	1.579	0,3	1.112		Klärgas	1.587	0,3	1.123
	Deponiegas	247	0,0	173		Deponiegas	229	0,0	162
	biogener Anteil des Abfalls	5.820	1,0	4.687		biogener Anteil des Abfalls	5.630	1,0	4.576
	Geothermie	231	0,04	153		Geothermie	249	0,04	164
	Summe	251.076	45,2	179.356		Summe	233.620	41,1	166.696

\* Daten 2021 vorläufig, Stand 02/2022

PSE = Pumpspeicher

BSV = Bruttostromverbrauch

1) Jahr 2021: BSE 588,1 TWh mit PSE; BSV 568,8 TWh mit PSE; Gesamt EE Strom + Wärme/Kälte + Kraftstoffe 472,4 TWh

2) Jahr 2021: Beitrag Biomasse 50.445 GWh, EE-Anteil 10,7%, BSE-Anteil 8,6%, BSV-Anteil 8,9%

Quellen: BMWI – Entwicklung der erneuerbare Energien in Deutschland im Jahr 2021, Zeitreihen 2/2022; AGEB - BSE 1990-2022, 02/2022



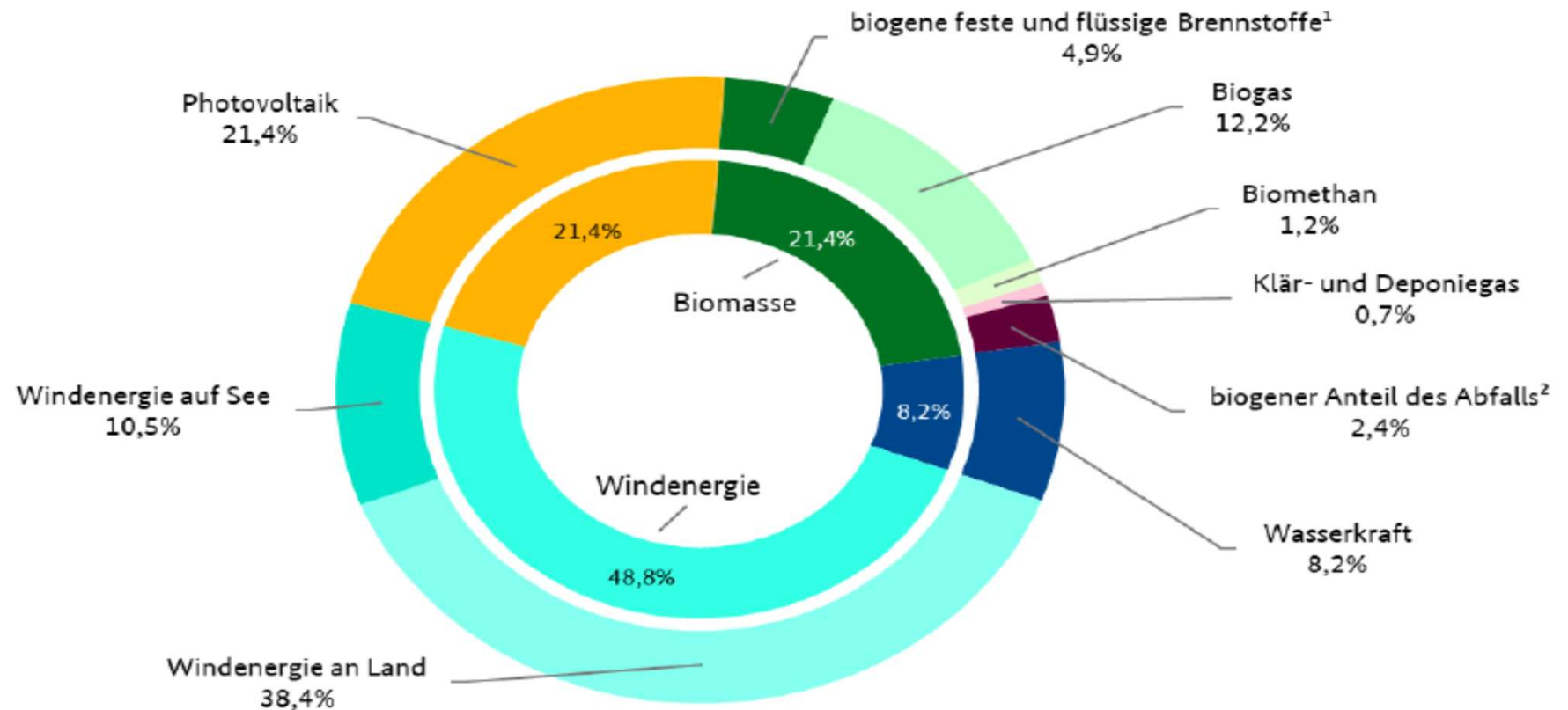
# Brutto-Stromerzeugung (BSE) aus erneuerbaren Energien in Deutschland 2021 (4)

**Gesamt 233,6 TWh (Mrd. kWh)**

EE-Anteil BSE 39,7% von gesamt 588,1 TWh bzw. EE-Anteil BSV 41,1% von 568,8 TWh

## Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2021

Gesamt: 233,6 Mrd. Kilowattstunden



<sup>1</sup> inkl. Klärschlamm; <sup>2</sup> biogener Anteil des Abfalls in Abfallverbrennungsanlagen mit 50 % angesetzt  
Hinweis: Stromerzeugung aus Geothermie aufgrund sehr geringer Mengen (0,1%) nicht dargestellt

BMWK auf Basis Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat); Stand: Februar 2022

\* Daten 2021 vorläufig, Stand 02/2022

Quelle: BMWI – Entwicklung erneuerbare Energien in Deutschland 2021, Grafik, Zeitreihen 02/2022

# Entwicklung der Strombereitstellung aus reg. Wasserkraftanlagen <sup>1)</sup> in Deutschland 1990-2021

## Jahr 2021:

Wasserkraftanlagen

N.N. Stück;

Installierte Leistung

5.383 MW = 5,4 GW

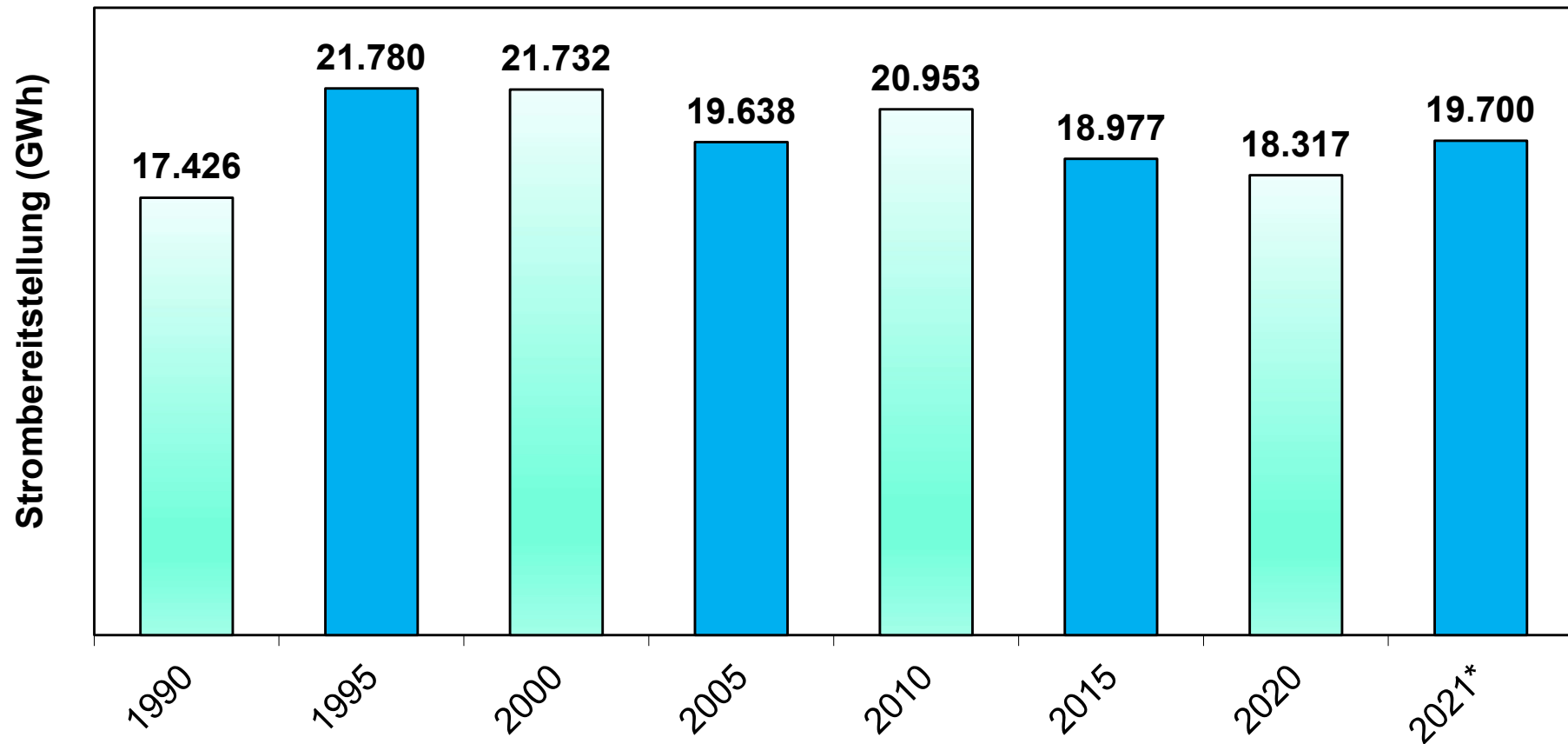
Stromerzeugung

19.700 GWh = 19,7 TWh (Mrd. kWh) <sup>1)</sup>

Jahresvolllaststunden

3.660 h/a

(Stromerzeugung 19.700 GWh / Leistung 5,383 GW Leistung)



Grafik Bouse 2022

\* Daten 2021 vorläufig, Stand 2/2022

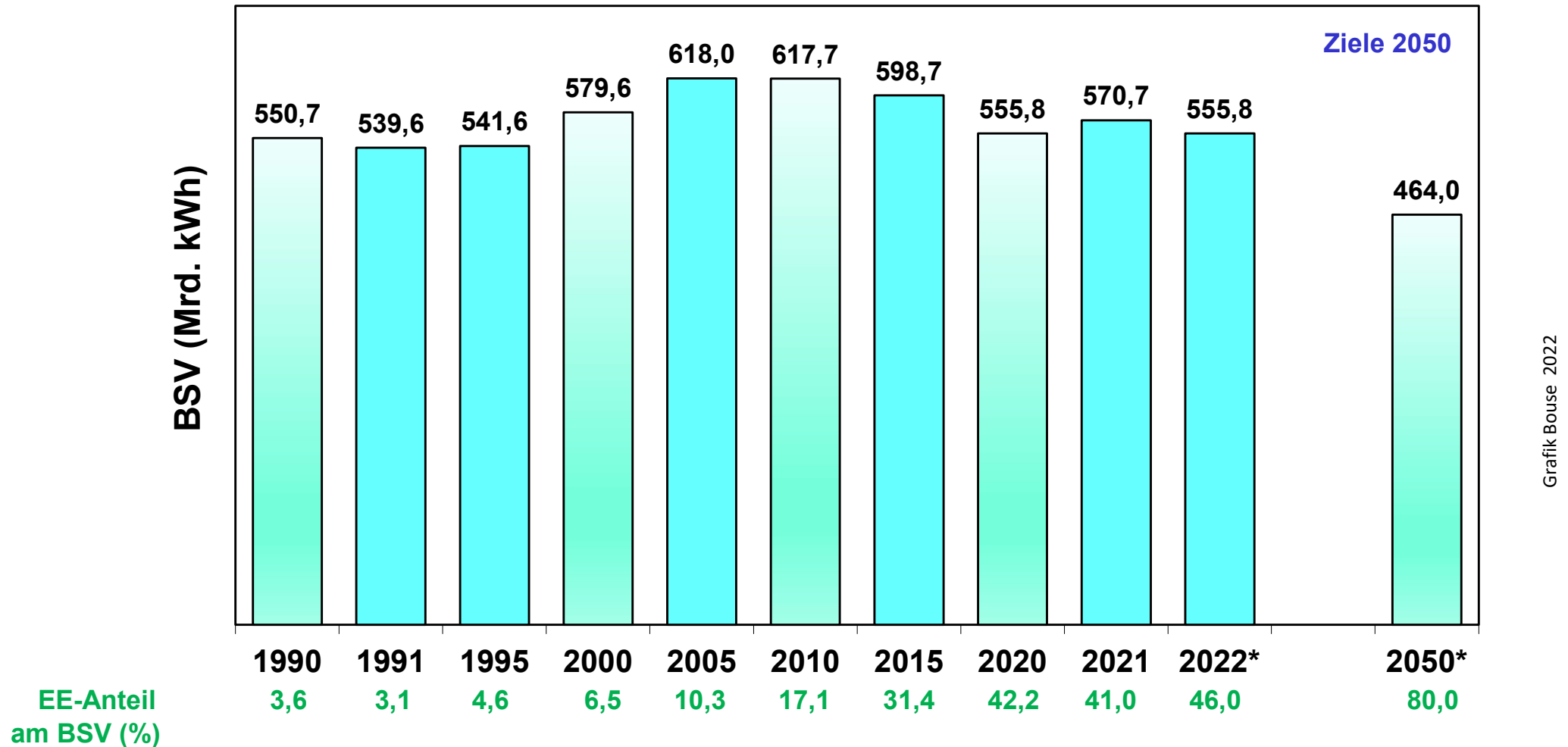
1) bei Pumpspeicherkraftwerken nur Stromerzeugung aus natürlichem Zufluss;

Quellen: BMWI- Erneuerbare Energien in Zahlen, Nationale und internationale Entwicklung 2020, 10/2021 ; [www.erneuerbare-Energien.de](http://www.erneuerbare-Energien.de)

BMWI & AGEE-Stat – Zeitreihe EE in D 1990-2021, 2/2022, AGEB – BSE in D 1990-2022, 12/2022

# Entwicklung Brutto-Stromverbrauch (BSV) <sup>1)</sup> mit Anteil erneuerbare Energien (EE) in Deutschland 1990-2022, Ziele 2050 (1)

**Jahr 2022: 555,8 TWh (Mrd. kWh), Veränderung 1990/2022 + 0,9%**  
Ø 6.880 kWh/Kopf



\* Daten 2022 vorläufig, Stand 12/2022

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2022 = 83,2 Mio.

1) BSV einschließlich Netzverluste und Eigenverbrauch

2) Ziele der Bundesregierung zur Energiewende 2020/50 gegenüber Bezugsjahr 2008: - 10% / - 25%

Nachrichtlich: BSE-EE 2021 = 233,6 TWh (EE-Anteil am BSV 41,1%)

Quellen: AGEB - Stromerzeugung 1990-2022, 12/2022; Stat. BA 9/2022; BMWI – 8. Monitoringbericht zur Energiewende 2020, Datenübersicht 3/2020; BMWI – Energiedaten 1/2022

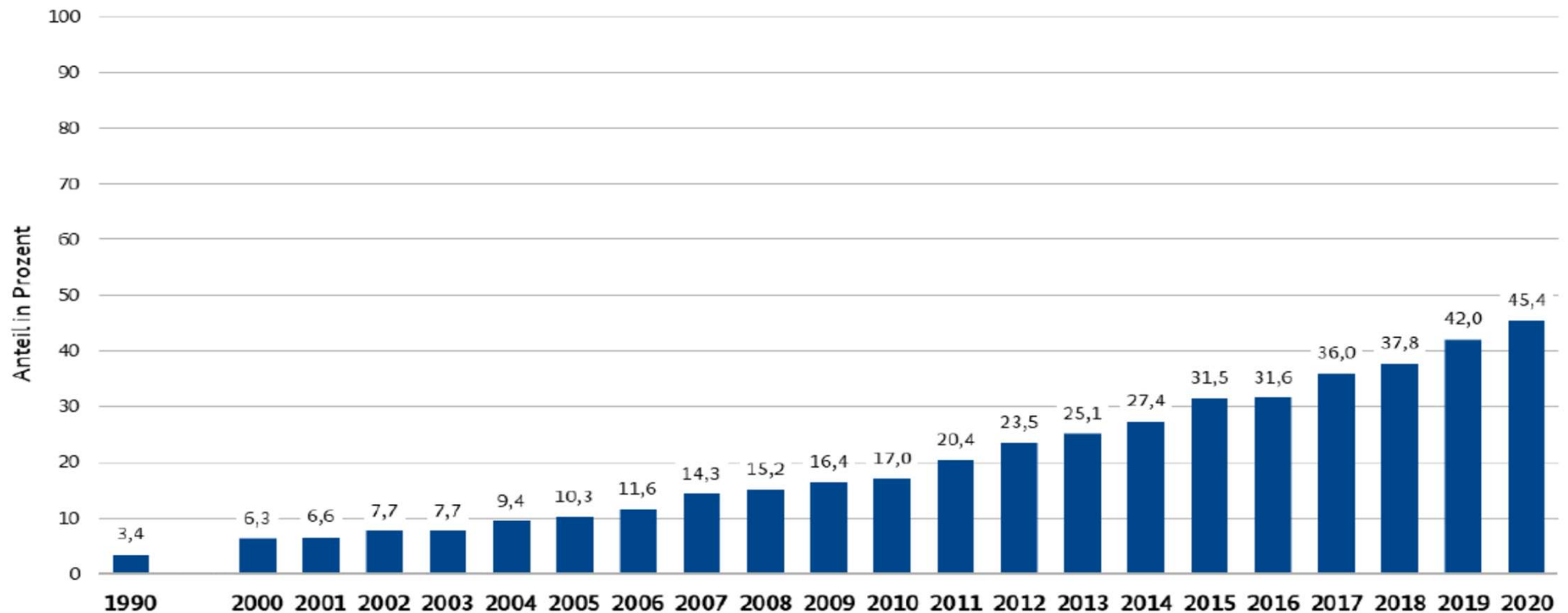
BMWI – Entwicklung erneuerbare Energien in Deutschland 1990-2022, 12/2022; AGEB – Energieverbrauch in Deutschland 2022, 12/2022

# Entwicklung Anteile **erneuerbare Energien** am **Bruttostromverbrauch (BSV)** in Deutschland 1990-2022 (2)

**Jahr 2022: Anteil am BSV 46,0%**

EE-Beitrag BSE 255,9 TWh von Gesamt-BSV 555,8 TWh (Mrd. kWh)

## Entwicklung des Anteils erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch in Deutschland



BMWi auf Basis Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat); Stand: Februar 2021

\* Daten 2022 vorläufig, Stand 11/2022, **Ziele der Bundesregierung zur Energiewende 2050 im Energiekonzept vom 28.09.2010**

1) BSV Inlandsverbrauch einschließlich Netzverluste, Eigenverbrauch und Pumpstromverbrauch

Quellen: BMWi – Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland 1990-2021, 2/2022; BMWi Energiedaten Tab. 20, 22, 9/2022, AGEB – BSE in D 1990-2022, 12/2022

# **Beitrag Wasserkraft** zur Stromversorgung, Teil 2



# Entwicklung installierte Brutto-Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Deutschland Ende 1990 bis 2021 (1)

**Jahr 2021: Gesamt 138,5 GW (Mio. kW);**  
EE-Anteil 59,7% von gesamt 232,5 GW

Abbildung 10: Installierte Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien

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

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

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

# Entwicklung installierte Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Deutschland Ende 2010-2021 (2)

**Jahr 2021: Gesamt 138.460 MW = 138,5 GW**

Beitrag Windenergie 63.865 MW, Anteil 46,1%; Beitrag Biomasse 10.432 MW, Anteil 7,5%

Tabelle 2

## Installierte Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien

	Wasser- kraft	Windenergie		Photo- voltaik	Geo- thermie	feste Biomasse <sup>1</sup>	flüssige Biomasse	gasför- mige Biomasse <sup>2</sup>	Gesamt
		an Land	auf See						
	Megawatt (MW)								
2010	5.407	26.823	80	18.006	8	2.264	410	3.548	56.546
2011	5.625	28.524	188	25.916	8	2.297	345	4.520	67.423
2012	5.607	30.711	268	34.077	19	2.272	277	4.918	78.149
2013	5.590	32.969	508	36.710	30	2.553	263	5.150	83.773
2014	5.580	37.620	994	37.900	33	2.533	232	5.439	90.331
2015	5.589	41.297	3.283	39.224	34	2.554	232	5.643	97.856
2016	5.629	45.283	4.152	40.679	38	2.578	231	5.850	104.440
2017	5.627	50.174	5.406	42.293	38	2.605	230	6.147	112.520
2018	5.585	52.328	6.393	45.158	42	2.669	230	6.761	119.166
2019	5.595	53.193	7.528	49.047	47	2.689	231	7.068	125.398
2020	5.436	54.414	7.774	53.721	47	2.621	231	7.467	131.711
2021	5.383	56.091	7.774	58.728	53	2.623	229	7.579	138.460

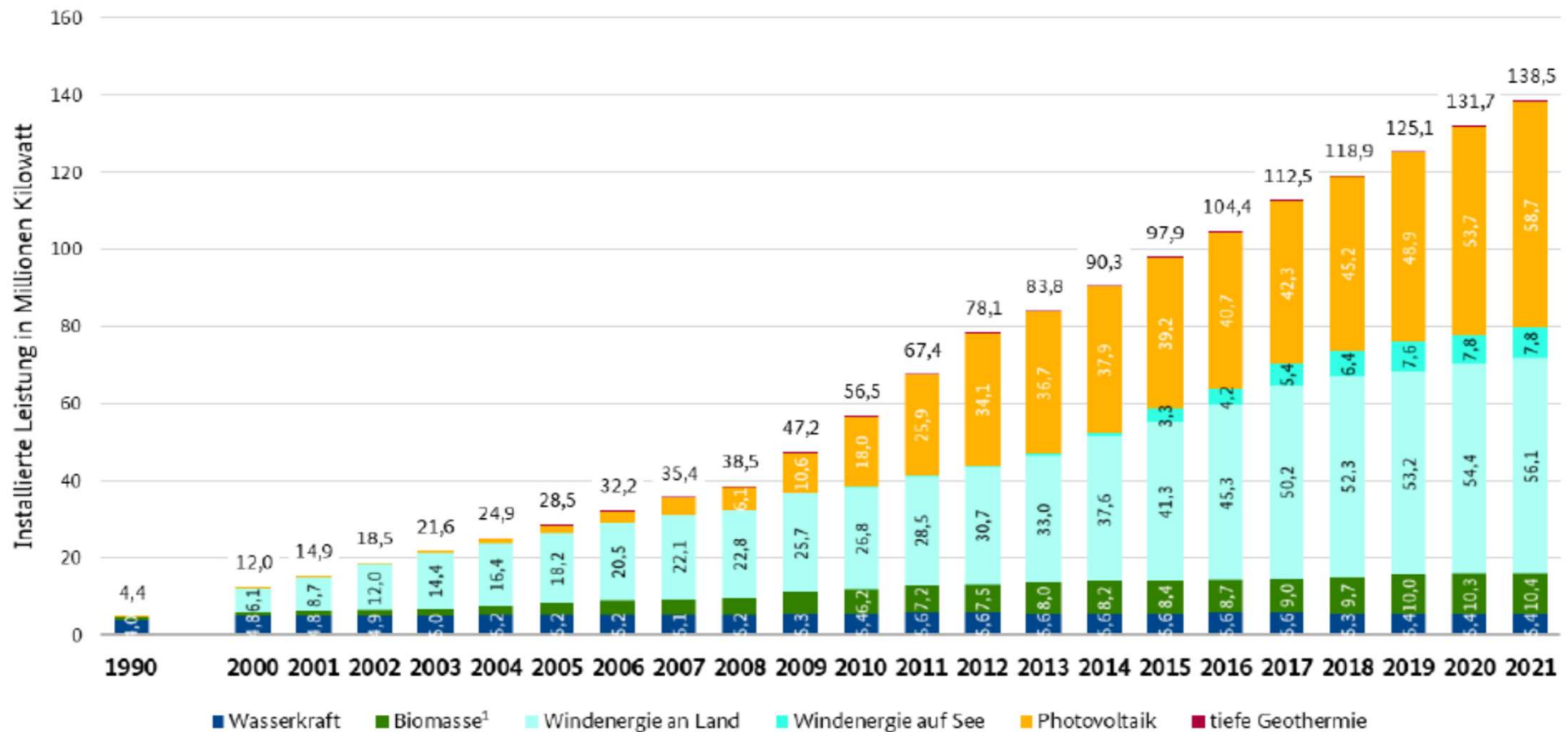
<sup>1</sup> inklusive biogener Anteil des Abfalls

<sup>2</sup> Biogas, Biomethan, Deponie- und Klärgas

# Entwicklung installierte Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Deutschland Ende 1990 bis 2021 (3)

**Jahr 2021: Gesamt 138,5 GW (Mio. kW);**  
EE-Anteil 59,7% von gesamt 232,5 GW

## Entwicklung der installierten Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Deutschland



<sup>1</sup> inkl. feste und flüssige Biomasse, Biogas, Biomethan, Klär- und Deponiegas und biogenem Anteil des Abfalls

BMWK auf Basis Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat); Stand: Februar 2022

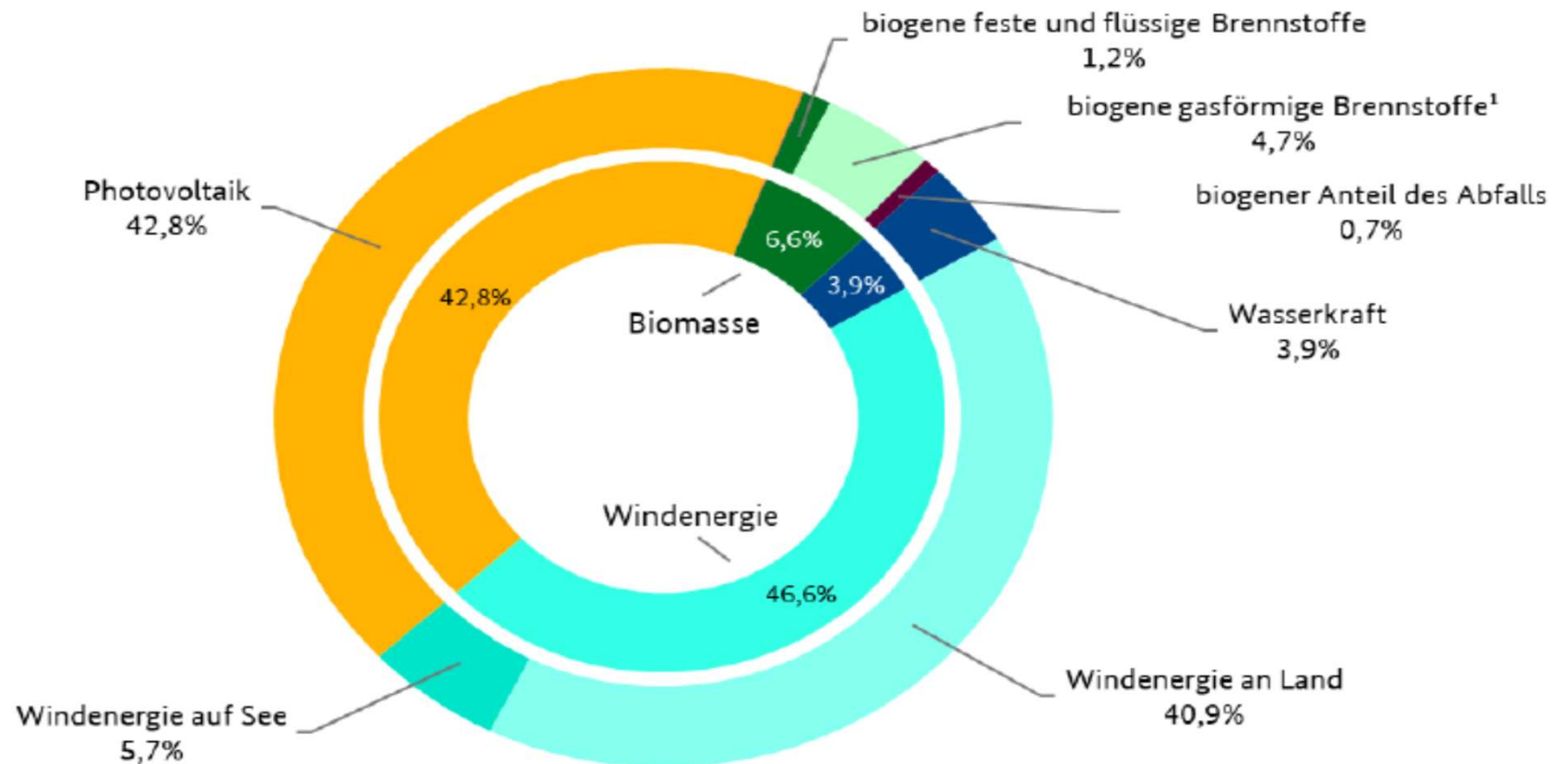


# Entwicklung installierte Brutto-Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Deutschland Ende 2021 (4)

Jahr 2021: Gesamt 138,5 GW (Mio. kW);  
EE-Anteil 59,7% von gesamt 232,5 GW

## Installierte Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2021

Gesamt: 137,1 Mio. Kilowatt



<sup>1</sup> Biogas, Biomethan, Deponie- und Klärgas

Hinweis: Wegen des geringen Anteils geothermischer Stromerzeugungsanlagen (0,04%) werden diese nicht dargestellt.

BMWK auf Basis Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat); Stand: Februar 2022

Quellen: BMWI – Entwicklung erneuerbare Energien in Deutschland 2021, Grafiken 2/2021, BMWI – Gesamtenergiedaten 2021, Tab. 22, 2/2022

# Entwicklung installierte Leistung zur Stromerzeugung aus reg. Wasserkraftanlagen <sup>1)</sup> und gesamte Wasserkraft <sup>2)</sup> in Deutschland 1990-2021

**Jahr 2021:**

Wasserkraftanlagen

N.N. Stück;

Installierte Leistung

5.383 MW = 5,4 GW

Stromerzeugung

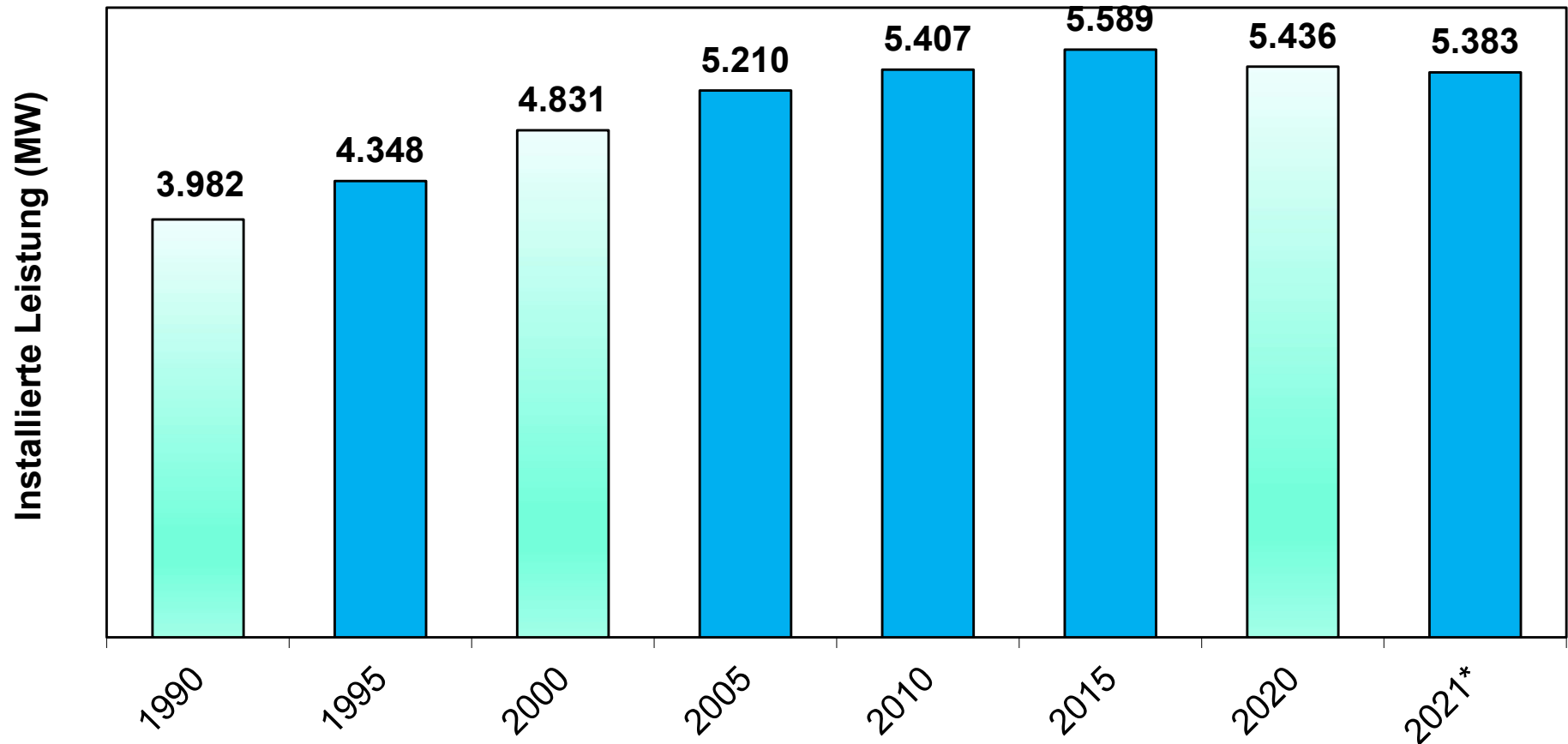
19.700 GWh = 19,7 TWh (Mrd. kWh) <sup>1)</sup>

Jahresvolllaststunden

3.660 h/a

(Stromerzeugung 19.700 GWh / Leistung 5,383 GW)

Gesamte Wasserkraft 8,7 (91)      8,9      9,0      10,2      10,4      14,9      14,2      14,2      GW



Grafik Bouse 20222

\* Daten 2021 vorläufig, Stand 12/2022

1) Laufwasser- und Speicherwasserkraftwerke sowie Pumpspeicher mit natürlichem Zufluss

2) Installierte Leistung aus gesamten Wasserkraftanlagen ab 1998 (reg. WKA + Pumpstrom)

Quellen: BMWK - Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland 1990-2021, Zeitreihen 2/2022; [www.erneuerbare-Energien.de](http://www.erneuerbare-Energien.de);

BMWK- Energiedaten - Zahlen und Fakten N + I Entwicklung, Tab. 22, Ausgabe 01/2022



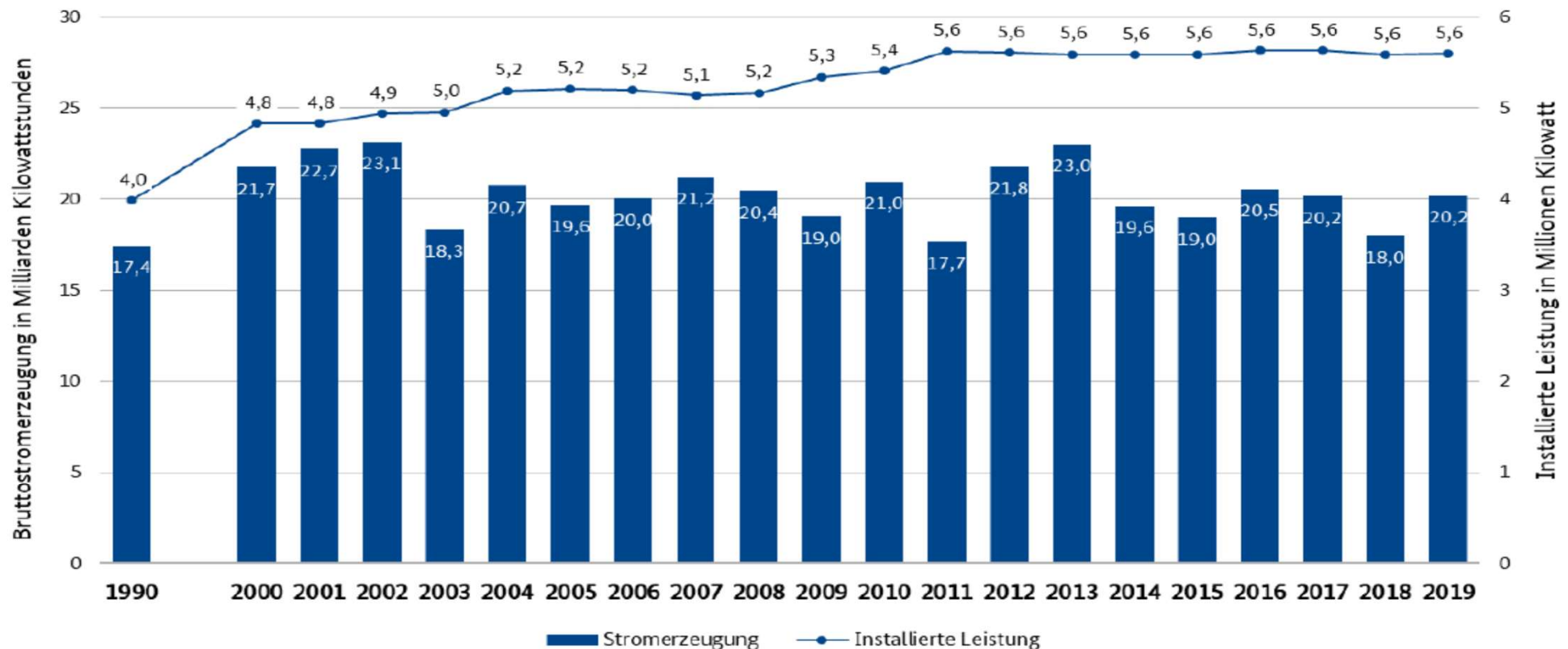
# **Energie & Wirtschaft, Energieeffizienz**

# Entwicklung der Stromerzeugung und der installierten Leistung von reg. Wasserkraftanlagen in Deutschland 1990-2021

Jahr 2021: BSE 19,700 TWh (Mrd. kWh); installierte Leistung 5,383 GW

Jahresvolllaststunden 3.660 h/a <sup>1)</sup>

## Entwicklung der Bruttostromerzeugung und der installierten Leistung von Wasserkraftanlagen in Deutschland



Hinweis: Dargestellt sind die Summen von Laufwasser- und Speicherkraftwerken sowie Pumpspeichern mit natürlichem Zufluss

BMWi auf Basis Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat); Stand: Februar 2020

1) Jahresvolllaststunden = Stromerzeugung 17.900 GWh / Leistung 5,383 GW = 3.660 h/a

# Entwicklung der Jahresvolllaststunden von reg. Wasserkraftanlagen in Deutschland 1990-2021

## Jahr 2021:

Wasserkraftanlagen

N.N. Stück;

Installierte Leistung

5.383 MW = 5,4 GW

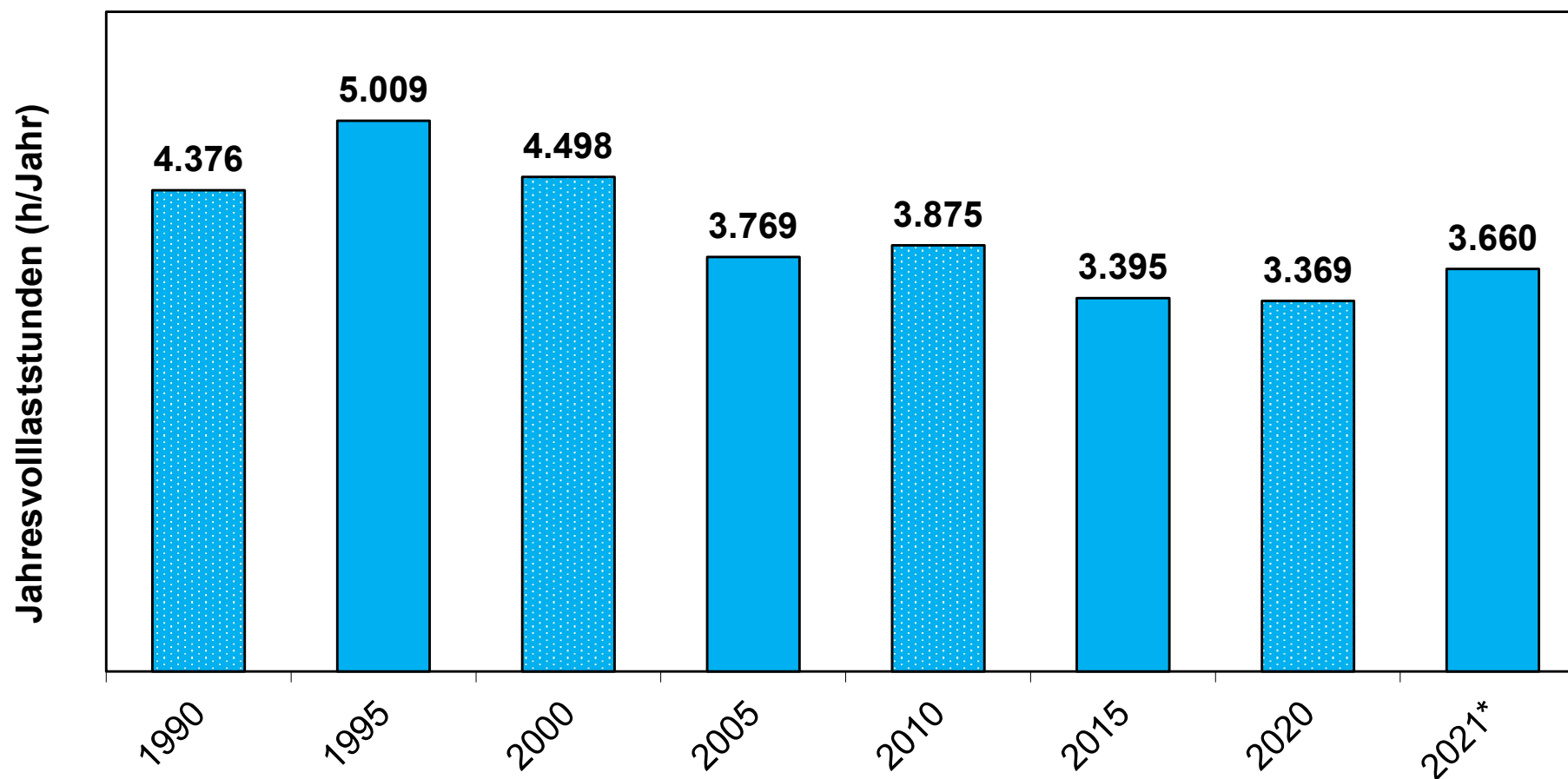
Stromerzeugung

19.700 GWh = 19,7 TWh (Mrd. kWh) <sup>1)</sup>

Jahresvolllaststunden

3.660 h/a

(Stromerzeugung 19.700 GWh / Leistung 5,383 GW Leistung)



Grafik Bouse 2022

1) Laufwasser- und Speicherwasserkraftwerke sowie Pumpspeicher mit natürlichem Zufluss

Pumpspeicherkraftwerke ohne natürlichem Zufluss sind nicht berücksichtigt.

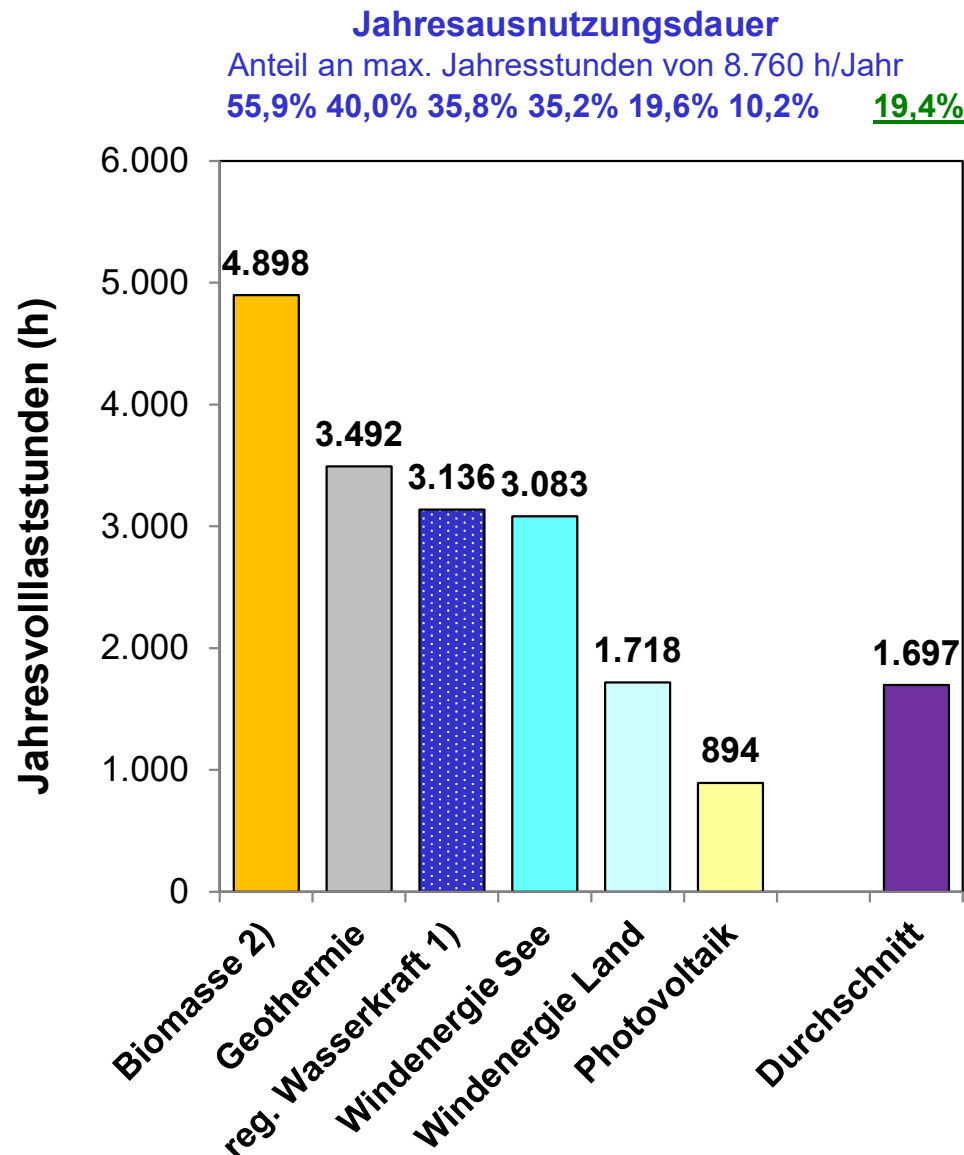
# Jahresvolllaststunden beim Einsatz von Energieträgern mit erneuerbare Energien zur Stromerzeugung in Deutschland 2017/2020 (1)

Nr.	Energieträger	Jahr 2020			Jahr 2017			Hinweise Jahr 2020
		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	<b>Gesamte Windenergie Jahr 2020 <sup>1)</sup></b> 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	1.624	6.914	10.658	1.601	6.661	<b>Gesamte Biomasse Jahr 2020 <sup>1)</sup></b> JVLS = 4.917 h/a (50.861 GWh / 10,344 GW) <b>Hinweis:</b> Einzelleistungen ergeben nach Zeitreihen 2/2021 10,385 GW
6	biogene flüssige Brennstoffe	308	232	1.328	437	229	1.900	
7	Biogas	28.757	6.314	4.554	29.325	5.209	5.624	
8	Biomethan	2.914	568	4.285	2.757	526	5.212	
9	Klär gas	1.578	396	3.985	1.460	255	5.725	
10	Deponiegas	247	167	1.479	338	171	1.977	
11	biogener Anteil Abfall (50%)	5.829	1.084	5.377	5.956	1.004	5.912	
12	Geothermie	231	47	4.915	163	38	4.179	
<b>1-12</b>	<b>Erneuerbare Energien</b>	<b>250.157</b>	<b>131.738</b>	<b>1.899</b>	<b>216.338</b>	<b>112.696</b>	<b>1.920</b>	
13	Steinkohle + Mischfeuerung	41.600	23.700	1.755	93.600	29.900	3.130	
14	Braunkohle	92.900	20.300	4.576	148.400	23.000	6.588	
15	Mineralöl	4.600	4.400	1.045	5.600	3.100	1.806	
16	Erdgas	97.600	30.500	3.461	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)	6.800	6.900	986	6.050	4.695	1.289	
19	nicht biogener Abfall (50%)	5.829	1.084	5.377	5.956	1.004	5.912	
20	Sonstige Energieträger	13.314	4.878	2.719	14.756	6.405	2.304	
<b>13-20</b>	<b>Konventionelle Energieträger</b>			<b>4.234</b>	<b>437.362</b>	<b>106.604</b>	<b>4.103</b>	
<b>1-20</b>	<b>Gesamte Energieträger</b>	<b>577.200</b>	<b>229.200</b>	<b>3.052</b>	<b>653.700</b>	<b>219.300</b>	<b>2.981</b>	

1) Vollbenutzungsstunden (h/Jahr) = Bruttostromerzeugung (GWh / installierte Leistung (GW) = max. 8.760 h/Jahr

Quellen: BMWi - Entwicklung Erneuerbare in Deutschland 2020, Zeitreihen, Stand 2/2021; BMWi – Energiedaten, Tab. 20/22, 9/2021; BMWi – EE in Zahlen, N+I Entwicklung 2020, 10/2021

# Jahresvolllaststunden beim Einsatz **erneuerbarer Energien (EE)** zur Stromerzeugung in Deutschland 2022



Energieträger	Strom- erzeugung	Installierte Leistung <sup>3)</sup>	Jahres- Volllaststunden <sup>4)</sup>
	GWh	MW	h/a
Biomasse <sup>2)</sup>	51.234 <sup>2)</sup>	10.460 <sup>3)</sup>	4.898
Geothermie	206	59	3.492
reg. Wasserkraft <sup>1)</sup>	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
<b>Durchschnitt</b>	<b>254.185 <sup>2)</sup></b>	<b>149.782</b>	<b>1.697</b>

**Vollbenutzungsstunden (h/Jahr) =**

Bruttostromerzeugung (GWh x 10<sup>3</sup> / installierte Leistung (MW)  
= max. 8.760 h/Jahr

\* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

1) Lauf- und Speicherkraftwerke sowie bei Pumpspeicherkraftwerke mit natürlichem Zufluss, Pumpspeicherkraftwerke ohne natürlichen Zufluss wurden nicht berücksichtigt

2) Biomasse mit Deponie -und Klärgas und Anteil biogener Abfall 50%

3) Installierte Leistung Biomasse Ende 2020, einschließlich Müllkraftwerke (50%)

4) Ermittlung Jahresvolllaststunden ohne Berücksichtigung der Durchschnittsleistung

5) Jahresvolllaststunden Windenergie gesamt 1.886 h/a

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

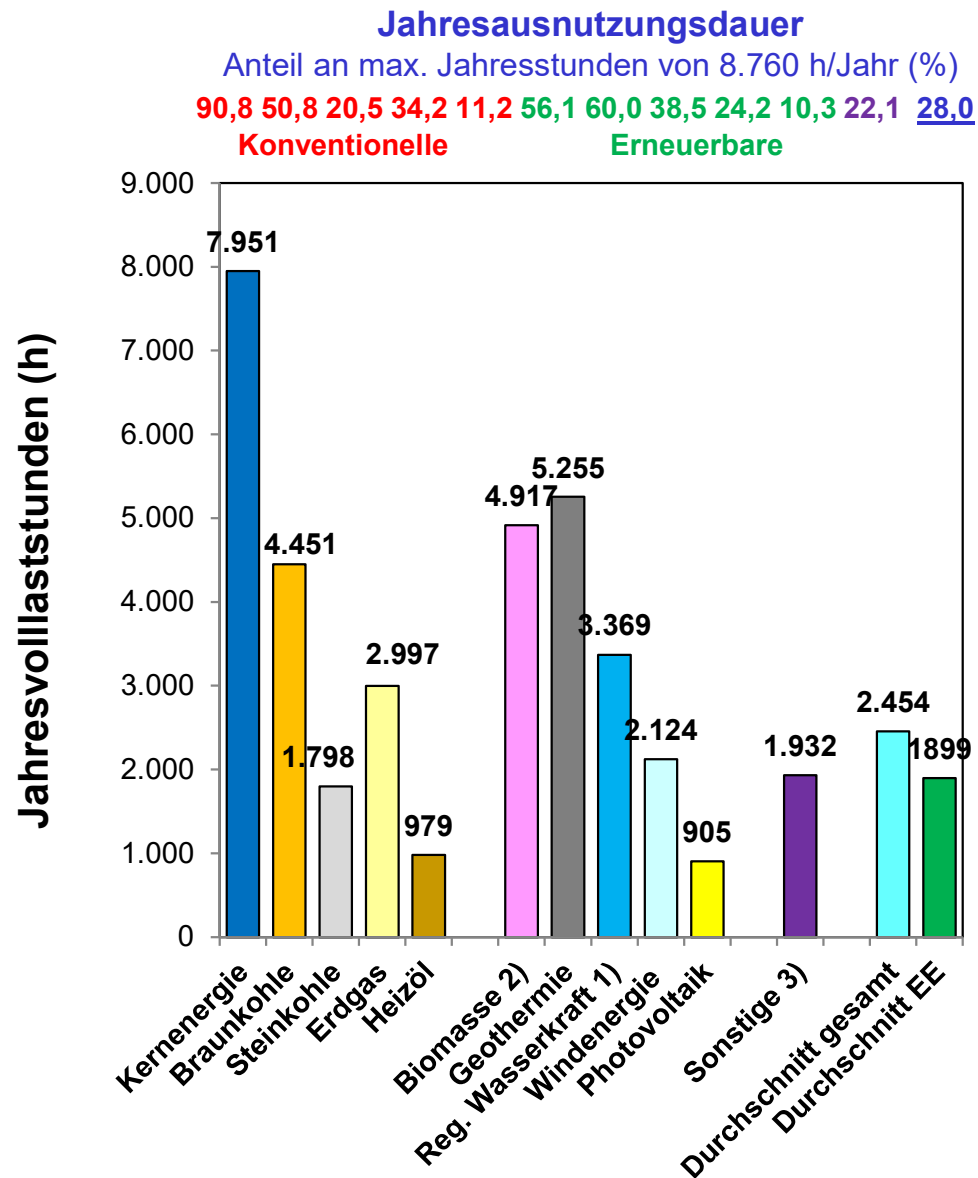
Quelle: BMWK- Erneuerbare Energien in Zahlen, Nationale und internationale Entwicklung 2022, S. 18/21, 10/2023

## Niedrige Energieeffizienz beim Einsatz Wasserkraft

Jahresvolllaststunden 3.136 h/a = 35,8% Anteil an der max. Jahresausnutzungsdauer



# 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
<b>Durchschnitt ges.</b>	<b>573.600</b>	<b>233,700</b>	<b>2.454</b>
<b>Durchschnitt EE</b>	<b>250.157</b>	<b>131,738</b>	<b>1.899</b>

**Vollbenutzungsstunden (h/Jahr)** =  $\frac{\text{Bruttostromerzeugung (GWh} \times 10^3 \text{)}}{\text{installierte Leistung (MW)}} = \frac{\text{max. 8.760 h/Jahr}}{\text{max. 8.760 h/Jahr}}$

\* 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 (Pumpstromepeicher) 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

## Wirtschaftliche Effekte **erneuerbarer Energien** in Deutschland im Jahr 2021 (1)

Die erneuerbaren Energien spielen auch weiterhin eine wichtige Rolle als Wirtschaftsfaktor in Deutschland. Nach der im Vorjahr zu beobachtenden Trendwende bei den Investitionen in die Errichtung von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien verstärkte sich deren Anstieg von rund 11,1 Mrd. Euro (2020) auf knapp 13,4 Mrd. Euro (2021). Dies entspricht einer deutlichen Zunahme um 20 Prozent und ist vor allem auf gestiegene Installationszahlen im Wärmebereich sowie eine Belebung des Ausbaus der Windenergie an Land zurückzuführen.

Die stärksten absoluten Zuwächse im Vorjahresvergleich weisen Windenergieanlagen an Land und Wärmepumpen auf, gefolgt von Biomasseanlagen zur Nutzung von Wärme sowie Photovoltaikanlagen. Während es bei Solarthermie keine Veränderungen zum Vorjahr gab, gingen die Investitionen in Biomasseanlagen zur Stromerzeugung sowie in Wasserkraftanlagen zurück. Eine Sonderrolle nahmen Windenergieanlagen auf See ein, da hier keine neuen Anlagen

fertiggestellt wurden, sondern lediglich vorbereitende Arbeiten für Windparks zu verzeichnen waren, die in den kommenden Jahren errichtet werden.

Insgesamt entfielen 34 Prozent der Investitionen auf Photovoltaik (nach 38 Prozent 2020), 22 Prozent auf Windenergie (nach 19 Prozent 2020), 20 Prozent auf Geothermie und Umweltwärme (nach 17 Prozent 2020) und 18 Prozent auf Biomasseanlagen zur Nutzung von Wärme (nach ebenfalls 18 Prozent 2020).

Die wirtschaftlichen Impulse aus dem Betrieb der Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien (inklusive Biokraftstoffe) setzten ihren Aufwärtstrend fort. Sie wuchsen im Vergleich zum Jahr 2020 von 18,3 auf 20,2 Mrd. Euro, insbesondere durch einen stark gestiegenen Umsatz aus dem Verkauf von Biokraftstoffen. Damit überstiegen sie wie schon in den Jahren seit 2015 die Investitionen in neue Anlagen.



# Wirtschaftliche Effekte erneuerbarer Energien in Deutschland im Jahr 2021 (2)

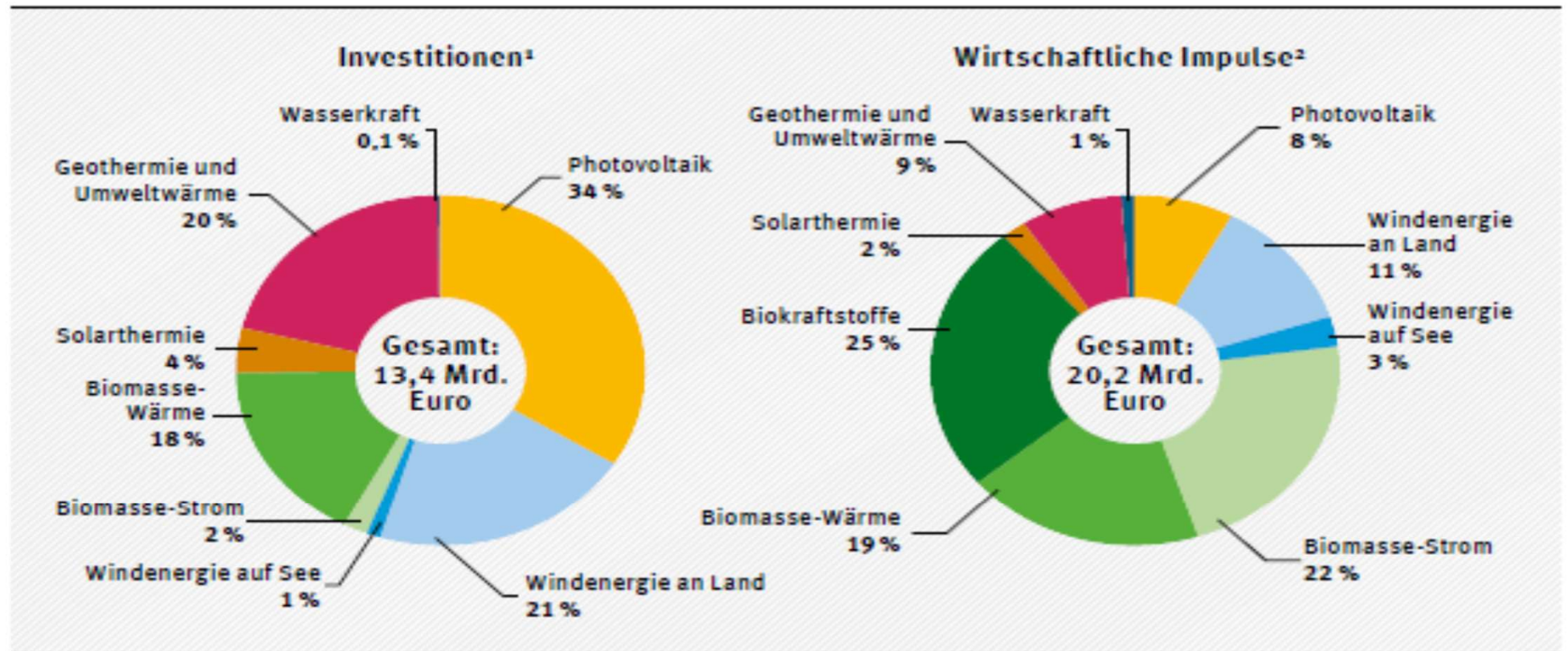
## Wirtschaftliche Effekte



Investitionen: Gesamt 13,4 Mrd. €; Wirtschaftliche Impulse (Umsätze): Gesamt 20,2 Mrd. €

Abbildung 11

### Wirtschaftliche Effekte erneuerbarer Energien im Jahr 2021



- ¹ Investitionen: hauptsächlich Investitionen in den Neubau, zu einem geringen Teil auch um die Erweiterung oder Erhaltung von Anlagen wie z. B. die Reaktivierung alter Wasserkraftwerke. Neben den Investitionen der Energieversorgungsunternehmen sind auch die Investitionen aus Industrie, Gewerbe, Handel und privaten Haushalten enthalten.
- ² Wirtschaftliche Impulse aus dem Anlagenbetrieb umfassen im wesentlichen Aufwendungen für Betrieb und Wartung der Anlagen (einschl. Brennstoffe) sowie Umsätze aus dem Absatz von Biokraftstoffen.

Quelle: Berechnung des Zentrums für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW)

# Entwicklung Investitionen in die Errichtung von Erneuerbare Energien-Anlagen nach Technologien für Strom und Wärme in Deutschland 2000-2021 (1)

**Jahr 2021: Gesamt 13.350 Mio € = 13,4 Mrd. €**

Beiträge Strom 7,8 Mrd. € (Anteil 58,4%), Wärme 5,6 Mrd. € (Anteil 41,6%)

Abbildung 33: Investitionen in die Errichtung von Erneuerbare-Energien-Anlagen

	Wasserkraft	Windenergie an Land	Windenergie auf See	Photovoltaik	Solarthermie	Geothermie, Umwelt- wärme	Biomasse Strom	Biomasse Wärme	Gesamt
	(Milliarden Euro)								
<b>2000</b>	0,5	1,9	0	0,3	0,4	0,1	0,5	0,9	<b>4,7</b>
<b>2005</b>	0,2	2,5	0	4,8	0,6	0,4	1,9	1,5	<b>12,0</b>
<b>2006</b>	0,2	3,2	0	4,0	1,0	0,9	2,3	2,3	<b>14,0</b>
<b>2007</b>	0,3	2,5	0,03	5,3	0,8	0,9	2,3	1,5	<b>13,6</b>
<b>2008</b>	0,4	2,5	0,2	8,0	1,7	1,2	2,0	1,8	<b>17,7</b>
<b>2009</b>	0,5	2,8	0,5	13,6	1,5	1,1	2,0	1,6	<b>23,6</b>
<b>2010</b>	0,4	2,1	0,5	19,6	1,0	1,0	2,2	1,2	<b>27,9</b>
<b>2011</b>	0,3	2,9	0,6	15,9	1,1	1,0	3,1	1,3	<b>26,1</b>
<b>2012</b>	0,2	3,6	2,4	12,0	1,0	1,1	0,8	1,5	<b>22,5</b>
<b>2013</b>	0,1	4,5	4,3	3,4	0,9	1,1	0,7	1,5	<b>16,5</b>
<b>2014</b>	0,09	7,1	3,9	1,5	0,8	1,1	0,7	1,4	<b>16,4</b>
<b>2015</b>	0,08	5,4	3,7	1,5	0,8	1,0	0,2	1,3	<b>13,9</b>
<b>2016</b>	0,06	6,9	3,4	1,6	0,7	1,2	0,3	1,2	<b>15,3</b>
<b>2017</b>	0,05	7,3	3,4	1,7	0,5	1,3	0,3	1,2	<b>15,8</b>
<b>2018</b>	0,06	3,3	4,1	2,6	0,5	1,5	0,4	1,2	<b>13,7</b>
<b>2019</b>	0,05	1,5	2,1	3,4	0,4	1,4	0,4	1,2	<b>10,5</b>
<b>2020</b>	0,03	2,0	0,1	4,2	0,5	1,9	0,3	2,0	<b>11,0</b>

Quelle: Eigene Berechnungen des ZSW; Werte gerundet



# Entwicklung Investitionen in die Errichtung von Erneuerbare Energien-Anlagen in Deutschland 2010-2021 (2)

**Jahr 2021: Gesamt 13.350 Mio € = 13,4 Mrd. €**

Beiträge Strom 7,8 Mrd. € (Anteil 58,4%), Wärme 5,6 Mrd. € (Anteil 41,6%)

Tabelle 5

## Investitionen in die Errichtung von Erneuerbare-Energien-Anlagen in Deutschland

	Wasser- kraft	Windenergie		Photo- voltaik	Solar- thermie	Geothermie & Umwelt- wärme	Biomasse		Gesamt
		an Land	auf See				Strom	Wärme	
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	70	3.390	4.100	2.580	490	1.520	390	1.240	13.780
2019	60	1.560	2.130	3.420	440	1.410	350	1.260	10.630
2020	40	2.080	70	4.220	530	1.920	320	1.950	11.130
2021	10	2.840	160	4.570	530	2.620	210	2.410	13.350

Quelle: Eigene Berechnung des Zentrums für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung (ZSW), Stand: Februar 2022

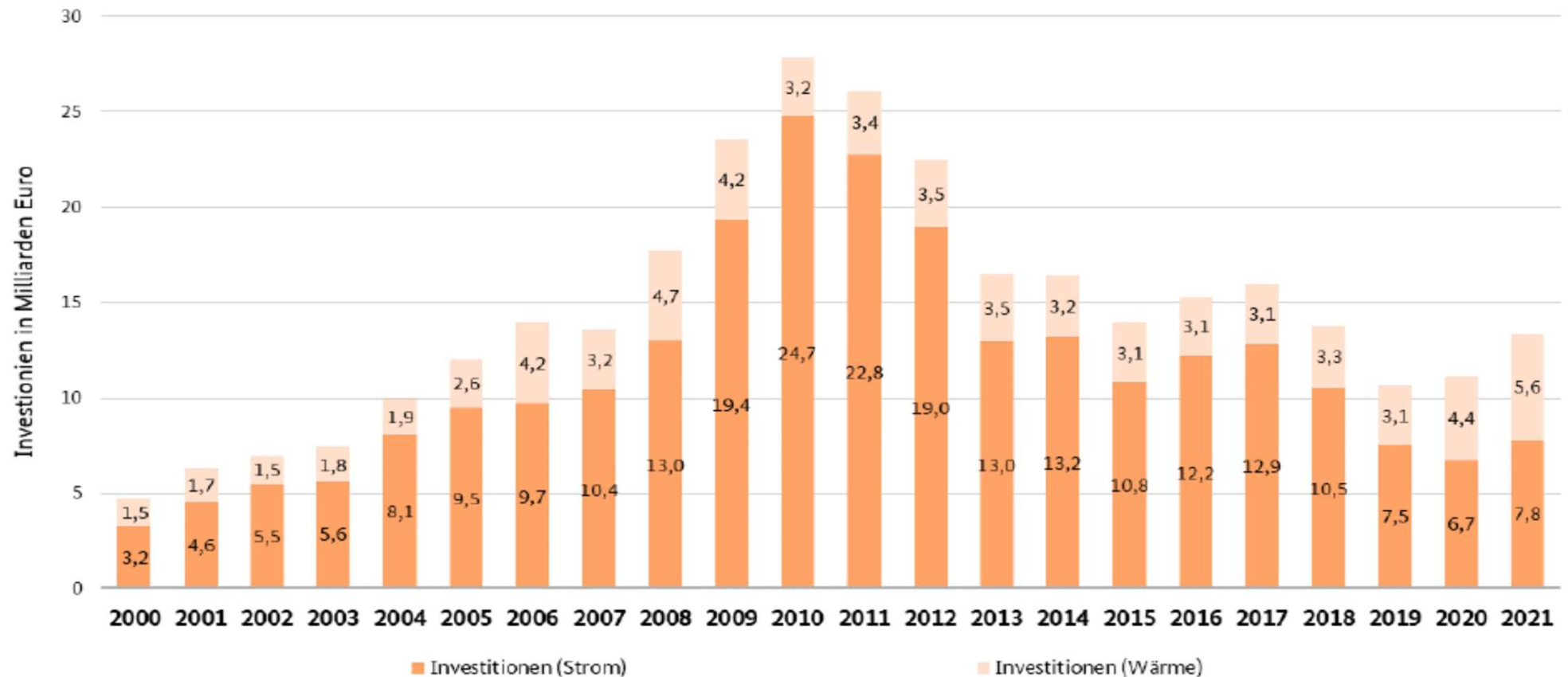


# Entwicklung Investitionen in die Errichtung von **Erneuerbare-Energien-Anlagen** für **Strom und Wärme** in Deutschland 2000-2021 (3)

**Jahr 2021: Gesamt 13.350 Mio € = 13,4 Mrd. €**

Beiträge Strom 7,8 Mrd. € (Anteil 58,4%), Wärme 5,6 Mrd. € (Anteil 41,6%)

## Investitionen in die Errichtung von Erneuerbaren-Energien-Anlagen in Deutschland (Aufteilung in Strom und Wärme)



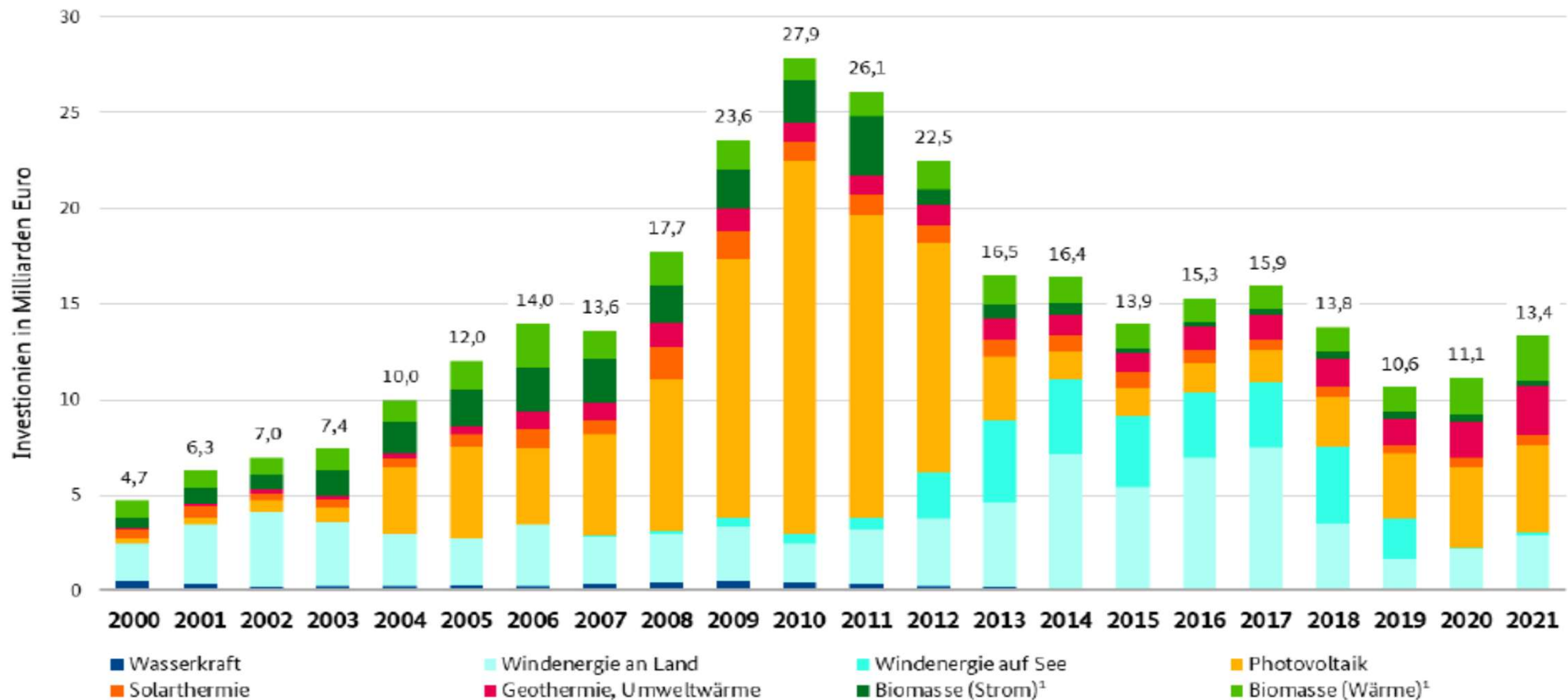
BMWK auf Basis Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW); Stand: Februar 2022

# Entwicklung Investitionen in die Errichtung von **Erneuerbare-Energien-Anlagen** nach Technologien für Strom und Wärme in Deutschland 2000-2021 (4)

**Jahr 2021: Gesamt 13.350 Mio € = 13,4 Mrd. €**

Beiträge Strom 7,8 Mrd. € (Anteil 58,4%), Wärme 5,6 Mrd. € (Anteil 41,6%)

## Investitionen in die Errichtung von Erneuerbaren-Energien-Anlagen in Deutschland



<sup>1</sup> Feste, flüssige und gasförmige biogene Brennstoffe

BMWK auf Basis Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW); Stand: Februar 2022

Quelle: BMWI - Erneuerbare Energien in Deutschland im Jahr 2021, Grafiken/Zeitreihen 02/2022 aus [www.erneuerbare-energien.de](http://www.erneuerbare-energien.de);

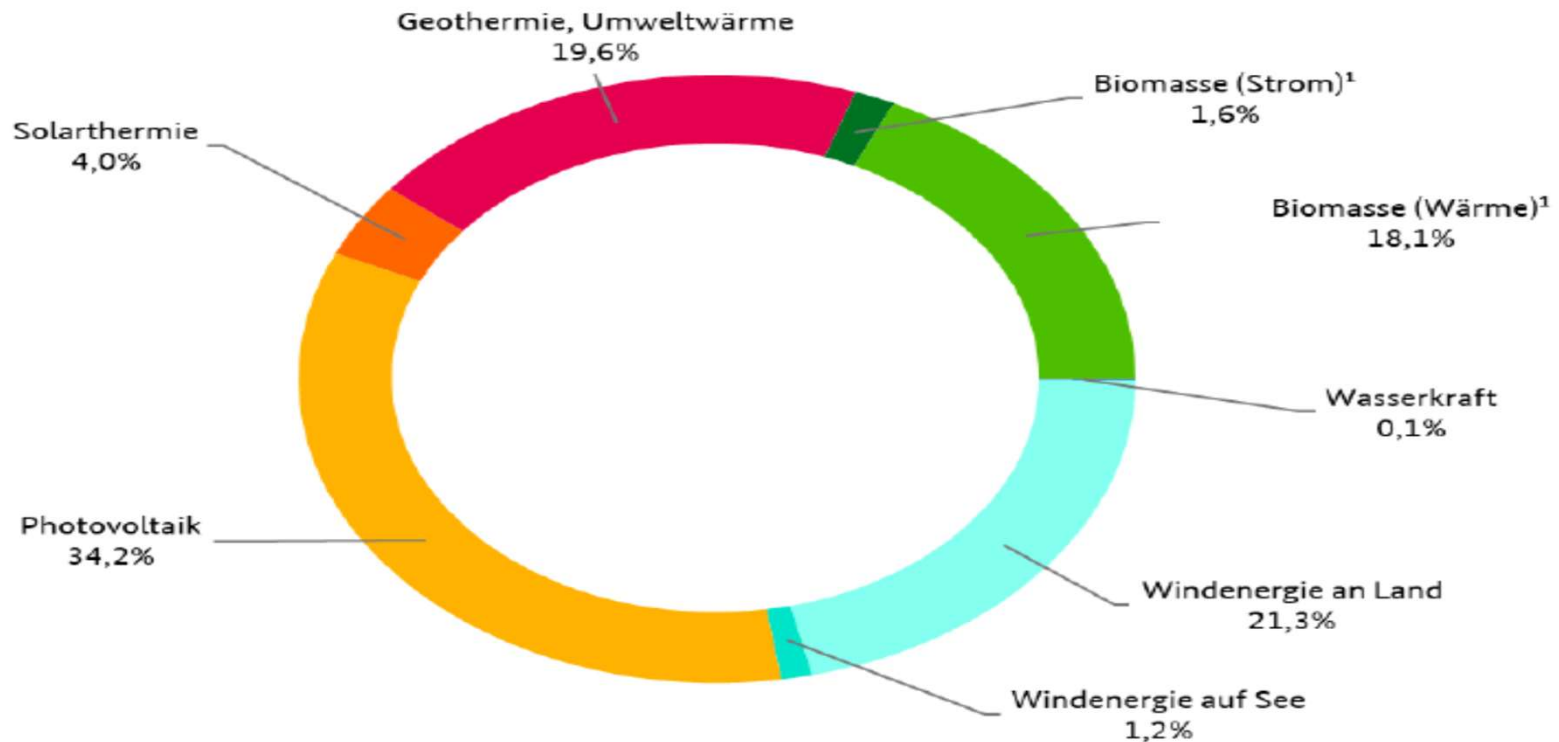
# Investitionen in die Errichtung von **Erneuerbare-Energien-Anlagen** nach **Technologien für Strom und Wärme** in Deutschland 2021 (5)

**Jahr 2021: Gesamt 13.350 Mio € = 13,4 Mrd. €**

Beiträge Strom 7,8 Mrd. € (Anteil 58,4%), Wärme 5,6 Mrd. € (Anteil 41,6%)

## Investitionen in die Errichtung von Erneuerbaren-Energien-Anlagen in Deutschland im Jahr 2021

Gesamtes Investitionsvolumen: 13,4 Mrd. Euro



<sup>1</sup> Feste, flüssige und gasförmige biogene Brennstoffe

BMWK auf Basis Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW); Stand: Februar 2022

\* Daten 2020 vorläufig, Stand 10/2021

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.

Quelle: BMWI - Erneuerbare Energien in Deutschland im Jahr 2021, Grafiken/Zeitreihen 2/2022 aus [www.erneuerbare-energien.de](http://www.erneuerbare-energien.de);

# Entwicklung wirtschaftliche Impulse (Umsätze) aus den Betrieb von Erneuerbare-Energien-Anlagen nach Technologien für Strom, Wärme und Verkehr in Deutschland 2000-2021 (1)

**Jahr 2021: Gesamt 20.210 Mio. € = 20,2 Mrd. €**

Beiträge Strom 9,2 Mrd. € (45,7%), Wärme 6,0 Mrd. € (29,7%), Verkehr 5,0 Mrd. € (24,6%)

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

	Wasser- kraft	Wind- energie an Land	Wind- energie auf See	Photo- voltaik	Solar- thermie	Geother- mie, Umwelt- wärme	Biomasse Strom	Biomasse Wärme	Biomasse Kraftstoffe	Gesamt
	(Milliarden Euro)									
<b>2000</b>	0,1	0,2	0	0,01	0,00	0,2	0,2	1,1	0,2	<b>1,9</b>
<b>2005</b>	0,1	0,6	0	0,1	0,05	0,2	0,7	1,5	1,8	<b>5,1</b>
<b>2006</b>	0,1	0,6	0	0,2	0,07	0,3	1,1	1,7	3,2	<b>7,3</b>
<b>2007</b>	0,1	0,7	0	0,3	0,1	0,4	1,6	2,0	3,8	<b>8,9</b>
<b>2008</b>	0,2	0,8	0	0,4	0,1	0,4	1,9	2,2	3,5	<b>9,5</b>
<b>2009</b>	0,2	0,9	0,01	0,5	0,1	0,5	2,3	2,5	2,4	<b>9,4</b>
<b>2010</b>	0,2	1,0	0,02	0,8	0,2	0,6	2,8	2,9	2,9	<b>11,3</b>
<b>2011</b>	0,2	1,1	0,03	1,0	0,2	0,7	3,2	2,9	3,7	<b>13,0</b>
<b>2012</b>	0,2	1,2	0,06	1,3	0,2	0,8	3,9	3,1	3,7	<b>14,4</b>
<b>2013</b>	0,2	1,4	0,1	1,4	0,2	0,9	4,0	3,3	3,1	<b>14,6</b>
<b>2014</b>	0,2	1,6	0,2	1,4	0,2	1,0	4,3	3,0	2,6	<b>14,6</b>
<b>2015</b>	0,2	1,7	0,3	1,4	0,3	1,1	4,4	3,2	2,4	<b>15,0</b>
<b>2016</b>	0,2	1,9	0,4	1,4	0,3	1,2	4,4	3,4	2,6	<b>15,7</b>
<b>2017</b>	0,2	2,1	0,4	1,5	0,3	1,3	4,5	3,4	2,7	<b>16,3</b>
<b>2018</b>	0,2	2,2	0,5	1,5	0,3	1,4	4,5	3,4	2,7	<b>16,7</b>
<b>2019</b>	0,2	2,3	0,6	1,5	0,3	1,5	4,6	3,5	2,8	<b>17,3</b>
<b>2020</b>	0,2	2,3	0,6	1,6	0,3	1,6	4,6	3,5	3,5	<b>18,3</b>

Quelle: Eigene Berechnungen des ZSW; Werte gerundet

Quellen: BMWI – Erneuerbare Energien in Zahlen, Nationale und internationale Entwicklung 2020, S. 38, 10/2021;

UBA – Erneuerbare Energien in Deutschland – Daten zur Entwicklung im Jahr 2021, S. 23, 03/2022



# Entwicklung wirtschaftliche Impulse (Umsätze) aus den Betrieb von Erneuerbare-Energien-Anlagen nach Technologien für Strom, Wärme und Verkehr in Deutschland 2010-2021 (2)

**Jahr 2021: Gesamt 20.210 Mio. € = 20,2 Mrd. €**

Beiträge Strom 9,2 Mrd. € (45,7%), Wärme 6,0 Mrd. € (29,7%), Verkehr 5,0 Mrd. € (24,6%)

Tabelle 6

## Wirtschaftliche Impulse aus dem Betrieb von Erneuerbare-Energien-Anlagen in Deutschland

	Wasser- kraft	Windenergie		Photo- voltaik	Solar- thermie	Geothermie & 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	220	2.300	600	1.590	320	1.650	4.580	3.470	3.540	18.270
2021	230	2.310	620	1.660	330	1.830	4.400	3.860	4.970	20.210

Quelle: Eigene Berechnung des Zentrums für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung (ZSW), Stand: Februar 2022

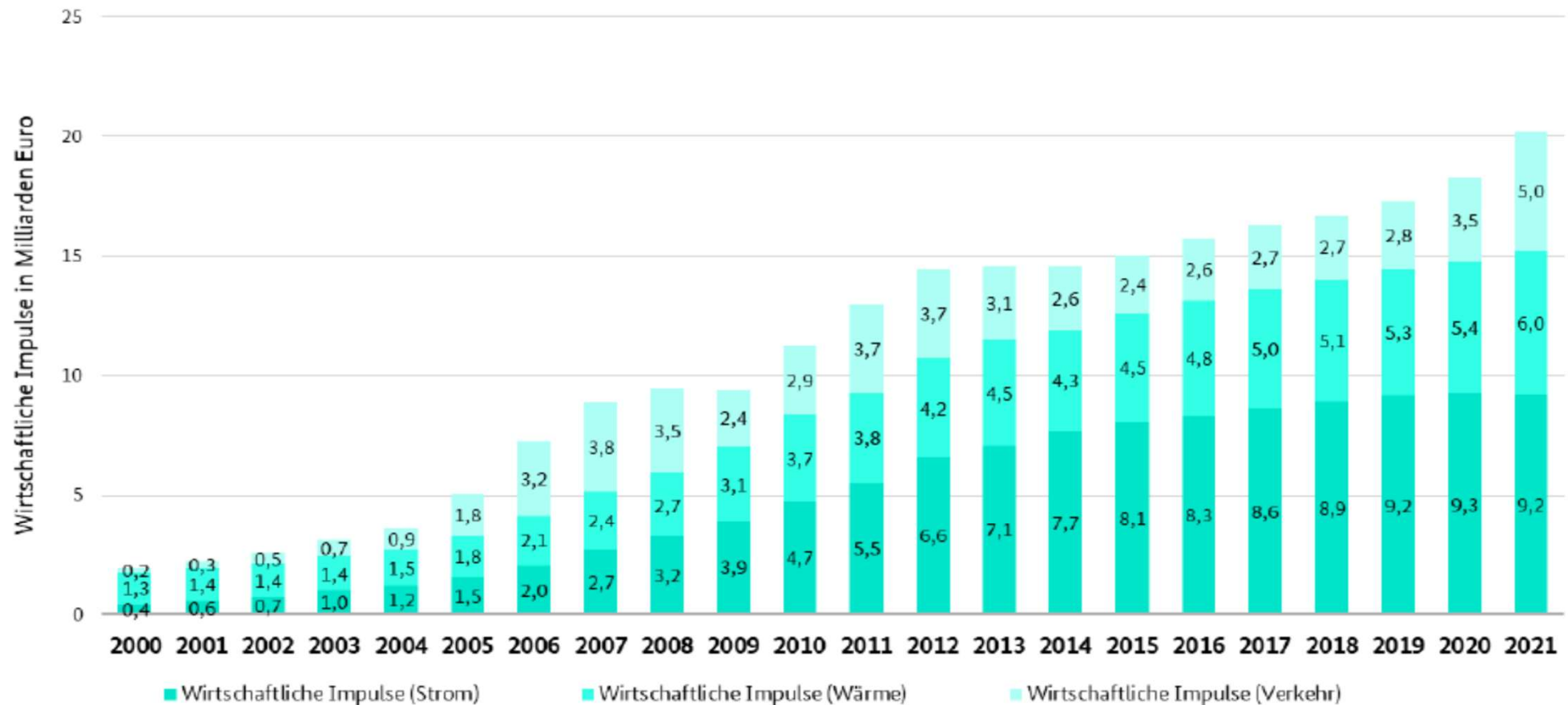


# Entwicklung wirtschaftliche Impulse (Umsätze) aus dem Betrieb von Erneuerbare-Energien-Anlagen für Strom, Wärme und Verkehr in Deutschland 2000-2021 (3)

**Jahr 2021: Gesamt 20,2 Mrd. €**

Beiträge Strom 9,2 Mrd. € (45,7%), Wärme 6,0 Mrd. € (29,7%), Verkehr 5,0 Mrd. € (24,6%)

## Wirtschaftliche Impulse aus dem Betrieb von Erneuerbaren-Energien-Anlagen in Deutschland (Aufteilung in Strom, Wärme und Verkehr)



BMWK auf Basis Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW); Stand: Februar 2022

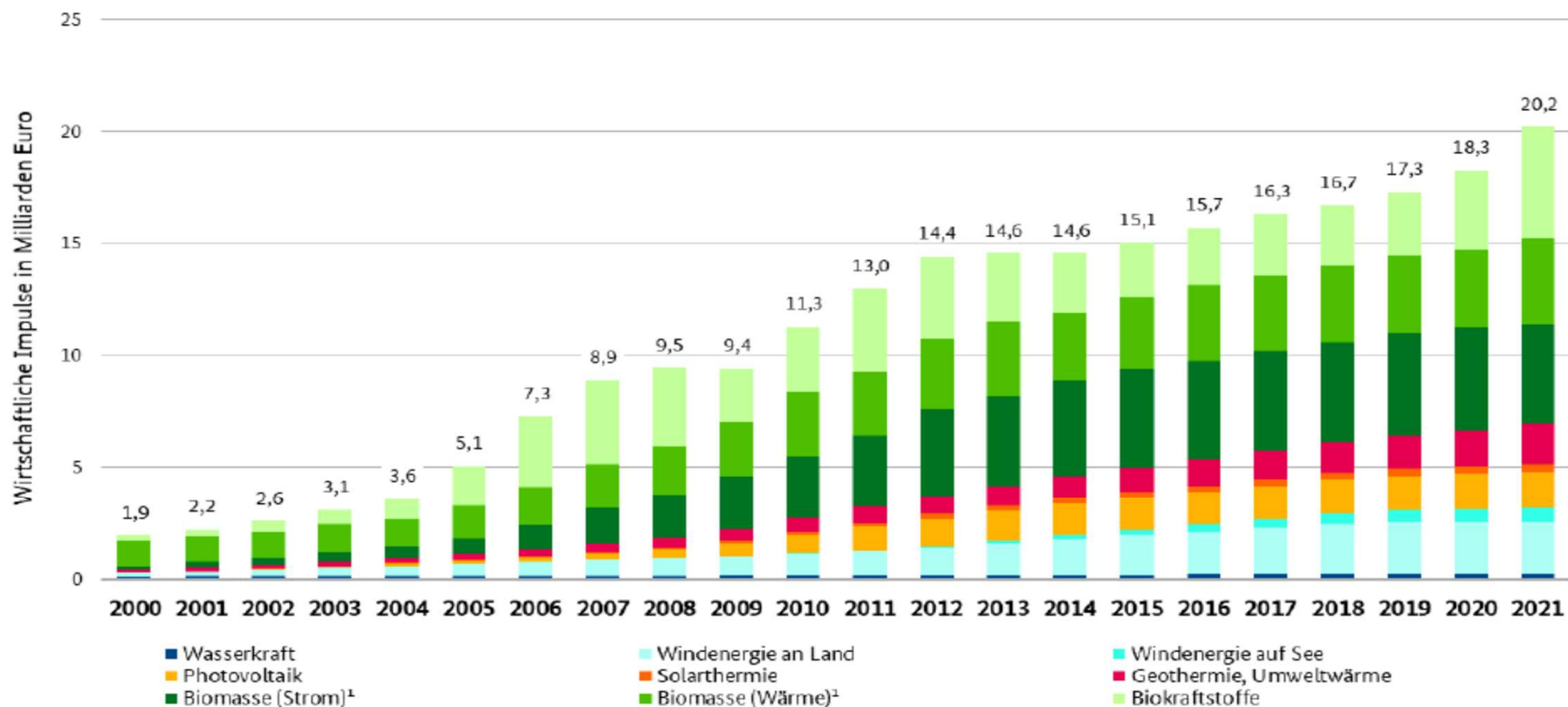
Quellen: BMWI - Erneuerbare Energien in Deutschland im Jahr 2021, Grafiken/Zeitreihen 2/2022 aus [www.erneuerbare-energien.de](http://www.erneuerbare-energien.de)

# Entwicklung wirtschaftliche Impulse (Umsätze) aus dem Betrieb von **Erneuerbare-Energien-Anlagen nach Technologien für Strom, Wärme und Verkehr** in Deutschland 2000-2021 (4)

**Jahr 2021: Gesamt 20,2 Mrd. €**

Beiträge Strom 9,2 Mrd. € (45,7%), Wärme 6,0 Mrd. € (29,7%), Verkehr 5,0 Mrd. € (24,6%)

## Wirtschaftliche Impulse aus dem Betrieb von Erneuerbaren-Energien-Anlagen in Deutschland



<sup>1</sup> Feste, flüssige und gasförmige biogene Brennstoffe

BMWK auf Basis Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW); Stand: Februar 2022

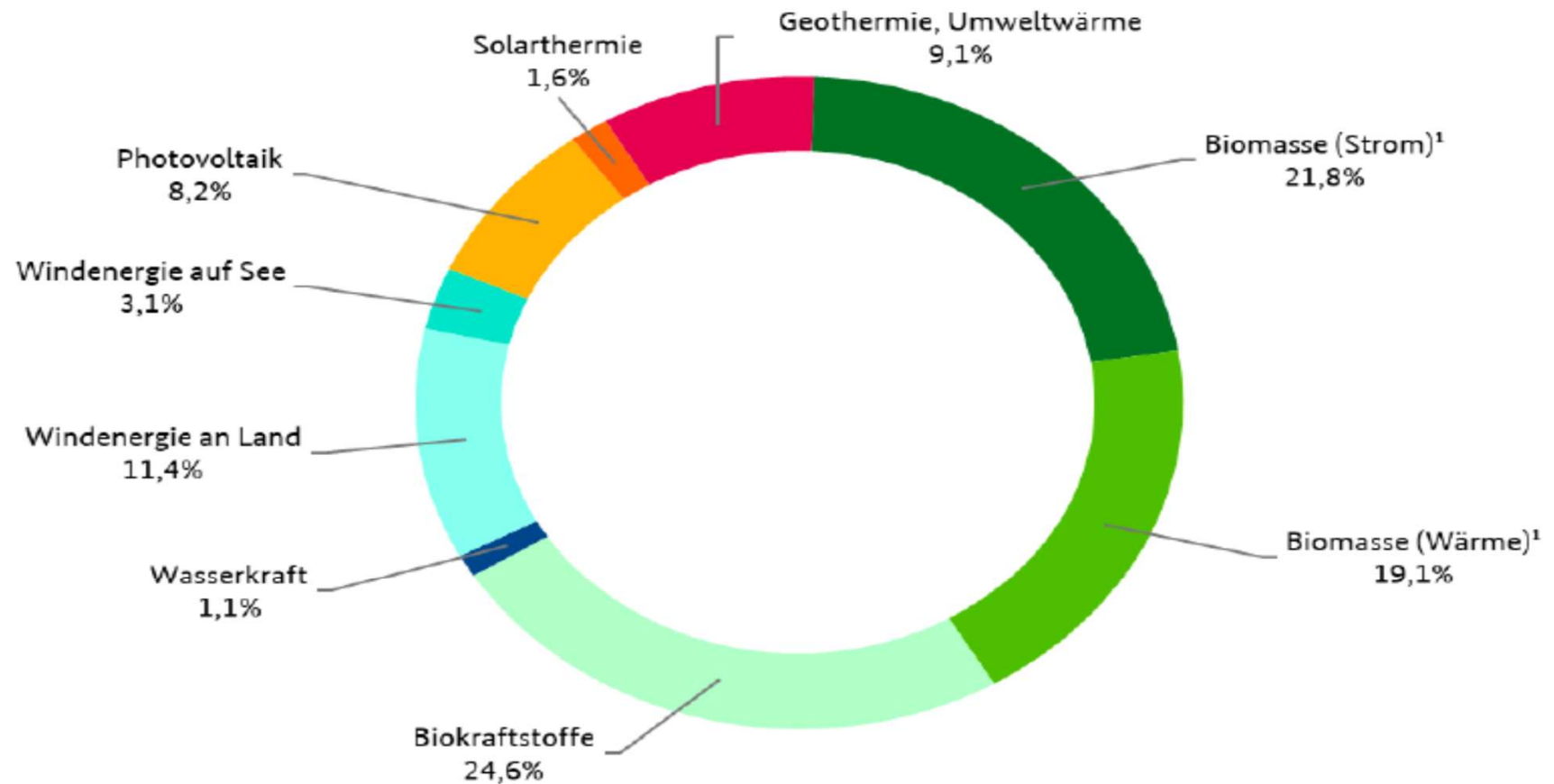
# Wirtschaftliche Impulse (Umsätze) aus dem Betrieb von Erneuerbare-Energien-Anlagen für Strom, Wärme und Verkehr in Deutschland 2021 (5)

**Jahr 2021: Gesamt 20,2 Mrd. €**

Beiträge Strom 9,2 Mrd. € (45,7%), Wärme 6,0 Mrd. € (29,7%), Verkehr 5,0 Mrd. € (24,6%)

## Wirtschaftliche Impulse aus dem Betrieb von Erneuerbaren-Energien-Anlagen im Jahr 2021

Gesamt: 20,2 Mrd. Euro

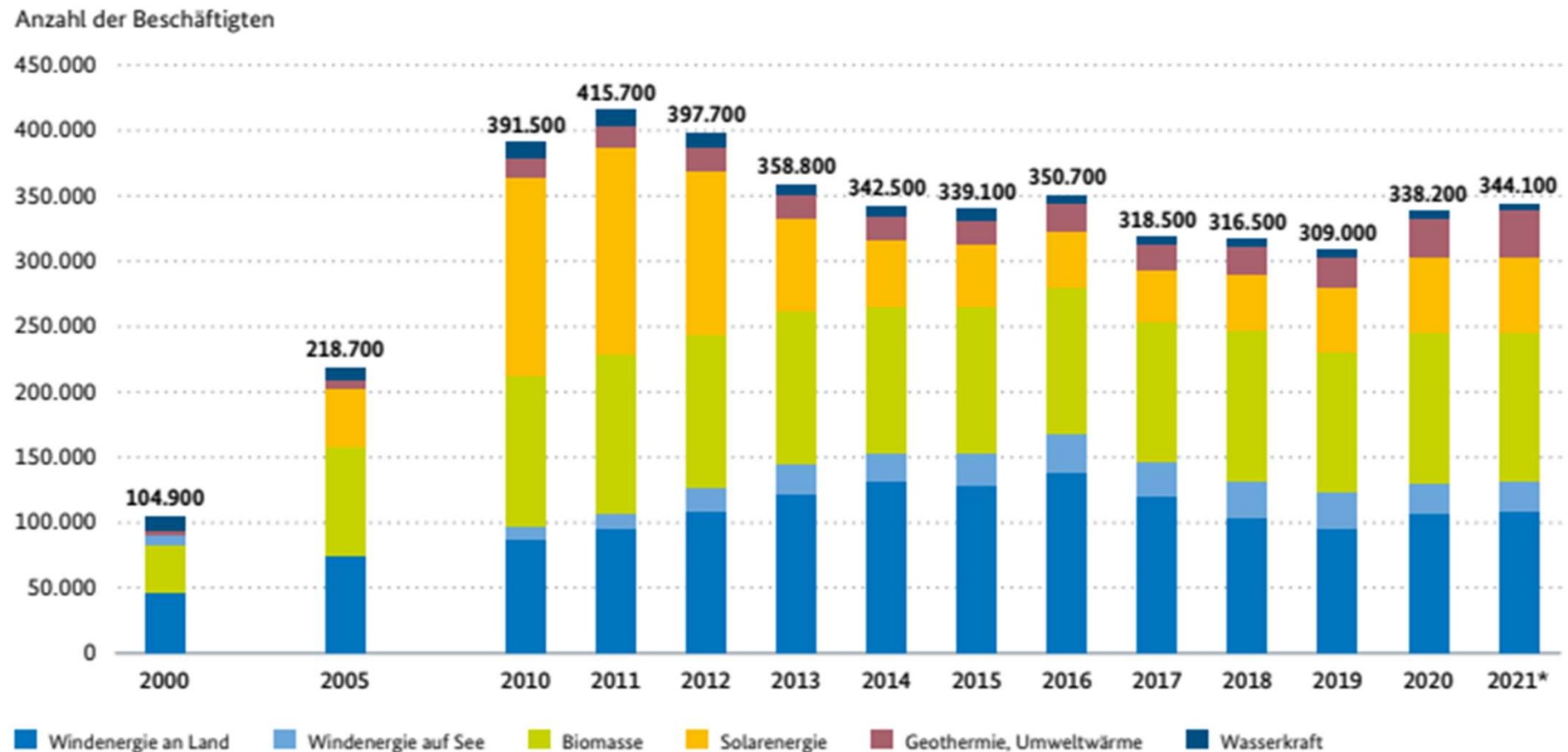


<sup>1</sup> Feste, flüssige und gasförmige biogene Brennstoffe

# Entwicklung Bruttobeschäftigte durch **erneuerbare Energien** nach **Technologien** in Deutschland 2000-2021 (1)

Jahr 2019: Gesamt 344.100 Beschäftigte

Abbildung 30: Entwicklung der Bruttobeschäftigung durch erneuerbare Energien in Deutschland



\* vorläufige Angaben

Quelle: DIW, DLR, GWS [18]

\* Daten 2021 vorläufig, Stand 10/2023

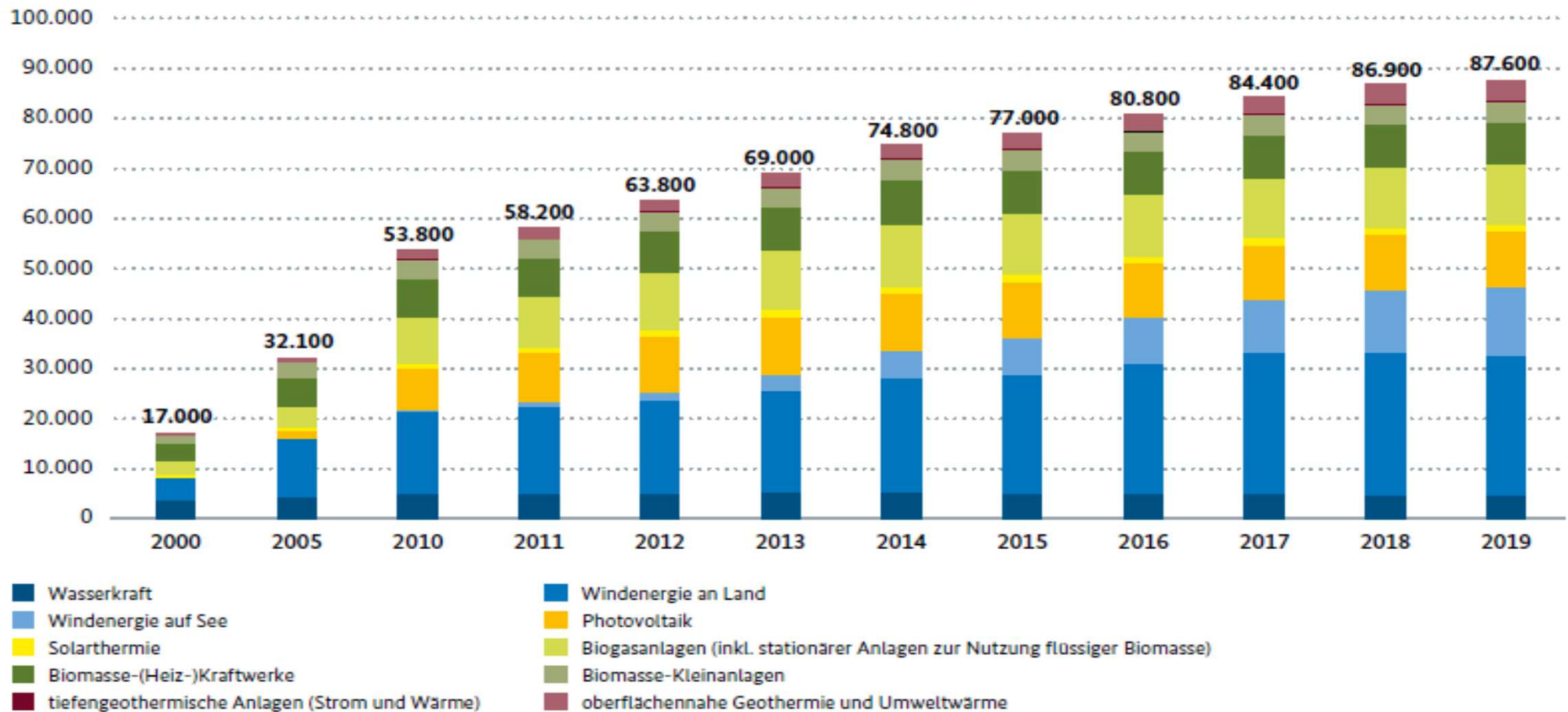
Quelle: BMWi – Erneuerbare Energien in Zahlen, Nationale und internationale Entwicklung 2022, S. 52, 10/2023

# Entwicklung Beschäftigte in Betrieb und Wartung von erneuerbaren Energien-Anlagen nach Technologien in Deutschland 2000-2021 (2)

Jahr 2019: Gesamt 87.600 Beschäftigte

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

Anzahl der Beschäftigten



Quelle: DIW, DLR, GWS [37]

\* Daten 2019 vorläufig, Stand 10/2021

Quelle: BMWI – Erneuerbare Energien in Zahlen, Nationale und internationale Entwicklung 2019, S. 40, 10/2021



# **Energie & Förderung, Gesetze**

# Gesetzliche Regelungen für die Wasserkraft in Deutschland sowie in den Bundesländern

## Gesetzliche Regelungen für die Wasserkraft

Auf Bundesebene wurden auf der Grundlage von europäischen Richtlinien (UVP-RL, Flora-Fauna-Habitat (FFH)-RL, Wasserrahmenrichtlinie - WRRL) Gesetze für die Errichtung und den Betrieb von Wasserkraftwerken erlassen. Hierzu gehören:

- Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG)
- Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG)
- Wasserhaushaltsgesetz (WHG)
- Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG)
- Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)

## Regelungen im Wasserrecht

Zum 1. März 2010 erfuhr das Wasserrecht eine gesetzliche Neuregelung. Für die Nutzung der Wasserkraft ist insbesondere die Erweiterung der Vorschriften über die Bewirtschaftung oberirdischer Gewässer relevant. Nach § 33 WHG ist das Aufstauen, Entnehmen und Ableiten von Wasser nur zulässig, wenn eine ausreichende Mindestwasserführung gewährleistet wird. Gemäß § 34 WHG darf die Errichtung, wesentliche Änderung oder der Betrieb einer Stauanlage nur zugelassen werden, wenn die Durchgängigkeit des Gewässers erhalten oder wiederhergestellt wird, soweit dies für die Bewirtschaftungsziele des Gewässers erforderlich ist. § 35 WHG konkretisiert die ökologischen Anforderungen an Wasserkraftanlagen. Eine Nutzung darf demnach nur zugelassen werden, wenn auch geeignete Maßnahmen zum Schutz der Fischpopulation ergriffen werden. Damit soll sichergestellt werden, dass Fische bei ihrer Wanderung grundsätzlich unbeschadet an der Wasserkraftanlage vorbeikommen.

## Regelungen der Bundesländer

Im Rahmen der Bundesgesetze haben die einzelnen Bundesländer Deutschlands eigene Regelungen für die Genehmigung von Wasserkraftwerken erlassen. Folgende Liste gibt einen Überblick über vorhandene Regelungen:

### Baden-Württemberg

- Landeswassergesetz
- Landesnaturschutzgesetz
- Landesfischereigesetz
- Verschiedene Erlasse

Alle gesetzlichen Regelungen für die Wasserkraft in Baden-Württemberg werden mit dem Dienst "[Landesrecht BW Bürgerservice](#)" bereitgestellt.

### Bayern

- Landeswassergesetz
- Erlasse, Grundsätze, sonstige Regelungen

Alle gesetzlichen Regelungen für die Wasserkraft in Bayern werden in der "[Datenbank Bayern-Recht](#)" bereitgestellt.

### Berlin

- Keine landesspezifischen Regelungen
- Zuständigkeit aus: [Berliner Wassergesetz](#)

### Brandenburg

- Landesfischereigesetz / Landesfischereiordnung

### Bremen

- Bremisches Wassergesetz

### Hamburg

- Anordnung über die Zuständigkeiten auf dem Gebiet des Wasserrechts und der Wasserwirtschaft

Alle gesetzlichen Regelungen für die Wasserkraft in Hamburg werden unter "[Landesrecht online](#)" bereitgestellt.

### Hessen

- Verschiedene Erlasse

Alle gesetzlichen Regelungen für die Wasserkraft in Hessen werden unter "[Hessenrecht Rechts- und Verwaltungsvorschriften](#)" bereitgestellt.

### Mecklenburg/Vorpommern

- Zuständig: Staatlichen Ämter für Umwelt und Natur, Landräte sowie Oberbürgermeister
- Alle gesetzlichen Regelungen für die Wasserkraft in Mecklenburg-Vorpommern werden im "[Dienstleistungsportal Mecklenburg-Vorpommern](#)" bereitgestellt.

### Niedersachsen

- Landeswassergesetz
  - Verschiedene Erlasse
- ### Nordrhein-Westfalen
- Landeswassergesetze
  - Verschiedene Erlasse

Alle gesetzlichen Regelungen für die Wasserkraft in Nordrhein-Westfalen werden im NRW-Rechtsportal "[bestens informiert](#)" bereitgestellt.

### Rheinland-Pfalz

- Landeswassergesetz Rheinland-Pfalz

### Saarland

- Saarländische Wassergesetz

### Sachsen

- Landeswassergesetz
- Landesfischereigesetz
- Verschiedene Erlasse

### Sachsen-Anhalt

- Landeswassergesetz
- Verschiedene Erlasse

Alle gesetzlichen Regelungen für die Wasserkraft in Sachsen-Anhalt werden unter "[Landesrecht Sachsen-Anhalt](#)" bereitgestellt.

### Schleswig-Holstein

- Wassergesetz des Landes Schleswig-Holstein

### Thüringen

- Landeswassergesetz; Landesfischereigesetz sowie Richtlinie



# Einleitung und Ausgangslage: Ausbau Erneuerbare Energien durch Förderung in Deutschland (1)

## Erneuerbare-Energien-Gesetz

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

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

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

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

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

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

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

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

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



# Einleitung und Ausgangslage: Ausbau Erneuerbare Energien durch Förderung in Deutschland (2)

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

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

## Strommengen nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz

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

Über das EEG wird jedoch nicht der gesamte Strom aus erneuerbaren Energieträgern gefördert. Beispielsweise sind große Wasserkraftanlagen und konventionelle Kraftwerke, die Biomasse mitverbrennen, nicht vergütungsberechtigt. Die über das EEG vergüteten Strommengen sind deshalb nur ein Teil der gesamten Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien, wie Abbildung 30 zeigt. Diese (EEG-vergütete) Stromerzeugung ist seit dem Jahr 2000 von rund 10 auf 240,4 Terawattstunden im Jahr 2020 angestiegen.

Weitere Informationen finden sich auf den Internetseiten der Informationsplattform der deutschen

Übertragungsnetzbetreiber unter [www.netztransparenz.de](http://www.netztransparenz.de) und auf der „Informationsplattform Erneuerbare Energien“ des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie [www.erneuerbare-energien.de](http://www.erneuerbare-energien.de).

## Mieterstrom

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

Produziert die Solaranlage auf dem Dach mehr Strom, als die Mieter benötigen, wird dieser Strom ins öffentliche Netz eingespeist. Liefert die Dachanlage zu wenig oder keinen Solarstrom, weil die Sonne gerade nicht scheint, werden die Mieter aus dem öffentlichen Netz beliefert. Der Solarstrom und der Netzstrom werden in einem Mieterstromtarif gebündelt. Es bleibt aber immer den Mieterinnen und Mietern überlassen, ob sie den angebotenen Mieterstromtarif nutzen oder sich für einen anderen Stromanbieter entscheiden.

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

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

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

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

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

Weitere aktuelle Informationen zum Thema Mieterstrom finden sich unter [www.bmwi-energiewende.de](http://www.bmwi-energiewende.de) und auf der Internetseite der [www.bundesnetzagentur.de](http://www.bundesnetzagentur.de).



# Einleitung und Ausgangslage: Ausbau Erneuerbare Energien durch Förderung in Deutschland (3)

## Die EEG-Umlage

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

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

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

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

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

vielen Fällen spürbar gefallen, sodass beispielsweise PV-Neuanlagen nur noch eine deutlich geringere Vergütung benötigen. Der weitere Ausbau der erneuerbaren Energien erfolgt deshalb zunehmend günstiger.

Diese Entwicklung wird durch die im EEG 2017 eingeführten Ausschreibungen unterstützt, indem Vergütungssätze für neue EEG-Anlagen wettbewerblich ermittelt werden. Die Ausschreibungen für Photovoltaikanlagen, für Windenergieanlagen an Land sowie für Biomasseanlagen haben seit 2017 zu teilweise deutlich gesunkenen Vergütungssätzen geführt. Darüber hinaus ermöglichen die Ausschreibungen eine Mengensteuerung, die eine effektive Einhaltung von Ausbauzielen gewährleistet. Dadurch wird der weitere Ausbau der erneuerbaren Energien planbarer, verlässlicher und vor allem kostengünstiger. Weitere Informationen finden sich unter [www.bundesnetzagentur.de](http://www.bundesnetzagentur.de).

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

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

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

10,8 Milliarden Euro für 2021 setzt sich aus Mitteln des Konjunkturpakets sowie Einnahmen aus der neuen nationalen CO<sub>2</sub>-Bepreisung zusammen.

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

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

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

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



# Einleitung und Ausgangslage: Ausbau Erneuerbare Energien durch Förderung in Deutschland (4)

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

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

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

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

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

Wie vorangehend dargestellt, verpflichtet das EEG somit grundsätzlich Stromversorgungsunternehmen und Eigenversorger, die EEG-Umlage zu zahlen. Die Stromversorgungsunternehmen geben die ihnen so entstandenen Kosten dann an die Stromletzverbraucher weiter. Es gibt jedoch gute Gründe, im internationalen Wettbewerb stehende stromkostenintensive Unternehmen und die Schienenbahnen teilweise von der Zahlung der EEG-Umlage auszunehmen. Um den Einfluss der EEG-Umlage auf die internationale Wettbewerbsfähigkeit von stromkostenintensiven Unternehmen und auf die intermodale Wettbewerbsfähigkeit von Schienenbahnen (also die Wettbewerbsfähigkeit gegenüber anderen Mobilitätsoptionen) zu begrenzen, wurde bereits im Jahr 2004 die „Besondere Ausgleichsregelung“ eingeführt.

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

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

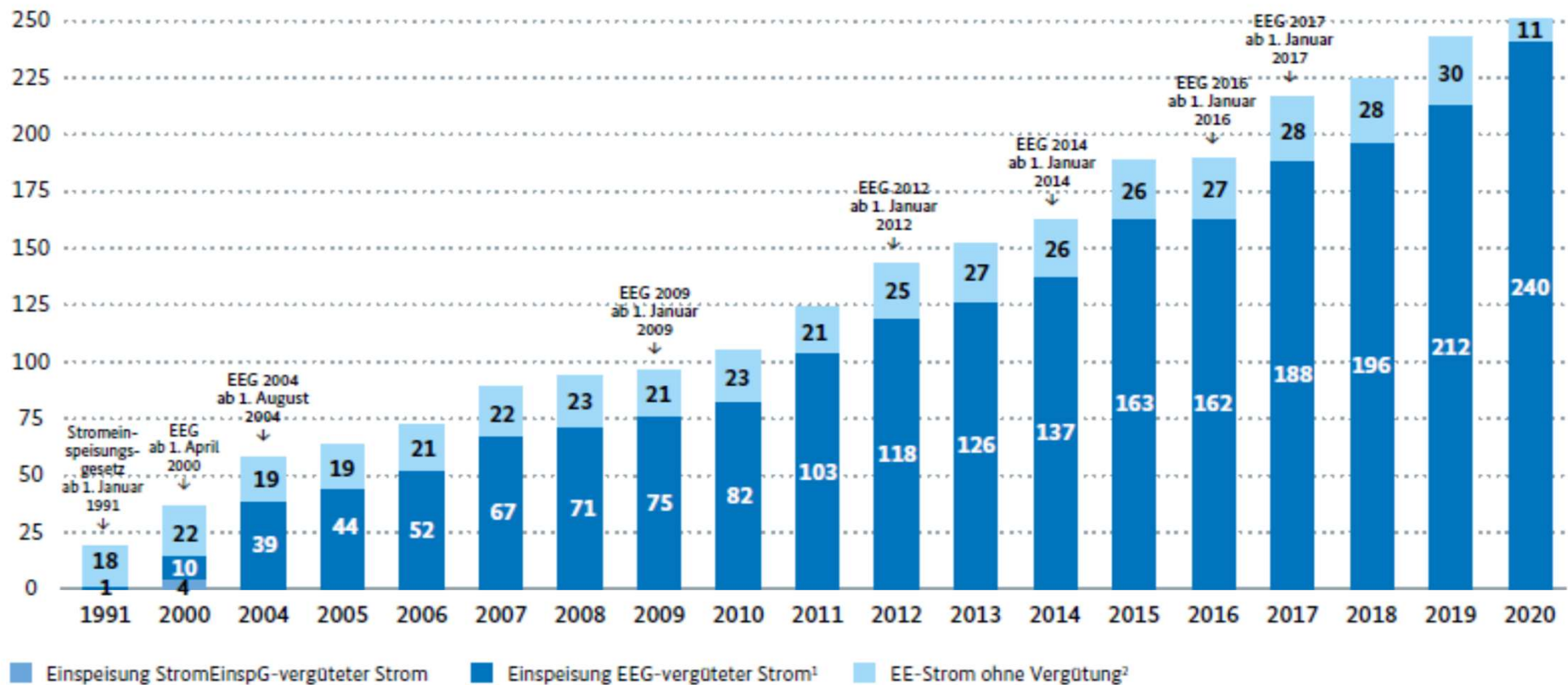
# Entwicklung Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien mit und ohne Vergütungsanspruch nach EEG in Deutschland von 1991 bis 2020 (1)

**Jahr 2020: Gesamt 251 TWh (Mrd. kWh), davon Beitrag EEG 240 TWh**

EE-Anteil am Gesamt BSV 45,0% bzw. am Gesamt-BSE 43,8% <sup>1)</sup>

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

Stromerzeugung (TWh)



1 EEG-vergüteter, eingespeister und selbstverbraucher Strom

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

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

BSE 2020: 574,2 TWh; BSV 2020: 555,3 TWh

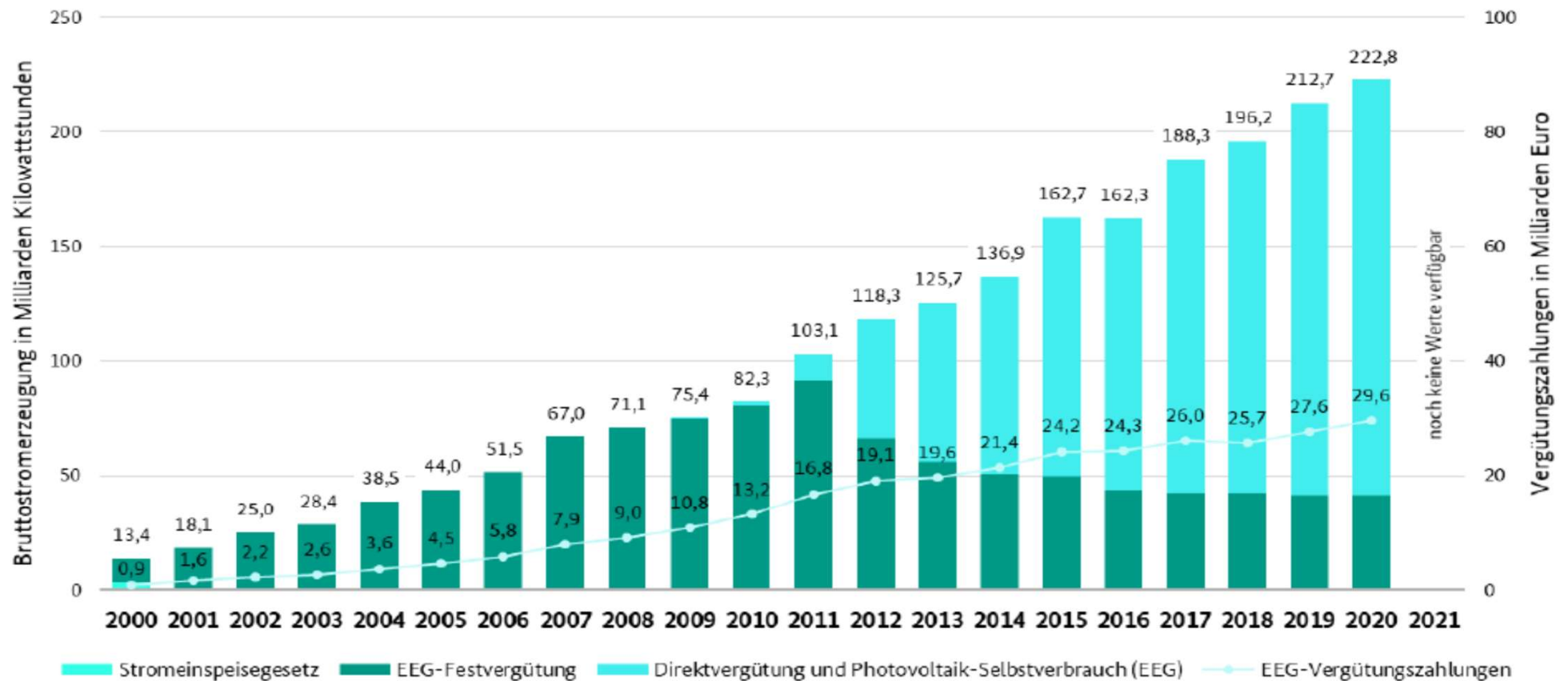
aus BMWI – Erneuerbare Energien in Zahlen - Nationale und internationale Entwicklung, S. 31, 10/2021, [www.erneuerbare-Energien.de](http://www.erneuerbare-Energien.de); AGE BSE 1990-2021, 02/2022,



# Einspeisung und Vergütung nach dem Stromeinspeisungsgesetz und dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) von 1990-2020 (2)

**Jahr 2020: BSE 222,8 TWh; Vergütung 29,6 Mrd. €,**  
Durchschnittlicher Vergütungssatz 13,3 ct/kWh

## Einspeisung und Vergütung nach dem Stromeinspeisegesetz und dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)



BMWK auf Basis Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat); Stand: Februar 2022

Quelle: BMWI – Entwicklung Erneuerbare Energien in Deutschland im Jahr 2021, 2/2022

# Strommengen und Vergütungen nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) in Deutschland 2000 bis 2014/20 (3)

			2000 <sup>1</sup>	2002	2004	2006	2008	2010	2012	2013	2014	2020
Stromerzeugung	Wasserkraft (bis 2004 inkl. Gase) <sup>2</sup>		4.114	6.579	4.616	4.924	4.982	5.665	5.417	6.265	5.645	
	Gase <sup>2</sup>		–	–	2.589	2.789	2.208	1.963	1.769	1.776	1.648	
	Biomasse		586	2.442	5.241	10.902	18.947	25.155	34.321	36.258	38.313	
	Geothermie	GWh	–	–	–	–	18	28	25	80	98	
	Windkraft an Land		5.662	15.786	25.509	30.710	40.574	37.619	49.949	50.803	55.907	
	Windkraft auf See (offshore)		–	–	–	–	–	174	722	905	1.449	
	Solare Strahlungsenergie (Photovoltaik)		29	162	557	2.220	4.420	11.729	26.128	29.606	33.001	
	<b>Summe EEG-Stromerzeugung</b>	<b>GWh</b>	<b>10.391</b>	<b>24.970</b>	<b>38.511</b>	<b>51.545</b>	<b>71.148</b>	<b>82.331</b>	<b>118.331</b>	<b>125.693</b>	<b>136.061</b>	<b>222,8</b>
	davon festvergütete Strommengen <sup>3</sup>		10.391	24.970	38.511	51.545	71.148	80.745	67.168	56.750	50.553	
	davon direktvermarktete Strommengen <sup>4</sup>	GWh	–	–	–	–	–	1.587	51.163	68.943	85.508	
<b>Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien<sup>5</sup></b>			<b>GWh</b>	<b>36.036</b>	<b>45.120</b>	<b>56.632</b>	<b>71.638</b>	<b>93.247</b>	<b>104.810</b>	<b>143.799</b>	<b>152.394</b>	<b>251,1</b>

1 Rumpfbjahr: 01.04. – 31.12.2000

2 Deponie-, Klär- und Grubengas wurden erstmals 2004 gesondert aufgeführt.

3 inkl. selbstverbrauchten Strommengen mit EEG-Vergütungsanspruch; Nachkorrekturen (2002 bis 2010) sind nicht enthalten, da die zusätzlichen, vorjährigen Einspeisemengen nach Wirtschaftsprüfer- Bescheinigungen keinen Energieträgern zugeordnet werden können.

4 Direktvermarktungsformen nach § 33b EEG (Marktprämie, „Grünstromprivileg“ und sonstige Direktvermarktung)

5 inkl. Strommengen ohne EEG-Vergütungsanspruch (z. B. aus großen Wasserkraftanlagen und aus der Mitverbrennung von Biomasse in konventionellen Kraftwerken)

6 inkl. Vergütungszahlungen für selbsterzeugten und selbstverbrauchten Strom aus Photovoltaikanlagen ohne Abzug der vermiedenen Netznutzungsentgelte

7 Prämienzahlungen (Marktprämie, Managementprämie und Flexibilitätsprämie) inkl. Börsenerlöse der über die Marktprämie vermarkteten Strommengen (Berechnung auf Basis der monatlich auf [www.netztransparenz.de](http://www.netztransparenz.de) veröffentlichten Marktwerte)

8 EEG-Anlagen, die über § 33b Nr. 2 und Nr. 3 EEG („Grünstromprivileg“ und sonstige Direktvermarktung) vermarktet wurden, bleiben hier unberücksichtigt. Da diese Anlagen in der Regel relativ geringe Vergütungssätze aufweisen, kommt es ab 2010 zu einer leichten Überschätzung der Durchschnittsvergütung.

# Strommengen und Vergütungen nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) in Deutschland 2000 bis 2014/20 (4)

		2000 <sup>1</sup>	2002	2004	2006	2008	2010	2012	2013	2014	2020	
Vergütungszahlungen	Wasserkraft (bis 2004 inkl. Gase) <sup>2</sup>	298	477	338	367	379	421	428	513	490		
	Gase <sup>2</sup>	–	–	182	196	156	83	52	58	115		
	Biomasse	55	232	509	1.337	2.699	4.240	6.265	6.788	7.234		
	Geothermie	Mio. Euro	–	–	–	–	3	6	6	19	24	
	Windkraft an Land	515	1.435	2.301	2.734	3.561	3.316	4.936	4.895	5.423		
	Windkraft auf See	–	–	–	–	–	26	120	155	253		
	Solare Strahlungsenergie (Photovoltaik)	15	82	283	1.177	2.219	5.090	9.202	9.485	10.412		
	Summe EEG-Vergütungs- zahlungen	Mio. Euro	883	2.225	3.611	5.810	9.016	13.182	21.008	21.913	23.950	29,6
	davon Festvergütungs- zahlungen <sup>6</sup>	Mio. Euro	883	2.225	3.611	5.810	9.016	13.182	15.416	13.691	12.769	
	davon Markt- und Flexibilitäts- prämienzahlungen <sup>7</sup>		–	–	–	–	–	–	5.592	8.222	111.181	
Durchschnittlicher EEG-Vergütungssatz <sup>8</sup>	ct/kWh	8,5	8,9	9,4	11,3	12,7	16,3	18,3	17,9	17,8	13,3	

1 Rumpffahr: 01.04. – 31.12.2000

2 Deponie-, Klär- und Grubengas wurden erstmals 2004 gesondert aufgeführt.

3 inkl. selbstverbrauchten Strommengen mit EEG-Vergütungsanspruch; Nachkorrekturen (2002 bis 2010) sind nicht enthalten, da die zusätzlichen, vorjährigen Einspeisemengen nach Wirtschaftsprüfer- Bescheinigungen keinen Energieträgern zugeordnet werden können.

4 Direktvermarktungsformen nach § 33b EEG (Marktprämie, „Grünstromprivileg“ und sonstige Direktvermarktung)

5 inkl. Strommengen ohne EEG-Vergütungsanspruch (z. B. aus großen Wasserkraftanlagen und aus der Mitverbrennung von Biomasse in konventionellen Kraftwerken)

6 inkl. Vergütungszahlungen für selbsterzeugten und selbstverbrauchten Strom aus Photovoltaikanlagen ohne Abzug der vermiedenen Netznutzungsentgelte

7 Prämienzahlungen (Marktprämie, Managementprämie und Flexibilitätsprämie) inkl. Börsenerlöse der über die Marktprämie vermarkteten Strommengen (Berechnung auf Basis der monatlich auf [www.netztransparenz.de](http://www.netztransparenz.de) veröffentlichten Marktwerte)

8 EEG-Anlagen, die über § 33b Nr. 2 und Nr. 3 EEG („Grünstromprivileg“ und sonstige Direktvermarktung) vermarktet wurden, bleiben hier unberücksichtigt. Da diese Anlagen in der Regel relativ geringe Vergütungssätze aufweisen, kommt es ab 2010 zu einer leichten Überschätzung der Durchschnittsvergütung.

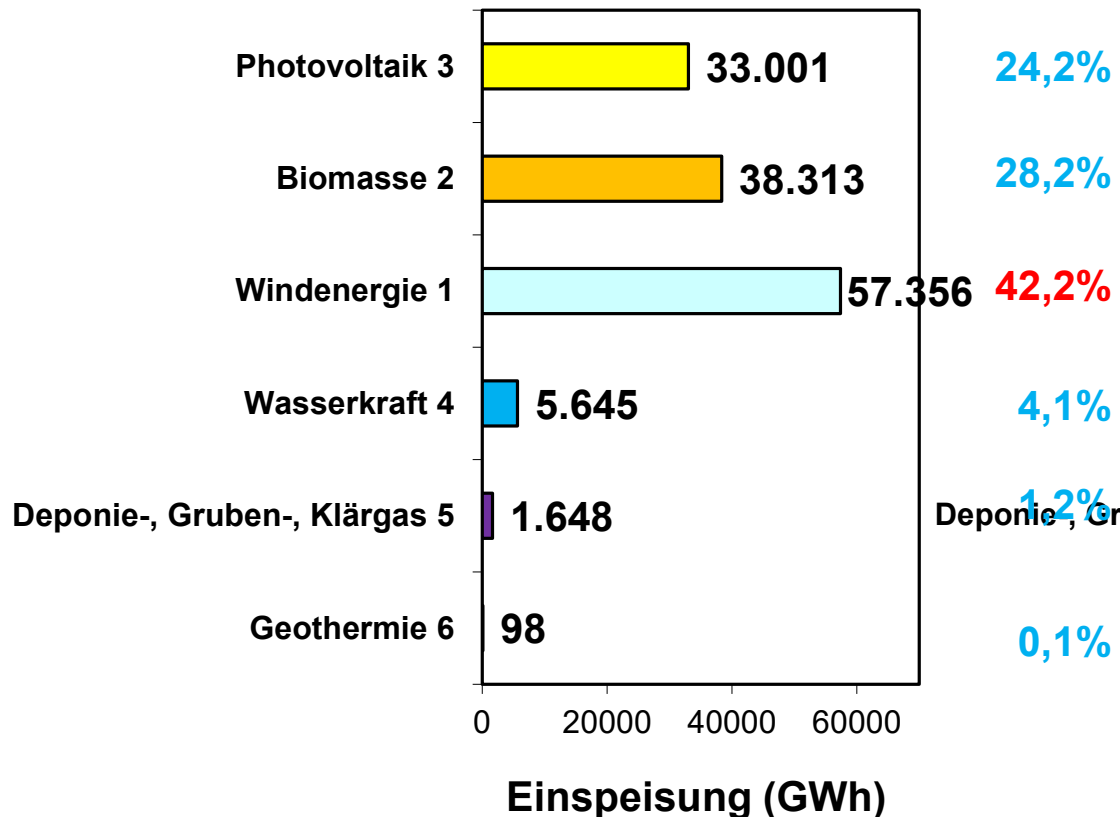


# Stromeinspeisung und Vergütungen nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz in Deutschland 2014 (5)

## Rangfolge EEG-Einspeisung

Gesamt 136.061 GWh = 136,1 TWh (Mrd kWh)

### Anteile

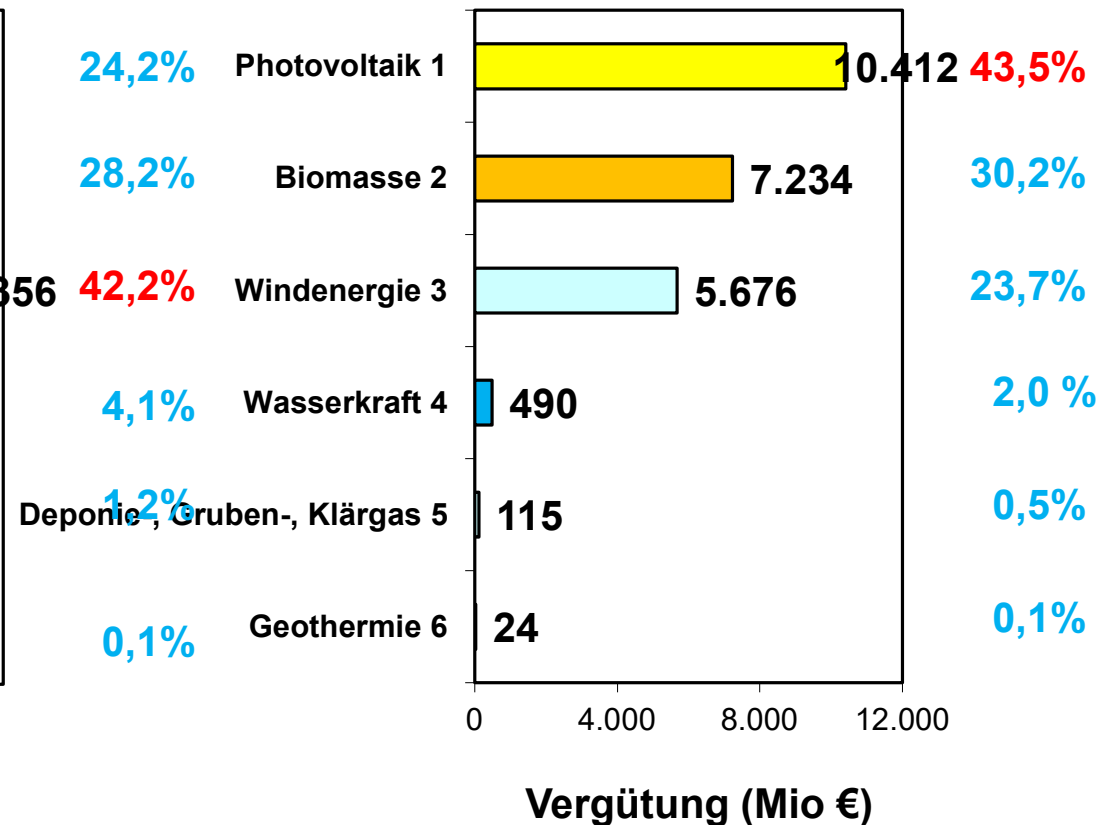


## Rangfolge EEG-Vergütung

Gesamt 23.950 Mio € = 24,0 Mrd. €

Durchschnittsvergütung 17,8 Ct/kWh

### Anteile



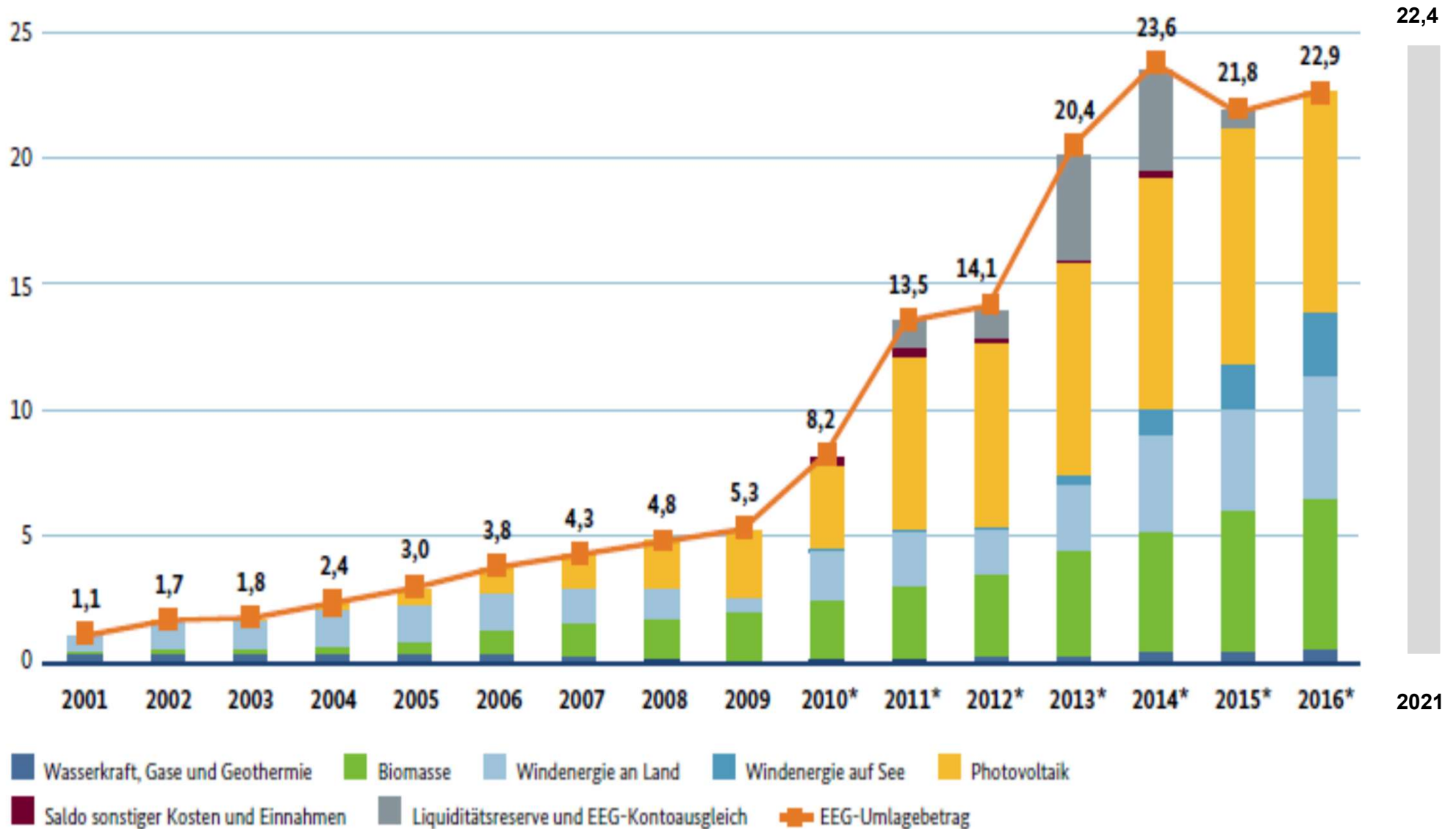
Grafik Bouse 2015

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. Bundesweit wurde eine EEG-Einspeisung von 136,1 TWh erzielt, die mit insgesamt 24,0 Milliarden Euro vergütet wurden. Mit der Direktvermarktung wird ein Teil des nach EEG vergütungsfähigen Stroms außerhalb des EEG-Vermarktungsmechanismus an Großhändler oder an der Strombörse verkauft.

# Entwicklung Finanzierungsbeitrag der EEG-Umlage in Deutschland 2001-2021 (1)

Jahr 2021: 22,4 Mrd €;

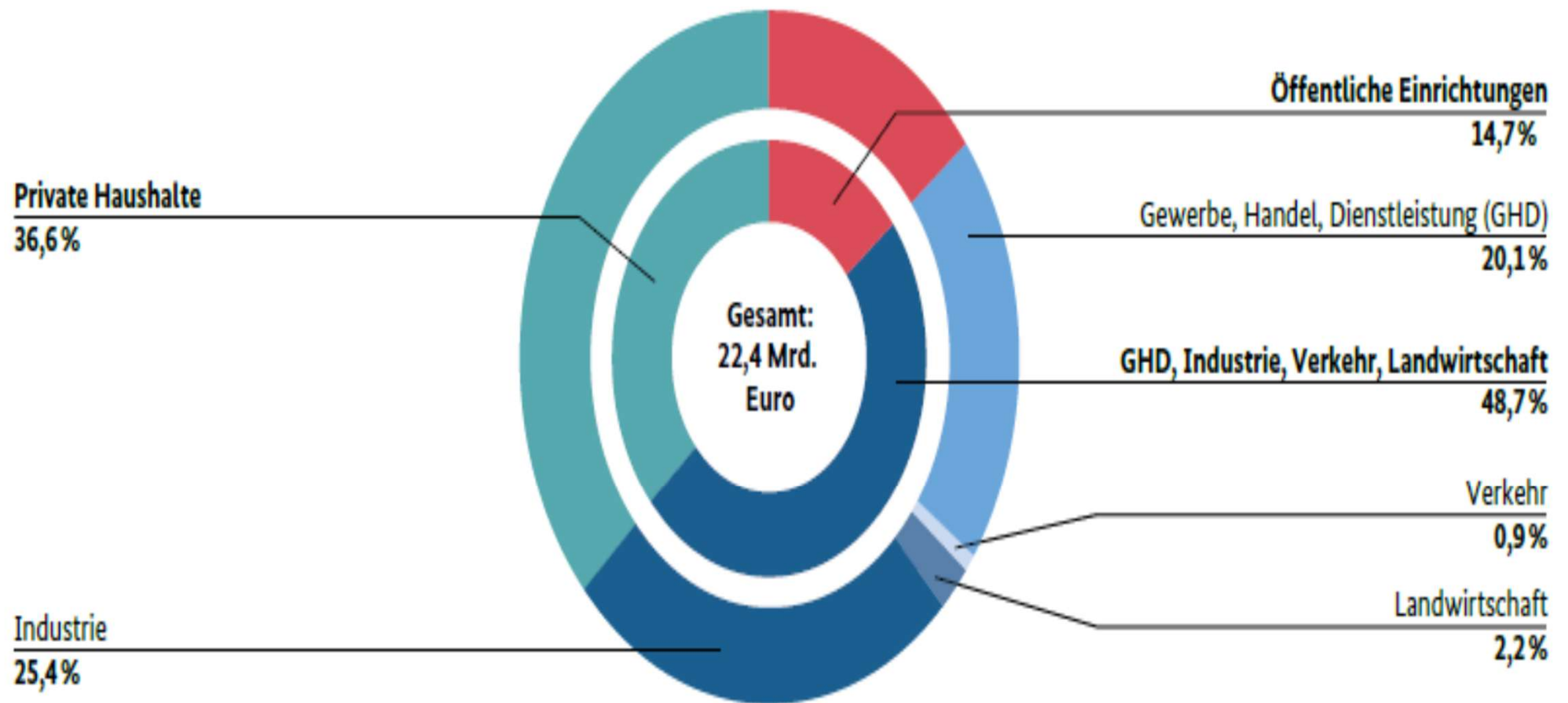
in Mrd. Euro



## Finanzierungsbeitrag der EEG-Umlage nach Sektoren in Deutschland 2021 (2)

Jahr 2021: 22,4 Mrd €;

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



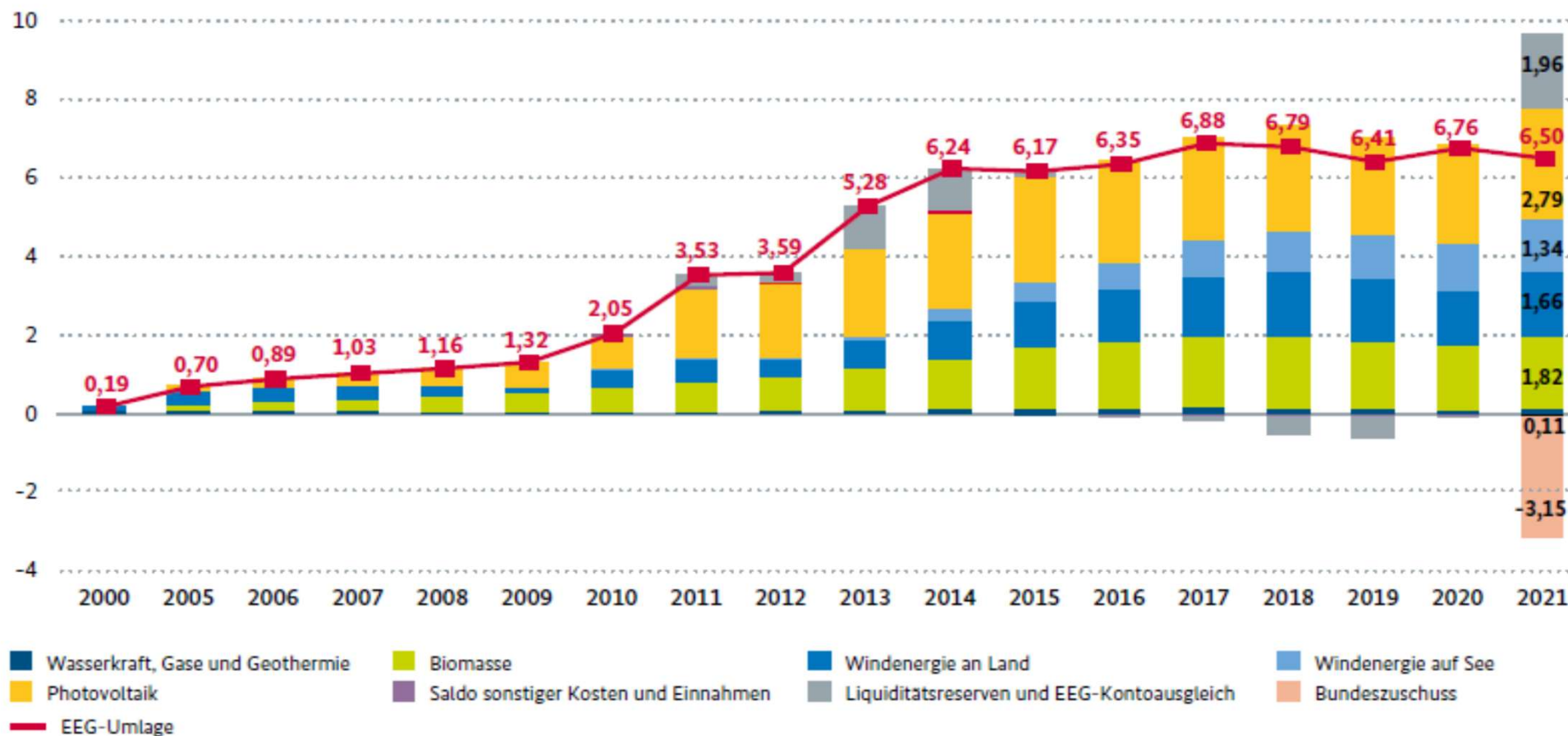
Quelle: BDEW [8]

# Entwicklung der EEG-Umlage beim Strompreis nach Technologien in Deutschland von 2000-2021 (3)

Jahr 2021: 6,50 Ct/kWh

Abbildung 31: Zusammensetzung und Entwicklung der EEG-Umlage

Cent pro Kilowattstunde



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

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



# Förderung von **Forschung und Entwicklung** im Bereich **erneuerbarer Energien** durch den Bund in Deutschland, Stand 10/2021 (1)

## Förderung von Forschung und Entwicklung im Bereich erneuerbarer Energien

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

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

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

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

Im 7. Energieforschungsprogramm hat das BMWi die „Reallabore der Energiewende“ als neues Förderformat etabliert. Um neue Energietechnologien und Geschäftsmodelle zu entwickeln und zur Marktreife zu bringen, wie zum Beispiel in den Bereichen CO<sub>2</sub>-arm hergestellter Wasserstoff, energieoptimierte Quartiere oder großskalige Stromspeicher, müssen diese praktisch erprobt werden. Dies soll in „Reallaboren der Energiewende“ erfolgen. Derartige Vorhaben sind systemisch ausgelegte Querschnittsprojekte, in denen unterschiedliche Energietechnologien und deren Zusammenwirken im industriellen Maßstab und in realer Umgebung erprobt werden. Das größte Augenmerk liegt dabei auf dem beschleunigten Transfer von Innovationen aus den Laboren, Testräumen und Köpfen der Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in die energiewirtschaftliche Praxis und das gesellschaftliche Leben. Die ersten Reallabore der Energiewende starteten im Jahr 2020, bislang haben neun Projekte ihre Arbeit aufgenommen.

Ein Beispiel ist das Reallabor H<sub>2</sub>-Wyhlen, das am 1. Januar 2021 in Grenzach-Wyhlen in Baden-Württemberg gestartet ist. Dort spaltet der Strom aus einem Laufwasserkraftwerk in einer Elektrolyse-Anlage Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff. Der erzeugte Wasserstoff steht für verschiedene Nutzungswege bereit. Mit H<sub>2</sub>-Wyhlen soll eine bestehende Power-to-Hydrogen-Infrastruktur mit dem angrenzenden Quartier und Industrieareal zu einem Testraum ausgebaut werden: Vorrangig sollen hierbei Geschäftsmodelle für die bedarfsgerechte Erzeugung, lokale Verteilung und Nutzung des Wasserstoffs in den verschiedenen Sektoren entwickelt und bei Tragfähigkeit schließlich erprobt werden.

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

Mehr Informationen zum Thema Reallabore der Energiewende finden sich auf der Internetseite des BMWi [www.energieforschung.de](http://www.energieforschung.de).

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

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



## Förderung von **Forschung und Entwicklung** im Bereich **erneuerbarer Energien** durch den Bund in Deutschland, Stand 10/2021 (2)

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

Auf dem Portal [www.strom-forschung.de](http://www.strom-forschung.de) finden sich weitere Informationen über die Förderbereiche der nichtnuklearen Energiebereitstellung über Windenergie, Photovoltaik, Bioenergie, Geothermie und Wasserkraft/Meeresenergie sowie thermische Kraftwerke. Zusätzlich informiert ein eigener Webaufttritt über die Förderung der energetischen Biomassennutzung [www.energetische-biomassennutzung.de](http://www.energetische-biomassennutzung.de).

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

Mehr Informationen zum Thema Energieforschung finden sich auf der Internetseite des BMWi [www.energieforschung.de](http://www.energieforschung.de) und dem Internetportal der Forschungsnetzwerke Energie [www.forschungsnetzwerke-energie.de](http://www.forschungsnetzwerke-energie.de).

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

# Entwicklung neu bewilligte Forschungsprojekte für Erneuerbare-Energien-Technologien durch den Bund in Deutschland 2017-2020 (3)

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

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

1 Netzintegration erneuerbarer Energien: Integration erneuerbarer Energien und regenerative Energieversorgungssysteme

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

Quelle: BMWi

Quelle: BMWi „Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung 2020“, S. 47, 10/2021

# **Energie & Klimaschutz, Treibhausgase**



# Treibhausgas-Emissionen (THG) in Deutschland 2018/19, Ziele 2020-2050 (1)

## Jahr 2019: Reduktion Treibhausemissionen (THG) gegenüber 1990 - 35,1%

### 8. Treibhausgasemissionen (THG)

#### Wo stehen wir?

- Im Jahr 2019 wurden im Vergleich zum Jahr 1990 laut Umweltbundesamt insgesamt 35,1 Prozent weniger Treibhausgasemissionen (ohne Landnutzungsänderung) ausgestoßen. Somit sind die Emissionen im Jahr 2019 gegenüber dem Jahr 2018 um 5,4 Prozent gesunken. Hierzu trug insbesondere ein erneut starker Rückgang der THG-Emissionen in der Energiewirtschaft bei. Die Emissionen des Verkehrs und der Gebäude stiegen jedoch gegenüber dem Vorjahr.
- Die Auswirkungen der Covid-19-Pandemie auf die Zielerreichung im Jahr 2020 (Minderung um mindestens 40 Prozent gegenüber 1990) sind noch nicht abschätzbar. Voraussichtlich wird die Pandemie zu weiteren Reduktionen beitragen.
- Im Lichte der Ergebnisse des Klimaschutzübereinkommens von Paris (siehe Kapitel 3) hat die Bundesregierung im November 2016 den Klimaschutzplan 2050 beschlossen. Er ist die nationale Langfriststrategie der Bundesregierung, gibt eine wichtige Orientierung für die Zeit nach dem Jahr 2020 und setzt für die einzelnen Emissionssektoren bis zum Jahr 2030 konkrete Ziele. Diese Sektorziele stehen zugleich im Einklang mit den derzeitigen EU-Zielen.

#### Was ist neu?

- 2019 wurde der Kabinettsausschuss Klimaschutz, das sogenannte Klimakabinett, einberufen. Um die Sektorziele 2030 des Klimaschutzplans 2050 sicher zu erreichen, hat die Bundesregierung das Klimaschutzprogramm 2030 mit zahlreichen Treibhausgasminderungsmaßnahmen sowie das Bundes-Klimaschutzgesetz beschlossen.
- Das Bundes-Klimaschutzgesetz schreibt auf der Grundlage des Klimaschutzplans 2050 Jahresemissionsmengen für alle Sektoren bis zum Jahr 2030 fest. Die Bundesregierung wird die Umsetzung der Maßnahmen des Aktionsprogramms Klimaschutz 2020 weiterhin begleiten und ihre Minderungswirkung bewerten. Dazu wurde der Klimaschutzbericht 2019 am 19. August 2020 im Kabinett beschlossen.
- Der Stand der Umsetzung der Maßnahmenprogramme, also des Klimaschutzprogramms 2030 sowie möglicher künftiger Sofortprogramme und Maßnahmen der Bundesregierung nach § 8 des Bundes-Klimaschutzgesetzes werden im Rahmen zukünftiger Klimaschutzberichte evaluiert. Alle Maßnahmen werden hinsichtlich ihrer ökonomischen, ökologischen und sozialen Folgen wissenschaftlich bewertet.

	2018	2019	2020	2030	2040	2050
<b>TREIBHAUSGASEMISSIONEN</b>						
Treibhausgasemissionen (ggü. 1990)	-31,5%	-35,1%	mind. -40%	mind. -55%		Treibhausgasneutralität

Quelle: UBA 04/2020

Im letzten Jahr hat die Bundesregierung mit dem Bundes-Klimaschutzgesetz Jahresemissionsmengen für alle Sektoren beschlossen, die in der folgenden Tabelle (siehe Tabelle 8.1) aufgeführt sind.

Tabelle 8.1: Sektorspezifische Jahresemissionsmengen

Jahresemissionsmenge (Mio. t CO <sub>2e</sub> )	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Energiewirtschaft	280		257								175
Industrie	186	182	177	172	168	163	158	154	149	145	140
Gebäude	118	113	108	103	99	94	89	84	80	75	70
Verkehr	150	145	139	134	128	123	117	112	106	101	95
Landwirtschaft	70	68	67	66	65	64	63	61	60	59	58
Abfallwirtschaft und Sonstiges	9	9	8	8	7	7	7	6	6	5	5
Summe	813										543

Quelle: Bundes-Klimaschutzgesetz vom 12. Dezember 2019 (BGBl. I S. 2513), Anlage 2 zu § 4

# Treibhausgas-Emissionen (THG) in Deutschland 2018/19, Ziele 2020-2050 (2)

## 8.1 Gesamte Treibhausgasemissionen

Seit dem Jahr 1990 sind die gesamten Treibhausgasemissionen in Deutschland bis zum Jahr 2019 nach Berechnungen des Umweltbundesamtes (UBA) um 35,1 Prozent gesunken.

Im Jahr 2019 wurden rund 810 Millionen Tonnen Treibhausgase (CO<sub>2</sub>-Äquivalente (CO<sub>2</sub>-Äq.)) freigesetzt (siehe Abbildung 8.1). Der Rückgang gegenüber dem Jahr 2018 betrug etwa 46,1 Millionen t, respektive 5,4 Prozent, vor allem bedingt durch den Rückgang der Emissionen aus der Energiewirtschaft. Die Treibhausgasemissionen Deutschlands entsprechen etwa einem Fünftel der jährlichen Treibhausgasemissionen der Europäischen Union.

**Bei den Gesamtemissionen des Jahres 2019 entfiel der größte Anteil auf die Energiewirtschaft mit 31,9 Prozent.**

Zweitgrößter Verursacher von Emissionen war die Industrie mit 23,1 Prozent, gefolgt vom Verkehrssektor mit 20,3 Prozent und dem Gebäudebereich mit 15,2 Prozent. Die Landwirtschaft trägt mit rund 8,4 Prozent zu den Gesamtemissionen bei. Die restlichen gut 1 Prozent werden durch den Bereich Abfall und Sonstige verursacht (siehe Abbildung 8.2).

**Der Verkehrssektor setzte mehr Treibhausgasemissionen als im Vorjahr frei.**

Insgesamt emittierte der Verkehrssektor im Jahr 2019 mehr als 164,3 Millionen Tonnen Treibhausgasemissionen und damit 1,7 Mio. t mehr als noch im Jahr 2018. Die anhaltend hohen Emissionen im Verkehrssektor sind vor allem auf den Straßenverkehr und dort auf steigende Bestände an Pkw und Lkw bei insgesamt steigenden Fahrleistungen zurückzuführen.

**Im Vergleich zum Jahr 2018 gingen die Treibhausgasemissionen in der Energiewirtschaft im Jahr 2019 hingegen mit mehr als 51 Mio. t (16,6 Prozent) erneut deutlich zurück.**

Damit hat sich der Trend einer deutlichen Emissionsminderung in diesem Sektor gegenüber den Vorjahren nochmals erheblich beschleunigt. Zurückzuführen war dies insbesondere auf die hohe Windstromproduktion und die damit deutlich verringerte Stromproduktion in Kohlekraftwerken.

**Im Vergleich der einzelnen Treibhausgase dominierte Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>), verursacht vor allem durch die Verbrennungsvorgänge.**

Aufgrund des überdurchschnittlichen Rückgangs anderer Treibhausgase, ist der Anteil der CO<sub>2</sub>-Emissionen seit dem Jahr 1990 um 3,6 Prozentpunkte auf rund 87,9 Prozent gestiegen. Der Anteil der Methanemissionen (CH<sub>4</sub>) betrug im Jahr 2019 zirka 6,1 Prozent und die Emissionen von Lachgas (N<sub>2</sub>O) bei 4,3 Prozent. Die fluorierten Treibhausgase machten wiederum etwa 1,7 Prozent aus. Dieses Verteilungsspektrum der Treibhausgasemissionen ist typisch für ein hoch industrialisiertes Land.

## 8.2 Energiebedingte Treibhausgasemissionen

Die Freisetzung energiebedingter Treibhausgase ist nach Berechnungen des Umweltbundesamtes in Deutschland im Jahr 2019 gegenüber dem Vorjahr um etwa 43,2 Millionen t CO<sub>2</sub>-Äquivalente (etwa 6 Prozent) auf 677,4 Millionen t CO<sub>2</sub>-Äquivalente gesunken

Damit sind rund 83,6 Prozent der gesamten Treibhausgasemissionen energiebedingt. Sie sind verursacht durch Verbrennungsprozesse zur Strom- und Wärmeerzeugung, durch Kraftstoffe in Motoren sowie diffuse Emissionen. Somit umfassen die energiebedingten Emissionen die Sektoren Energiewirtschaft, Gebäude und Verkehr sowie zusätzlich die energetischen Emissionen der Sektoren Industrie und Landwirtschaft. Da die energiebedingten Emissionen zu etwa 98 Prozent aus Kohlendioxid bestehen, setzen die nachfolgenden Analysen und Bewertungen ihren Schwerpunkt auf die CO<sub>2</sub>-Emissionen.

**Insgesamt sind die energiebedingten Emissionen seit dem Jahr 1990 deutlich gesunken.**

Der überwiegende Teil dieser energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen stammt aus der Verbrennung fossiler Brennstoffe zur Erzeugung von Strom und Wärme sowie aus dem Verkehr (siehe Abbildung 8.3). Sie zeigen in der Langfristperspektive einen rückläufigen Trend. Die Gründe hierfür liegen vor allem in der Stilllegung emissionsintensiver Braunkohlekraftwerke in den 1990er Jahren und der schrittweisen Substitution durch effizientere Kraftwerke mit einem höheren Wirkungsgrad. Ein weiterer Grund für den Rückgang liegt im Ausbau der erneuerbaren Energien und dem Wechsel zu emissionsärmeren Brennstoffen wie Erdgas. Hingegen erfolgte ein Mehrausstoß im Verkehrssektor, bei den Haushalten und Kleinverbrauchern. Die sonstigen energiebedingten Emissionen, die sich aus diffusen Emissionen bspw. durch Leitungsverluste zusammensetzen, blieben im Vergleich zum Vorjahr etwa konstant (siehe Abbildung 8.3).

**Zu beachten ist, dass die um variierende Witterungsverhältnisse bereinigten Emissionen (bspw. verändertes Heizverhalten) von den hier dargestellten realen Emissionen abweichen.**

Allerdings hat der witterungsbedingte Wert keine Relevanz für die Zielerreichung, da diese über die realen Emissionen bewertet wird, er kann jedoch ein Anhaltspunkt für die tatsächliche Wirksamkeit emissionsmindernder Maßnahmen sein.



# Treibhausgas-Emissionen (THG) in Deutschland 2018/19, Ziele 2020-2050 (3)

## 8.3 Durch erneuerbare Energien vermiedene Treibhausgasemissionen

**Der Ersatz fossiler Energieträger durch erneuerbare Energien (siehe Kapitel 4) trägt wesentlich zur Erreichung der Klimaschutzziele bei.** Im Jahr 2019 wurden Emissionen von rund 201 Millionen t CO<sub>2</sub>-Äquivalente vermieden. Auf den Stromsektor entfielen dabei 158 Millionen t CO<sub>2</sub>-Äquivalente. Durch den Einsatz erneuerbarer Energien im Wärmebereich wurden 36 Millionen t und durch biogene Kraftstoffe knapp 8 Millionen t CO<sub>2</sub>-Äquivalente weniger emittiert.

**Die Berechnungen zur Emissionsvermeidung durch die Nutzung erneuerbarer Energien basieren auf einer Netto-Betrachtung.**

Dabei werden die durch die Endenergiebereitstellung aus erneuerbaren Energien verursachten Emissionen mit denen verrechnet, die durch die Substitution fossiler Energieträger brutto vermieden werden. Anders als bei den nach international verbindlichen Regeln ermittelten THG-Emissionen der THG-Inventare werden hier alle vorgelagerten Prozessketten zur Gewinnung und Bereitstellung der Energieträger sowie für die Herstellung und den Betrieb der Anlagen (ohne Rückbau) berücksichtigt. Die Methodik zur Berechnung der vermiedenen Emissionen durch erneuerbare Energien orientiert sich an den Vorgaben der Erneuerbare-Energien-Richtlinie der EU (RL 2009/28/EG).

**Den größten Anteil an der Emissionsvermeidung durch erneuerbare Energien leistet die Windenergie, unmittelbar gefolgt von der Biomasse.**

Rund 89 Millionen t CO<sub>2</sub>-Äquivalente wurden im Jahr 2019 durch die Nutzung von Windenergie vermieden, 28 Millionen t CO<sub>2</sub>-Äquivalente durch Photovoltaik und 15 Millionen t CO<sub>2</sub>-Äquivalente durch Wasserkraftanlagen. Rund 65 Millionen t CO<sub>2</sub>-Äquivalente wurden im Jahr 2019 insbesondere durch den Einsatz von fester Biomasse, wie z.B. Holzenergie, sowie flüssiger oder gasförmiger Biomasse in allen drei Verbrauchssektoren vermieden. Damit ist die Biomasse die zweitgrößte erneuerbare Energie. Die Bundesregierung stellt dazu im Klimaschutzplan 2050 fest: Da die Energieversorgung bis spätestens 2050 nahezu vollständig dekarbonisiert sein muss und infolge der Beanspruchung von Flächen für die Ernährung, wird die Bedeutung des Klimaschutzbeitrags von Bioenergie aus Anbaumassee an Grenzen stoßen. Im Klimaschutzprogramm 2030 wurde unter Beachtung aller Aspekte die für Bioenergie maximal verfügbare Biomasse in Deutschland auf etwa 1.000 bis 1.200 PJ/a festgesetzt. Die hierin inkludierte Nutzung von Rest- und Abfallstoffen leistet einen wichtigen Beitrag zur sektorenübergreifenden Energieversorgung. Außerdem gilt zu beachten, dass bei der Betrachtung der Vermeidungseffekte die für manche Biomasseträger entstehenden Emissionen im LULUCF-Sektor nicht in die Betrachtung einfließen. Andere Erneuerbare Energien (Windkraft, Photovoltaik, Umweltwärme, o.ä.) werden daher auch für den Wärmemarkt zunehmend an Bedeutung gewinnen.

## 8.4 Treibhausgasemissionen und Wirtschaftsleistung

**Die spezifischen Treibhausgasemissionen pro Einwohner sind zwischen den Jahren 1990 und 2019 um zirka 38 Prozent von gut 15,7 t auf knapp 9,8 t CO<sub>2</sub>-Äquivalente zurückgegangen (siehe Abbildung 8.6).**

In der EU 28 sind die spezifischen Treibhausgasemissionen pro Einwohner von 1990 bis 2018 um zirka 25 Prozent von 11,7 auf 8,7 t CO<sub>2</sub>-Äquivalente gesunken. Während in Deutschland im Jahr 1990 je Milliarde Euro reales Bruttoinlandsprodukt rund 0,59 Millionen t CO<sub>2</sub>-Äquivalente an Treibhausgasen freigesetzt wurden, waren es im Jahr 2019 nur noch 0,25 Millionen t CO<sub>2</sub>-Äquivalente pro Milliarde Euro Bruttoinlandsprodukt.

### INFO

#### Was sind CO<sub>2</sub>-Äquivalente?

Um die Wirkung von Gasen auf den Treibhauseffekt zu messen, werden sie in die Maßeinheit CO<sub>2</sub>-Äquivalente umgerechnet. Der Wert gibt an, welche Menge CO<sub>2</sub> in einem Betrachtungszeitraum von 100 Jahren die gleiche Treibhauswirkung entfalten würde wie das betrachtete Vergleichsgas.

#### Kilowatt und Kilowattstunden

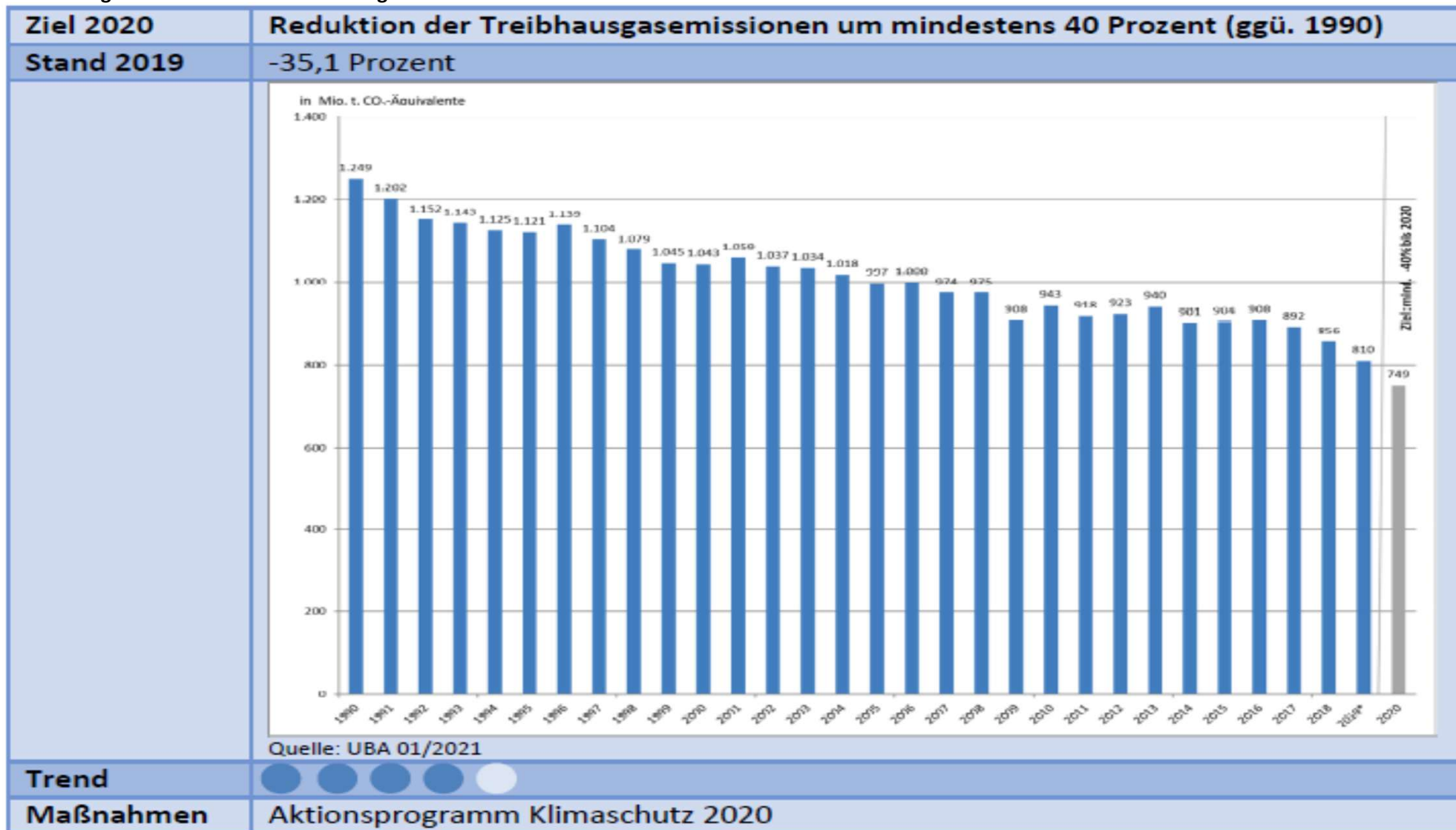
Die Einheiten Kilowatt (kW) und Megawatt (MW = 1.000 kW) beziehen sich auf die installierte Anlagenleistung. Das ist die Leistung, die eine Anlage zur Erzeugung von Strom oder Wärme maximal bereitstellen kann. Die Einheit Kilowattstunde (kWh) bezieht sich auf eine Strom- oder Wärmemenge. Eine Anlage mit 1 kW Leistung kann in einer Stunde maximal 1 kWh Strom bzw. Wärme erzeugen.

Quelle: BMWI - Erneuerbare Energien in Deutschland 2020, Ausgabe 3/2021

# Zielsteckbrief: Entwicklung der Reduktion der Treibhausgase in Deutschland 1990-2020, Ziel 2020 (1)

**Jahr 2020: Gesamt 739 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalent ohne LULUCF; Veränderung 1990/2020 – 40,8%\***  
 8,8 t CO<sub>2</sub>-Äquivalent/Kopf

Abbildung 8.1: Zielsteckbrief: Treibhausgasemissionen in Deutschland



\* Daten 2020 vorläufig, Stand 1/2021

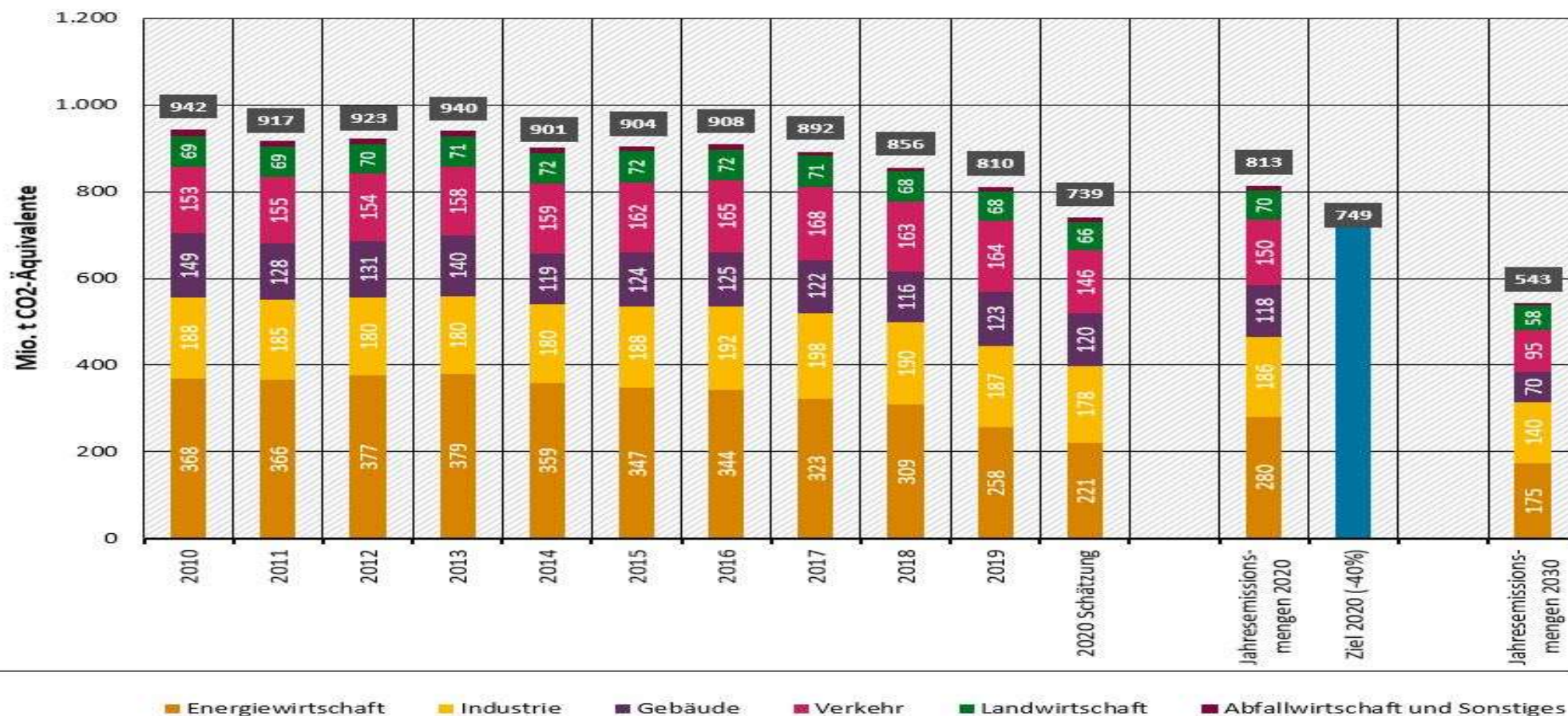
Bevölkerung (Jahresdurchschnitt Basis Zensus ab 2011) Jahr 2020 = 83,2 Mio.

# Entwicklung der Treibhausgas -Emissionen (THG) nach Sektoren in Deutschland 1990-2020; Ziele 2020/30 (2)

Jahr 2020: Gesamt 739 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalent ohne LULUCF; Veränderung 1990/2020 – 40,8%\*  
8,8 t CO<sub>2</sub>-Äquivalent/Kopf

## Entwicklung der Treibhausgasemissionen in Deutschland

in der Abgrenzung der Sektoren des Klimaschutzgesetzes (KSG)



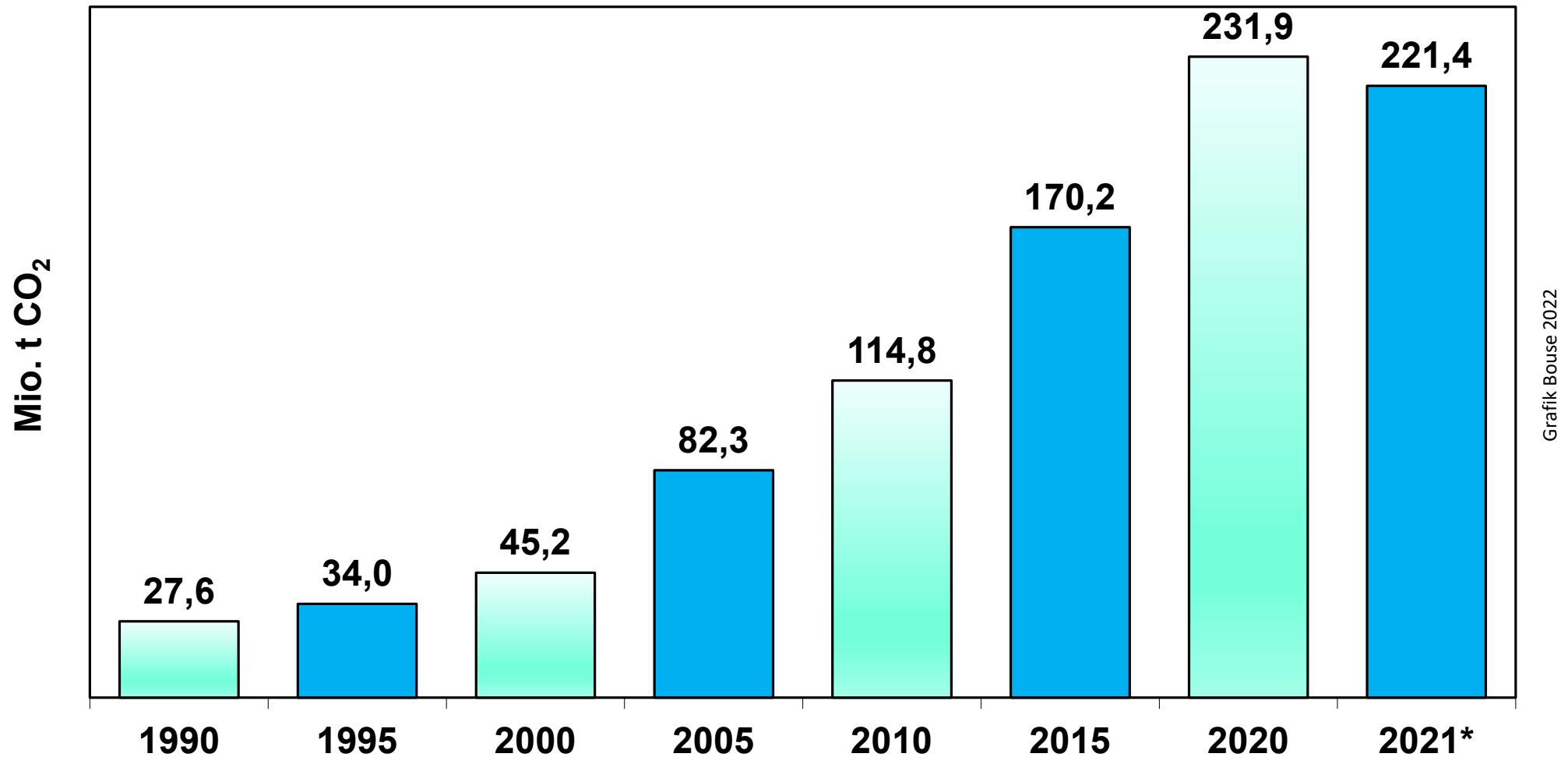
\* Die Aufteilung der Emissionen weicht von der UN-Berichterstattung ab, die Gesamtemissionen sind identisch

Quelle: Umweltbundesamt 11.03.2021

**Minderungsziel der THG-Emissionen im Jahr 2020 gegenüber 1990 von – 40% erfüllt!**

# Entwicklung vermiedene Treibhausgas-Emissionen durch Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland 1990-2021 (1)

Jahr 2021: Gesamt 221,4 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalenten  
Ø 2,7 t CO<sub>2</sub> äquiv. /Kopf



\* Daten 2020 vorläufig, Stand 2/2021

Bevölkerung (J-Durchschnitt) 2020: 83,2 Mio

Quelle: BMWI & AGEE - Entwicklung EE in D 1990-2020, Zeitreihen 2/2021; UBA + AGEE Stat – Erneuerbare Energien in Deutschland 1990-2021, Ausgabe März 2022

Grafik Bouse 2022



# Entwicklung durch erneuerbare Energien **vermiedene Emissionen (THG)** in Deutschland 2010-2021 (2)

**Jahr 2021: Gesamt 221,4 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalenten**  
Ø 2,7 t CO<sub>2</sub> äquiv. /Kopf

Tabelle 7

## Vermiedene Treibhausgasemissionen durch die Nutzung erneuerbarer Energien

	Wasser- kraft	Windenergie		Photo- voltaik	Solar- thermie	Geothermie & Umwelt- wärme	Strom	Biomasse	Kraft- stoffe	Gesamt
		an Land	auf See					Wärme		
Millionen Tonnen CO <sub>2</sub> -Äquivalent										
2010	16,7	27,4	0,1	8,1	1,5	1,0	20,1	33,3	6,5	114,8
2011	14,7	37,6	0,4	14,2	1,8	1,1	22,5	31,7	6,4	130,3
2012	16,6	33,5	0,5	16,6	1,8	1,2	23,3	34,3	7,0	134,8
2013	16,3	36,4	0,6	18,1	1,9	1,3	22,1	34,9	6,4	138,0
2014	15,4	43,2	1,1	23,4	2,0	1,6	27,2	31,2	6,7	151,8
2015	14,8	53,2	6,0	25,4	2,1	1,7	27,6	33,1	6,3	170,2
2016	15,8	49,6	9,1	24,9	2,1	1,9	27,5	32,7	6,9	170,6
2017	14,9	61,3	12,5	24,8	2,2	2,2	26,2	33,3	7,4	184,9
2018	13,2	64,0	13,9	27,7	2,5	2,5	27,1	34,6	7,7	193,3
2019	15,9	76,6	19,0	31,5	2,4	3,0	29,9	36,0	7,5	221,8
2020	14,7	78,9	21,0	34,4	2,5	3,4	30,3	35,7	11,1	231,9
2021	15,4	67,7	18,8	34,4	2,4	3,6	30,3	39,1	9,8	221,4

Quelle: Umweltbundesamt (UBA), Stand: Februar 2022

\* Daten 2021 vorläufig, Stand 3/2022

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt, Zensus 2011) 2021: 83,2 Mio.

Quelle: UBA + AGEE Stat – Erneuerbare Energien in Deutschland 1990-2021, Ausgabe März 2022

## Vermiedene Treibhausgas-Emissionen (THG) durch **Nutzung erneuerbarer Energien** in Deutschland im Jahr 2021 (3)

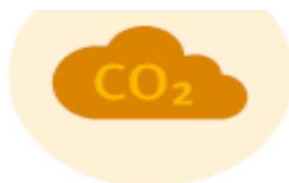
Der Ausbau erneuerbarer Energien trägt wesentlich zur Erreichung der Klimaschutzziele bei. Indem fossile Energieträger durch erneuerbare Energien ersetzt werden, sinken die energiebedingten Treibhausgasemissionen aus Kohle, Gas und Öl. Insgesamt wurden im Jahr 2021 durch den Einsatz erneuerbarer Energien rund 221 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalente vermieden. Durch die gesunkene erneuerbare Strommenge ist dies allerdings weniger als im Vorjahr (232 Mio. t vermiedene Emissionen). Den größten Anteil daran hatte mit rund 87 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalenten die Stromerzeugung aus Windkraft. Insgesamt entfielen auf den Stromsektor rund 167 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalente.

Im Wärmesektor wurden etwa 45 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalente und durch Biokraftstoffe im Verkehr etwa 10 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalente vermieden. Die Berechnungen zur Emissionsvermeidung durch die Nutzung erneuerbarer Energien basieren auf einer Netto-Betrachtung. Dabei werden die durch die Energiebereitstellung aus erneuerbaren Energien verursachten Emissionen mit denen verrechnet, die durch die Substitution fossiler Energieträger vermieden werden. Vorgelagerte Prozessketten zur Gewinnung und Bereitstellung der Energieträger sowie für die Herstellung und den Betrieb der Anlagen (ohne Rückbau) werden dabei berücksichtigt. Nähere Informationen zur Methodik können der Publikation „Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger“ des Umweltbundesamts (siehe Infobox) entnommen werden.

Die Publikation „Emissionsbilanz Erneuerbarer Energieträger“ ist auf den Seiten des Umweltbundesamtes verfügbar unter: [www.umweltbundesamt.de/publikationen/emissionsbilanz-erneuerbarer-energietraeger-2020](https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/emissionsbilanz-erneuerbarer-energietraeger-2020)



# Nettobilanz vermiedene Treibhaus-Emissionen (THG) durch **Einsatz erneuerbarer Energien** in Deutschland 2021 (4)



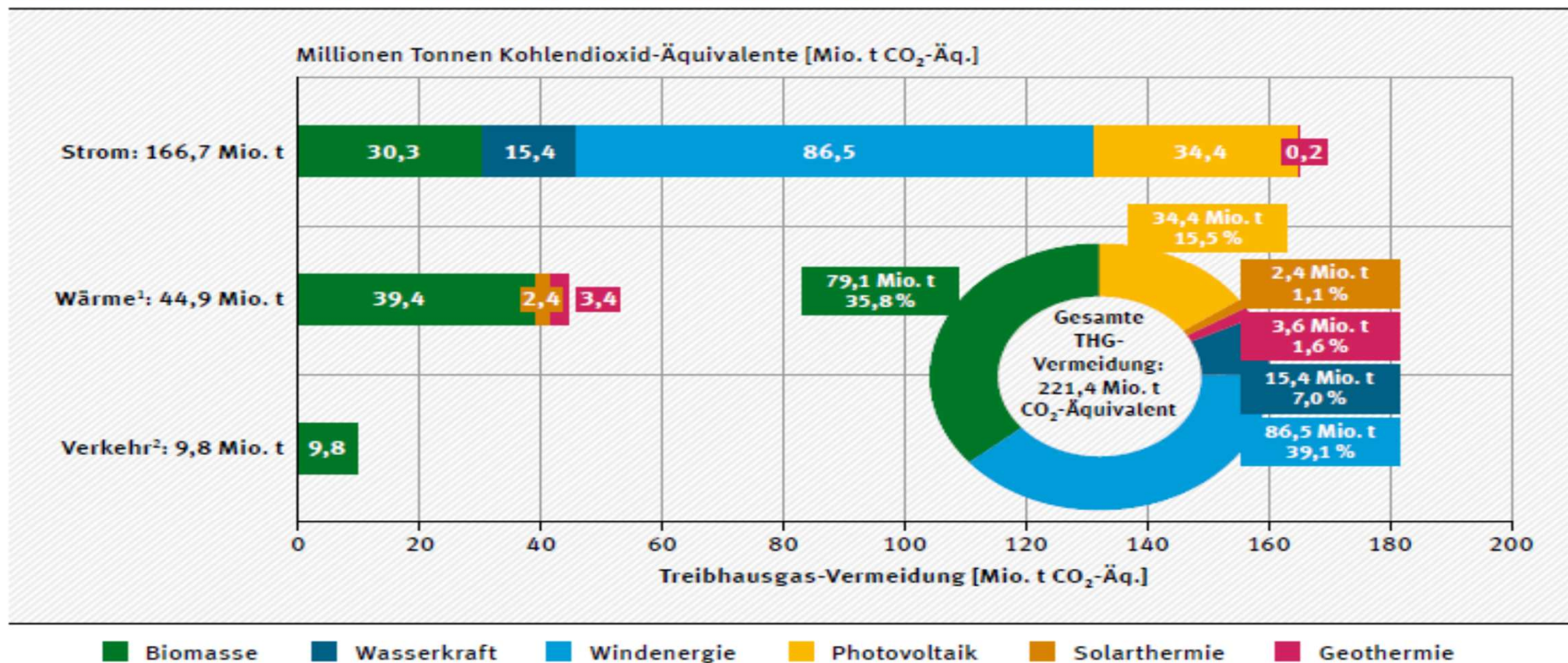
## Erneuerbare Energien vermeiden 221 Millionen Tonnen Treibhausgase

**Gesamt 221,4 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalente**

Strombereich 166,7 Mio. t CO<sub>2</sub>Äquv., (75,3%), Wärmebereich 44,9 Mio. t CO<sub>2</sub>Äquv., (20,3%), Verkehr 9,8 Mio. t CO<sub>2</sub>Äquv., (4,4%)

Abbildung 10

### Vermiedene Treibhausgas-Emissionen durch den Einsatz erneuerbarer Energien im Jahr 2021



<sup>1</sup> ohne Berücksichtigung des Holzkohleverbrauchs

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

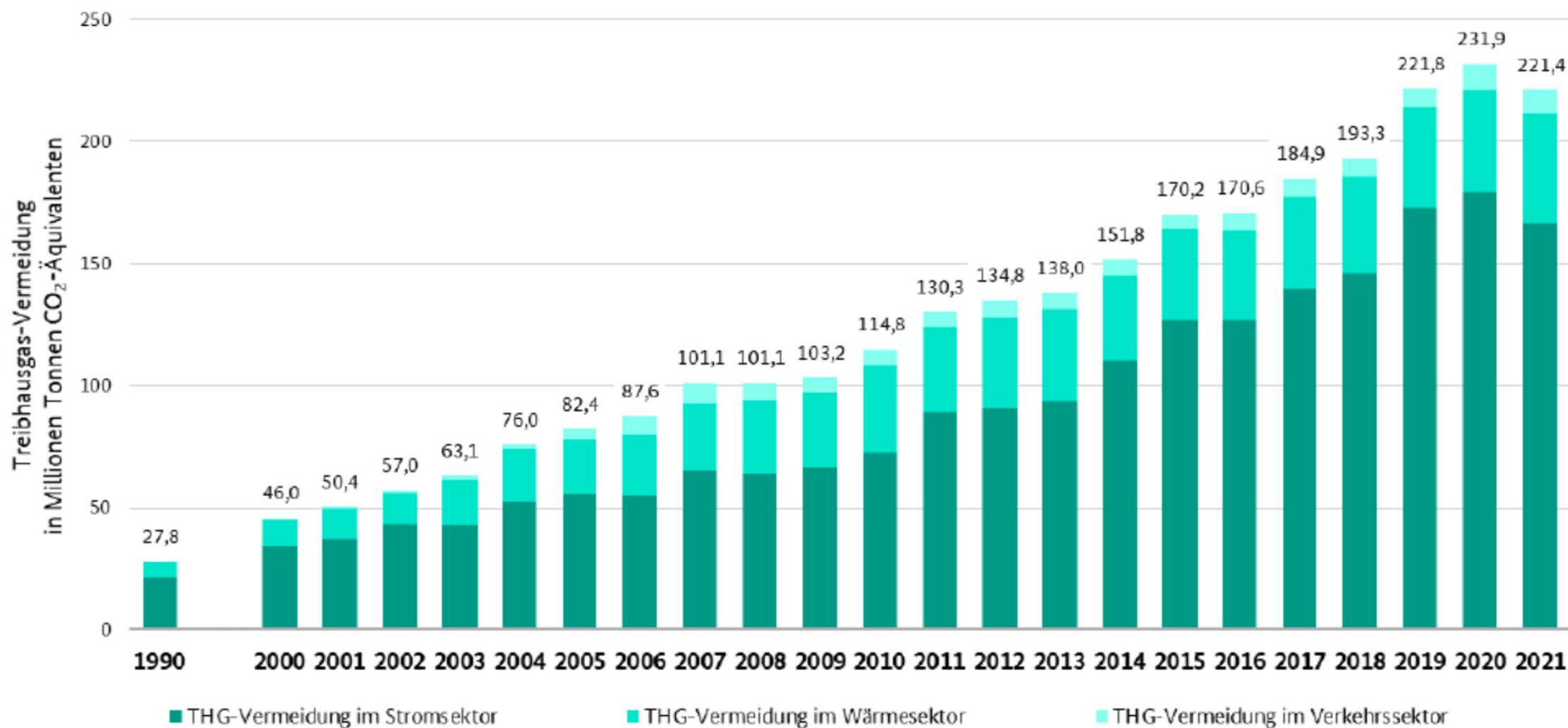
Quelle: Umweltbundesamt (UBA)

# Entwicklung vermiedene Treibhausgas-Emissionen durch Nutzung erneuerbarer Energien nach Sektoren in Deutschland 1990-2021 (5)

**Jahr 2021: Gesamt 221,4 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalente**

Strombereich 166,7 Mio. t CO<sub>2</sub>Äquv., (75,3%), Wärmebereich 44,9 Mio. t CO<sub>2</sub>Äquv., (20,3%), Verkehr 9,8 Mio. t CO<sub>2</sub>Äquv., (4,4%)

## Entwicklung der vermiedenen Treibhausgas-Emissionen durch die Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland nach Sektoren



BMWK auf Basis AGEE-Stat unter Verwendung von Daten des Umweltbundesamtes; Stand: Februar 2022

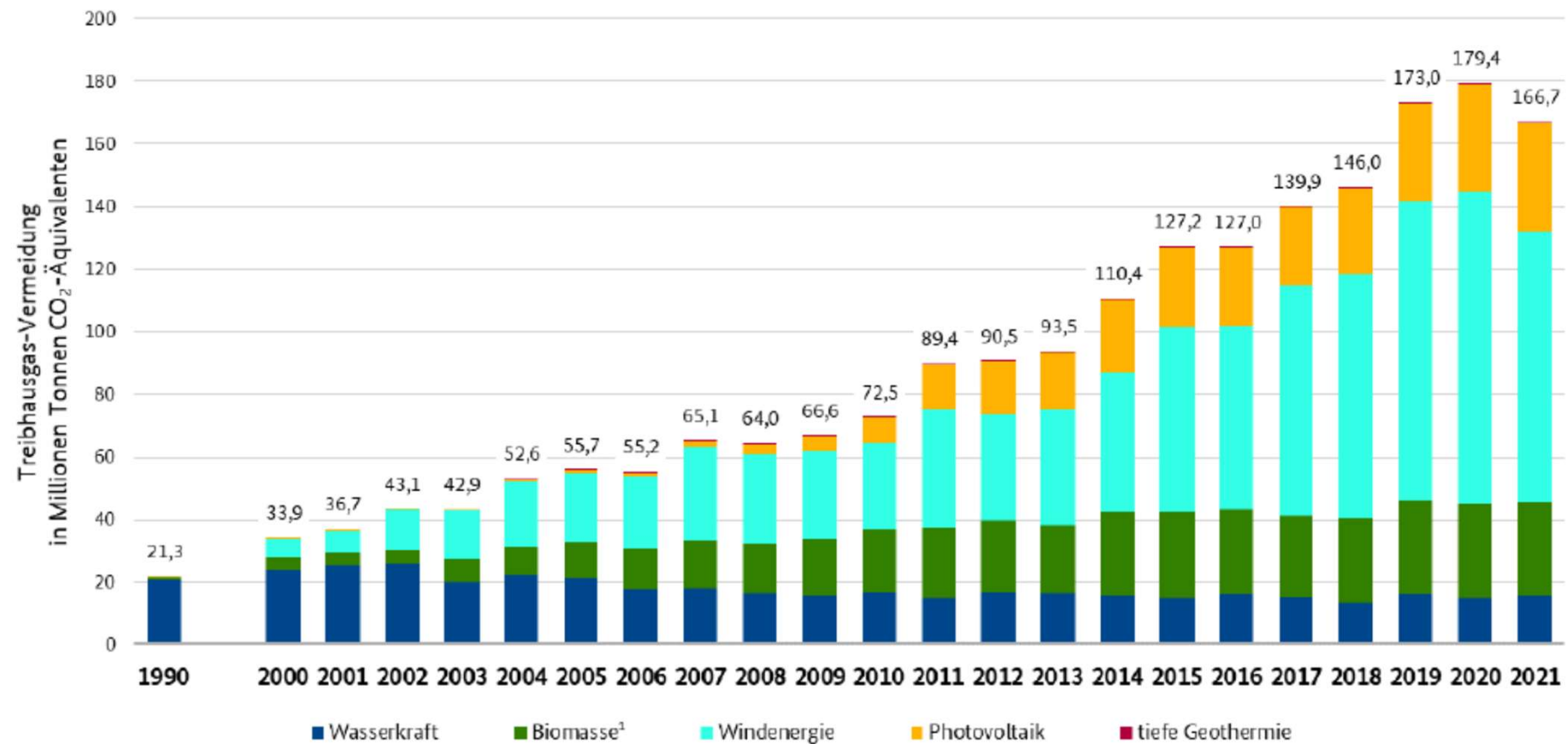
Quelle: UBA aus BMWI - Erneuerbare Energien in Deutschland 2021, Grafik Stand 2/2022



# Entwicklung vermiedene Treibhausgas-Emissionen (THG) durch **Nutzung erneuerbarer Energien im Stromsektor** in Deutschland 1990-2021 (6)

**Jahr 2021: 166,7 Mio. t CO<sub>2</sub>Äquv.,**  
Anteil 75,3% von Gesamt 221,4 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalente

## Entwicklung der vermiedenen Treibhausgas-Emissionen durch die Nutzung erneuerbarer Energien im Stromsektor in Deutschland



<sup>1</sup> inkl. feste, flüssige und gasförmige Biomasse, Klärschlamm sowie dem biogenen Anteil des Abfalls (in Abfallverbrennungsanlagen mit 50 % angesetzt, ab 2008 nur Siedlungsabfälle)

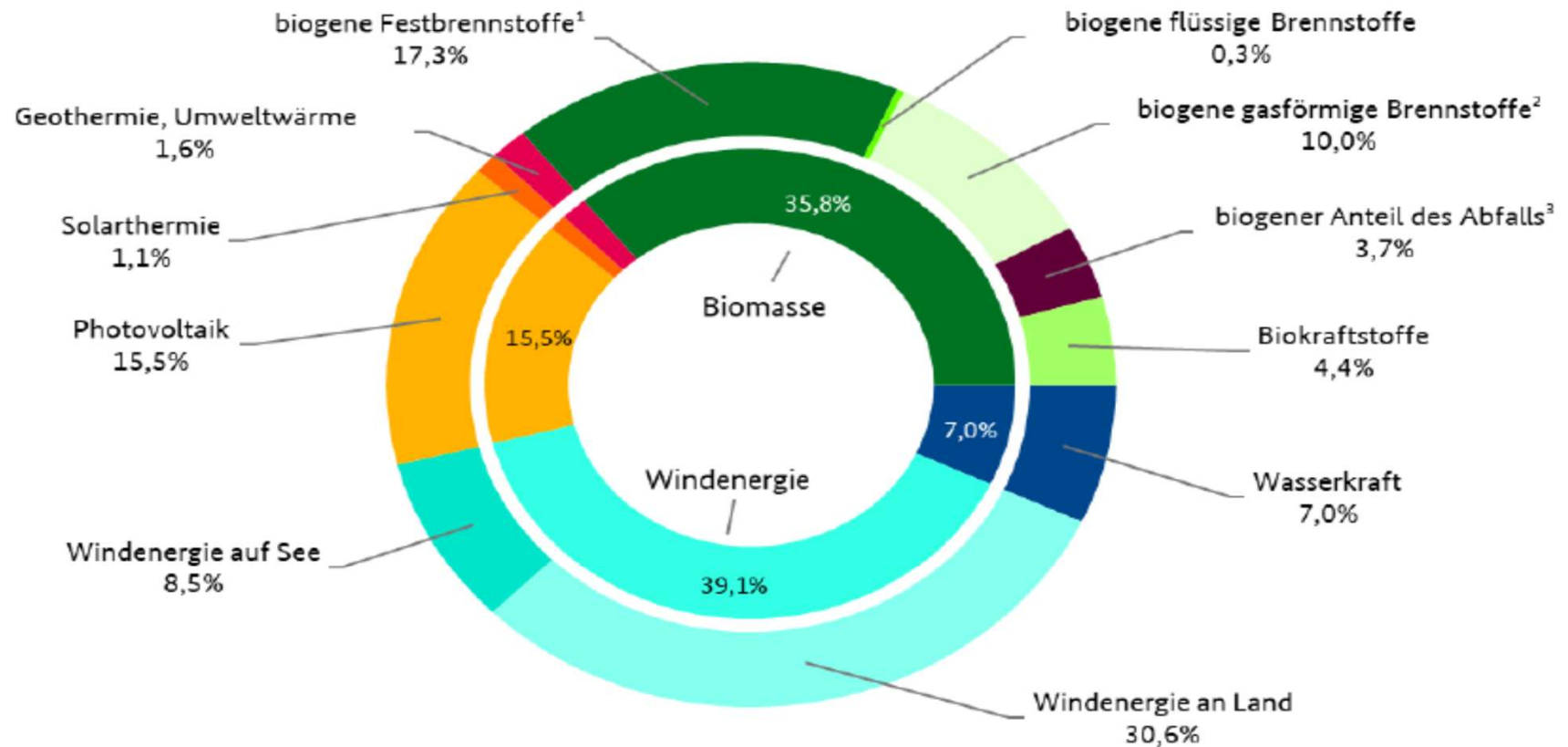
BMWK auf Basis AGEE-Stat unter Verwendung von Daten des Umweltbundesamtes; Stand: Februar 2022

# Vermiedene Treibhausgas-Emissionen (THG) durch **Nutzung erneuerbarer Energien** in Deutschland im Jahr 2021 (7)

**Gesamt 221,4 Mio. t CO<sub>2</sub>Äquv.,**  
Beispiele Anteil Wasserkraft 7,0%,

## Vermiedene Treibhausgas-Emissionen durch die Nutzung erneuerbarer Energien im Jahr 2021

Gesamt: 221,4 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente



<sup>1</sup> inkl. Klärschlamm, ohne Holzkohle; <sup>2</sup> Biogas, Biomethan, Klär- und Deponiegas; <sup>3</sup> biogener Anteil des Abfalls in Abfallverbrennungsanlagen mit 50 % angesetzt  
BMWK auf Basis AGEE-Stat unter Verwendung von Daten des Umweltbundesamtes; Stand: Februar 2022

# Netto-Emissionsbilanz erneuerbarer Energien im Strom-, Wärme- und Verkehrssektor in Deutschland im Jahr 2020 (8)

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

		EE-Stromerzeugung gesamt: 250.157 GWh		EE-Wärmeverbrauch gesamt: 181.703 GWh <sup>5</sup>		EE-Verbrauch im Verkehr gesamt: 38.573 GWh <sup>6,7</sup>		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 <sup>1</sup>	CO <sub>2</sub>	706	176.550	230	41.524	303	11.689	229.764
	CH <sub>4</sub>	0,56	140,8	-0,04	-6,47	-0,10	-3,72	131
	N <sub>2</sub> O	-0,02	-4,2	-0,01	-2,3	-0,05	-2,06	-9
	CO <sub>2</sub> -Äquivalent	715	178.775	226	40.676	285	10.982	230.432
Versauerung <sup>2</sup>	SO <sub>2</sub>	0,22	53,9	0,07	12,4	-0,12	-4,69	62
	NO <sub>x</sub>	0,42	103,9	-0,19	-34,1	0,48	18,36	88
	SO <sub>2</sub> -Äquivalent	0,50	125,1	-0,06	-11,3	0,21	8,05	122
Ozon <sup>3</sup> Staub <sup>4</sup>	CO	-0,30	-75,0	-1,90	-343,0	0,88	33,88	-384
	NM VOC	0,02	5,5	-0,16	-28,8	0,16	6,16	-17
	Staub	0,004	1,0	-0,09	-16,4	-0,01	-0,45	-16

1 Weitere Treibhausgase (SF<sub>6</sub>, FKW, H-FKW) sind nicht berücksichtigt.

2 Weitere Luftschadstoffe mit Versauerungspotenzial (NH<sub>3</sub>, HCl, HF) sind nicht berücksichtigt.

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

4 Staub umfasst hier die Gesamtemissionen an Schwebstaub aller Partikelgrößen.

5 ohne Berücksichtigung des Holzkohleverbrauchs

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

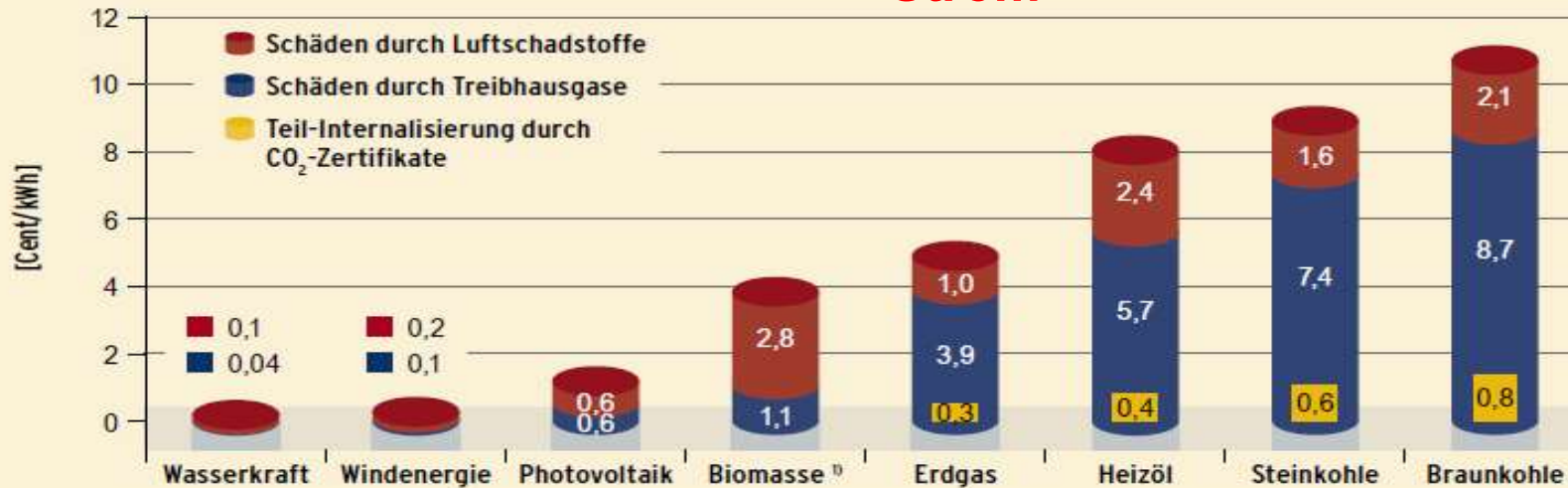
7 auf Basis der Daten Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung BLE

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



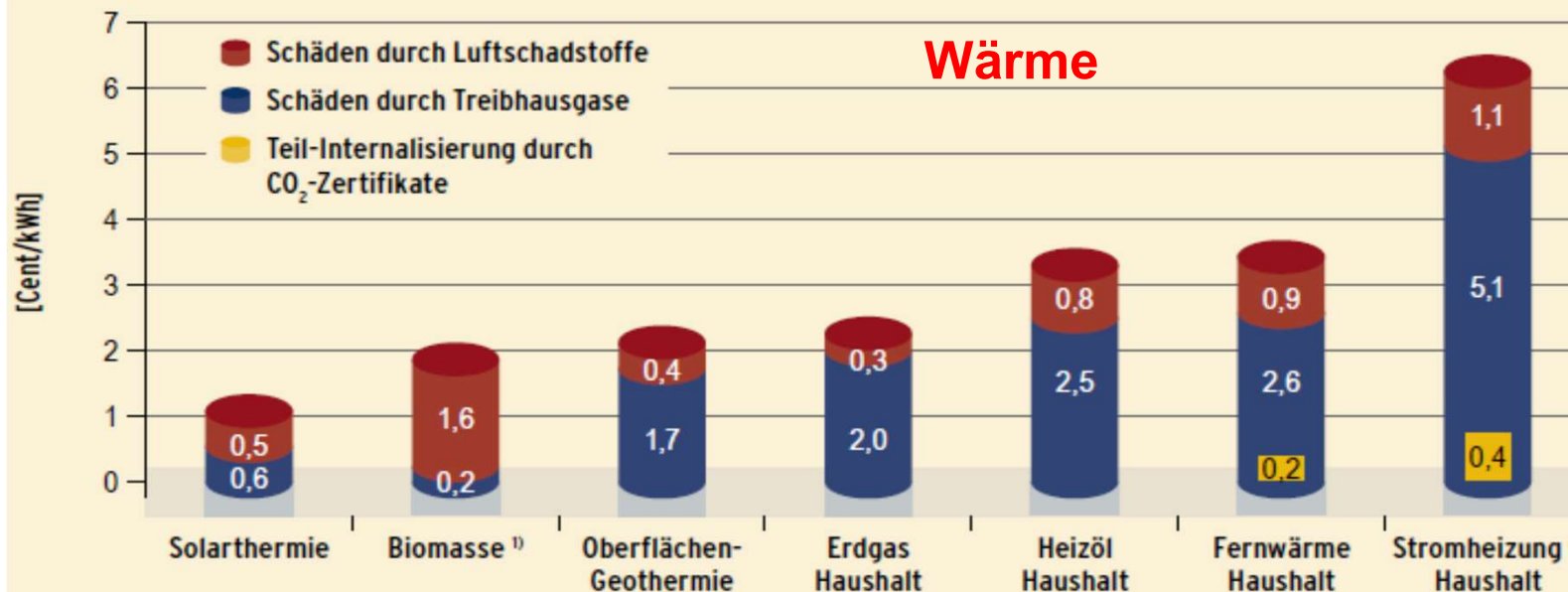
# Spezifische Umweltschäden und CO<sub>2</sub>-Kosten in Cent pro Kilowatt-stunde Strom bzw. Wärme nach Energieträgern in Deutschland 2012

## Strom



vorläufige Werte;  
Anmerkung:  
durchschnittlicher Preis  
für CO<sub>2</sub>-Zertifikate (2012)  
von 7,35 Euro/Tonne  
1) gewichteter Durchschnittswert für  
Biomasse fest, flüssig  
und gasförmig,  
Bandbreite von  
1,9 bis 7,2 Cent/Kilowatt-  
stunde

## Wärme



vorläufige Werte;  
Anmerkung:  
durchschnittlicher Preis  
für CO<sub>2</sub>-Zertifikate (2012)  
von 7,35 Euro/Tonne  
1) gewichteter Durchschnittswert für  
Biomasse gasförmig,  
flüssig und fest (Haus-  
halte und Industrie),  
Bandbreite von 0,3  
bis 3,2 Cent/Kilowatt-  
stunde  
2) mit Netzverlusten



# **Fazit und Ausblick**

# Status Quo 2018/19 und quantitative Ziele der Energiewende der Bundesregierung Deutschland bis 2020-50

Tabelle 2.2: Quantitative Ziele der Energiewende und Status quo (2018, 2019)

	2018	2019	2020	2030	2040	2050
<b>TREIBHAUSGASEMISSIONEN</b>						
Treibhausgasemissionen (ggü. 1990)*	-31,5%	-35,1%	mind. -40%	mind. -55%		Treibhausgasneutralität
<b>ERNEUERBARE ENERGIEN</b>						
Anteil am Bruttoendenergieverbrauch	16,8%	17,4%	18%	30%	45%	60%
Anteil am Bruttostromverbrauch	37,8%	42,0%	mind. 35%	65%**		***
Anteil am Wärmeverbrauch	14,8%	14,7%	14%			
<b>EFFIZIENZ UND VERBRAUCH</b>						
Primärenergieverbrauch (ggü. 2008)	-8,7%	-11,1%	-20%	-30% →		-50%
Endenergieproduktivität (2008-2050)	1,6% pro Jahr	1,4% pro Jahr	2,1% pro Jahr			
Bruttostromverbrauch (ggü. 2008)	-4,2%	-6,9%	-10%	→		-25%
Nicht erneuerbarer Primärenergieverbrauch Gebäude (bzw. Primärenergiebedarf) (ggü. 2008)	-26,0%	-23,6%	→	-55%		
Wärmebedarf Gebäude (ggü. 2008)	-14,4%	-10,9%	-20%			
Endenergieverbrauch Verkehr (ggü. 2005)	6,1%	7,2%	-10%	→		-40%

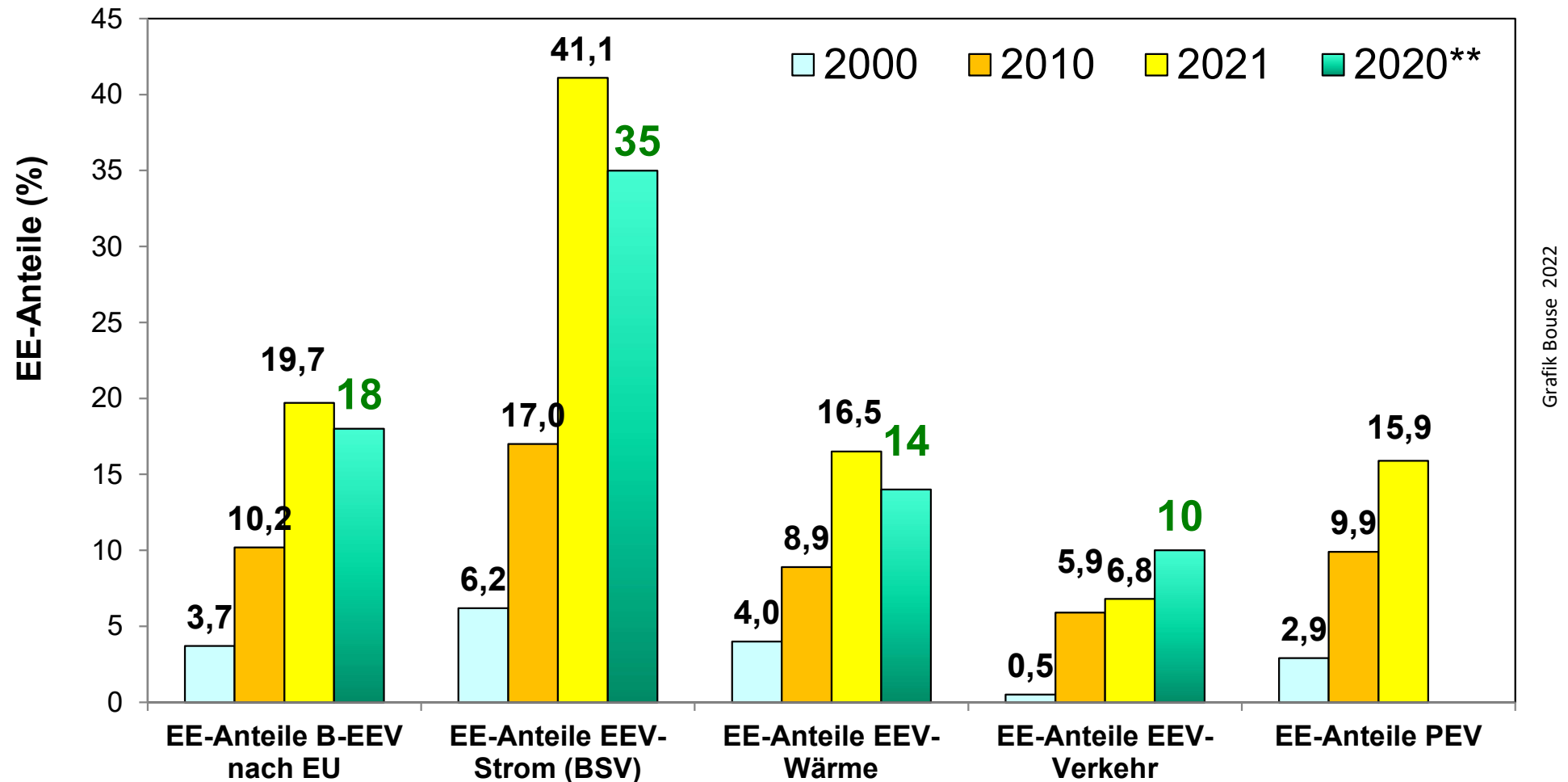
Quelle: Eigene Darstellung BMWi 09/2020.

\*Die angegebenen Ziele für die Jahre 2020, 2030, 2040 und 2050 stellen die derzeit bestehenden, politischen Treibhausgasminderungsziele Deutschlands dar.

\*\*Ziel nach Klimaschutzprogramm 2030 und nach EEG2021. Voraussetzung hierfür ist ein weiterer zielstrebig, effizienter, netzsynchroner und zunehmend marktorientierter Ausbau der erneuerbaren Energien in den kommenden Jahren. Hierfür ist der weitere Ausbau der Stromnetze zentral.

\*\*\*Das EEG 2021 sieht nach dem Gesetzentwurf der Bundesregierung von September 2020 vor, dass vor dem Jahr 2050 der gesamte Strom, der im Bundesgebiet erzeugt oder verbraucht wird, treibhausgasneutral erzeugt wird.

# Entwicklung der Anteile erneuerbarer Energien (EE) an der Energiebereitstellung in Deutschland 2000 bis 2021, Ziele Bundesregierung 2020



\* Daten 2021 vorläufig, Stand 2/2022

\*\* Ziele der Bundesregierung 2020

B-EEV = Brutto-Endenergieverbrauch, BSV = Bruttostromverbrauch; PEV = Primärenergieverbrauch, EEV-Wärme, Verkehr Endenergieverbrauch Wärme, Verkehr

## Fazit und Ausblick

### Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland 2021, Ziele bis 2050

#### Monitoring der Energiewende

Im Oktober 2011 hat die Bundesregierung den Monitoring- Prozess „Energie der Zukunft“ beschlossen. Dieser dient dem Ziel, die Umsetzung des beschlossenen Maßnahmenprogramms zur Energiewende und des Energiekonzepts einschließlich der darin enthaltenen Ziele zu überprüfen, um bei Bedarf nachsteuern zu können. Im Rahmen dieses Prozesses hat die Bundesregierung im Juni 2018 den sechsten jährlichen Monitoringbericht veröffentlicht. Alle drei –fünf Jahre – erstmals im 2014 – hat die Bundesregierung zudem einen 1. Fortschrittsbericht vorgelegen. Der 2. Fortschrittsbericht wurde im Juni 2019 vorgelegt. Die Berichte werden u. a. von einem vierköpfigen Expertengremium begutachtet.

**Das Jahr 2021** ergab vorläufig folgende Anteile der erneuerbaren Energien an der Energieversorgung in Deutschland:

- am Primärenergieverbrauch (PEV)	15,9%
- am Brutto-Endenergieverbrauch (B-EEV) nach RL-EU	19,7%
- am Endenergieverbrauch (EEV)	20,4%
- am Bruttostromverbrauch (BSV)	41,1%
- am Endenergieverbrauch Wärme und Kälte (EEV-Wärme/Kälte)	16,5%
- am Endenergieverbrauch Verkehr (EEV-Verkehr)	6,8%

Bei der Vermeidung von Treibhausgasemissionen (THG) durch die Nutzung erneuerbarer Energien konnten 221,4 Mio t vermieden werden.

**Bis zum Jahr 2020** sollte der Anteil der erneuerbaren Energien am Brutto-Endenergieverbrauch auf 18%, am Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte gemäß EEWärmeG auf 14 Prozent und am Endenergieverbrauch im Verkehrssektor auf 10% nach EU-Richtlinie 2009/28/EG ansteigen. Desweiteren soll der Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch auf 35% ansteigen.

Diese Ziele tragen u. a. mit dazu bei, die Treibhausgasemissionen in Deutschland bis zum Jahr 2020 (bezogen auf das Jahr 1990) um mindestens 40 Prozent und bis zum Jahr 2050 um mindestens 80 bis 95 Prozent zu senken. Dabei soll der gesamte Stromverbrauch bis zum Jahr 2020 um zehn Prozent und bis zum Jahr 2050 um 25 Prozent sowie der Primärenergieverbrauch bis 2020 um 20 Prozent und bis 2050 um 50 Prozent gesenkt werden.



# Langfristiges realisierbares, nachhaltiges Nutzungspotenzial erneuerbare Energien für Strom-, Wärme und Kraftstofferzeugung in Deutschland 2011/21 (1)

**Jahr 2021: Gesamter EE-Endenergieverbrauch 472,4 TWh, realisierbarer Ertrag 1.740 TWh (780 + 960)**

Beispiel Stromnutzung Biomasse: Endenergie 50,3 TWh, realisierbarer Ertrag 60 TWh

	2021	Endenergie 2011	realisierbare Potenziale Ertrag	Leistung	Kommentare
		[TWh]	[TWh/a]	[MW]	
<b>Stromerzeugung</b>					
Wasserkraft <sup>1)</sup>	19,1	18,1	25	5.200	Laufwasser und natürlicher Zufluss zu Speichern
Windenergie <sup>2)</sup>		48,9			
an Land	98,5	48,3	175	70.000	Leistung berechnet auf Basis des Durchschnittswerts 2.600 h/a
auf See (Offshore)	24,4	0,6	280	70.000	Leistung berechnet auf Basis des Durchschnittswerts 4.000 h/a
Biomasse <sup>3)</sup>	50,3	36,9	60	10.000	Erzeugung teilweise in Kraft-Wärme-Kopplung
Photovoltaik	50,0	19,3	150	165.000 <sup>4)</sup>	nur geeignete Dach-, Fassaden- und Siedlungsflächen
Geothermie	0,3	0,02	90	15.000	Bandbreite 66 – 290 TWh je nach Anforderungen an eine Wärmenutzung (Kraft-Wärme-Kopplung)
<b>Summe</b>	<b>233,6</b>	<b>133,2</b>	<b>780</b>		
<b>Anteil bezogen auf den Bruttostromverbrauch 2011</b>	<b>41,1%</b>	<b>20,3 %</b>	<b>128,8 %</b>		

Importe von Energieträgern auf der Basis erneuerbarer Energien sind in den Angaben nicht enthalten.

1) ohne Meeresenergie

2) vorläufige Werte (laufende gutachterliche Untersuchung)

3) einschließlich des biogenen Abfalls

4) Leistungsangabe bezogen auf die Modulleistung (MWp), die korrespondierende Wechselstromleistung beträgt ungefähr 150 Gigawatt

# Langfristig realisierbares, nachhaltiges Nutzungspotenzial **erneuerbarer Energien** für **Strom-, Wärme und Kraftstofferzeugung** in Deutschland 2011/21 (2)

**Jahr 2021: Gesamter EE-Endenergieverbrauch 457,6 TWh, realisierbarer Ertrag 1.740 TWh (780 + 960)**

Beispiel Wärmenutzung : Endenergie 234,1 TWh, realisierbarer Ertrag 320 TWh

	Jahr 2021	Endenergie 2011	realisierbare Ertrag	Poten- ziale Leistung	Kommentare
<b>Wärmerzeugung</b>		[TWh]	[TWh/a]		
Biomasse <sup>3)</sup>	171,5	131,6	170		einschließlich Nutzwärme aus Kraft-Wärme-Kopplung
Geothermie + Umweltwärme Ge 1,5 + 17,9	19,2	6,3	300		nur Energiebereitstellung aus hydrothermalen Quellen
Solarthermie	8,5	5,6	400		nur geeignete Dach- und Siedlungsflächen
Summe (16,5%)	199,4	143,5	870		
Anteil bezogen auf Endenergieverbrauch für Wärme 2011 <sup>5)</sup>		11,0 %	66,6 %		
<b>Kraftstoffe</b>		[TWh]	[TWh/a]		
Biomasse ohne Strom	34,3	34,2	90		2,35 Mio. ha Anbaufläche für Energiepflanzen (von insgesamt 4,2 Mio. ha Anbaufläche)
Summe	39,4	34,2	90		
Anteil bezogen auf den Kraftstoffverbrauch 2011	6,8	5,5 %	14,5 %		
Anteil, bezogen auf den gesamten Endenergieverbrauch 2011	472,6 20,4%	12,5 %	72,1 %		Der prozentuale Anteil des EE-Nutzungspotenzials erhöht sich durch Steigerung der Energieeffizienz und Energieeinsparung, so dass langfristig eine Vollversorgung mit erneuerbaren Energien möglich ist.

Importe von Energieträgern auf der Basis erneuerbarer Energien sind in den Angaben nicht enthalten.

1) ohne Meeresenergie

2) vorläufige Werte (laufende gutachterliche Untersuchung)

3) einschließlich des biogenen Abfalls

4) Leistungsangabe bezogen auf die Modulleistung (MW<sub>p</sub>), die korrespondierende Wechselstromleistung beträgt ungefähr 150 Gigawatt

5) Raumwärme, Warmwasser- und sonstige Prozesswärme

# Wasserkraft in der EU-27

## Wasserkraft in der EU-27

Wasserkraft ist eine erneuerbare Energiequelle, die Strom aus der Bewegung von Wasser erzeugt. Wasserkraftwerke nutzen die potenzielle oder kinetische Energie von Wasser, um Turbinen anzutreiben, die Generatoren antreiben.

- Die EU-27 hat im Jahr 2021 rund 30 Millionen Tonnen Rohöleinheiten (RÖE) Bruttostrom aus Wasserkraft erzeugt<sup>1</sup>. Dies entspricht etwa 8,5 Prozent der gesamten Bruttostromerzeugung in der EU-27.
- Die EU-27 hat im Jahr 2021 rund 26 Millionen Tonnen RÖE Wasserkraft verbraucht<sup>2</sup>. Dies entspricht etwa 9,2 Prozent des gesamten Endenergieverbrauchs in der EU-27.
- Die EU-27 hat eine EU-Taxonomie für Wasserkraft und Kleinwasserkraft entwickelt, um die Nachhaltigkeit und den Klimaschutz dieser Energieform zu bewerten und zu fördern<sup>3</sup>. Die EU-Taxonomie legt technische Kriterien fest, die Wasserkraftwerke erfüllen müssen, um als ökologisch nachhaltig zu gelten.

## Weitere Informationen

Stromerzeugung aus Wasserkraft in der EU bis 2021; EU-Taxonomie für Wasserkraft und Kleinwasserkraft; Verbrauch von Strom aus Wasserkraft in der Europäischen Union bis 2021

Quellen: Microsoft BING Chat mit GPT 4 (KI), 12/2023 aus 1. [de.statista.com](https://de.statista.com/statistik/daten/tabelle/statistik/?t=1000000&id=1000000); 2. [de.statista.com](https://de.statista.com/statistik/daten/tabelle/statistik/?t=1000000&id=1000000); 3. [wasserkraft-deutschland.de](https://wasserkraft-deutschland.de/); 4. [de.statista.com](https://de.statista.com/statistik/daten/tabelle/statistik/?t=1000000&id=1000000); 5. [wasserkraft-deutschland.de](https://wasserkraft-deutschland.de/); 6. [de.statista.com](https://de.statista.com/statistik/daten/tabelle/statistik/?t=1000000&id=1000000); 7. [de.wikipedia.org](https://de.wikipedia.org/)

# **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.*



# Zahlen und Fakten

## Baden-Württemberg und die Europäischen Union EU-27 plus, Stand 2/2023 (1)

Merkmal	Jahr <sup>1)</sup>	Einheit	Europäische Union 27	Baden-Württemberg	Deutschland	Niederlande	Dänemark	Estland	Finnland	Frankreich	Griechenland	Irland	Italien	Kroatien	Lettland	Litauen	Luxemburg	Malta
<b>Fläche</b>	2021	1 000 km <sup>2</sup>	4 225	36	358	37	43	45	338	639	132	70	302	57	65	65	3	0,3
<b>Hauptstadt</b>			Brüssel	Stuttgart	Berlin	Amsterdam	Kopenhagen	Tallinn	Helsinki	Paris	Athen	Dublin	Rom	Zagreb	Riga	Vilnius	Luxemburg	Valletta
<b>Bevölkerung</b>																		
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
<b>Bildung</b>																		
Schüler/-innen und Studierende <sup>2)</sup>	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 <sup>3)</sup>	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
<b>Wirtschaft und Erwerbstätigkeit</b>																		
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 <sup>4)</sup>	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
<b>Verkehr und Umwelt</b>																		
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 <sup>5)</sup>	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
<b>Lebensstandard und Lebensgewohnheiten</b>																		
Europawahl <sup>6)</sup>	2019	Wahlbeteiligung in %	50,7	64,0	61,4	41,9	66,1	37,6	40,8	50,1	58,7	49,7	54,5	29,9	33,5	53,5	84,2	72,7
Mehrwertsteuer	23.03.2022	Normalsatz in %	-	19	19	21	25	20	24	20	24	23	22	25	21	21	17	18
Einzelpersonen, die täglich das Internet benutzen	2022	%	83	87	85	93	94	87	92	83	77	95	82	77	86	82	92	89,51
Haushalte mit Breitbandzugang	2021	%	90	88	89	99	92	91	95	88	85	93	88	86	89	86	97	91

1) Aktuellstes Jahr, bzw. letztes verfügbares Jahr, teilweise vorläufige Zahlen. – 2) Ohne Promotionsstudium. – 3) Zuordnung nationaler Bildungsprogramme zur ISCED 2011; Tertiärbereich ISCED 5-8. – 4) Anteil der Erwerbslosen im Alter von 15 bis unter 25 Jahren an den Erwerbspersonen dieser Altersgruppe in %. – 5) Europäische Union 28.



# Zahlen und Fakten

## Baden-Württemberg und die Europäischen Union EU-27 plus, Stand 2/2023 (2)

Merkmal	Jahr <sup>1)</sup>	Einheit	Europäische Union 27	Baden-Württemberg	Deutschland	Niederlande	Österreich	Polen	Portugal	Rumänien	Schweden	Slowakei	Slowenien	Spanien	Tschechien	Ungarn	Zypern	nachrichtlich: Vereinigtes Königreich
<b>Fläche</b>	2021	1 000 km <sup>2</sup>	4 225	36	358	37	84	312	92	238	447	49	20	506	79	93	9	244
<b>Hauptstadt</b>			Brüssel	Stuttgart	Berlin	Amsterdam	Wien	Warschau	Lissabon	Bukarest	Stockholm	Bratislava	Ljubljana	Madrid	Prag	Budapest	Nikosia	London
<b>Bevölkerung</b>																		
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	–
<b>Bildung</b>																		
Schüler/-innen und Studierende <sup>2)</sup>	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 <sup>3)</sup>	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	–
<b>Wirtschaft und Erwerbstätigkeit</b>																		
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 <sup>4)</sup>	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	–
<b>Verkehr und Umwelt</b>																		
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 <sup>5)</sup>	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	–
<b>Lebensstandard und Lebensgewohnheiten</b>																		
Europawahl <sup>6)</sup>	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.

# Erneuerbare Energien in der Europäischen Union (EU-27), Stand 10/2023 (1)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## Anmerkungen:

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

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

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



# Erneuerbare Energien in der Europäischen Union (EU-27), Stand 10/2023 (2)

## Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in der EU

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

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

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

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

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

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

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

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

## Windenergienutzung

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

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

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

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

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



# Erneuerbare Energien in der Europäischen Union (EU-27), Stand 10/2023 (3)

## Stromerzeugung aus Solarenergie

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

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

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

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

## Erneuerbare Energien in der Wärmeversorgung

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

Da im Hinblick auf die Wärmewende 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].

# Erneuerbare Energien in der Europäischen Union (EU-27), Stand 10/2023 (4)

## Umwelt- und Erdwärme

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

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

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

## Erneuerbare Energien im Verkehrssektor

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

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

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

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

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

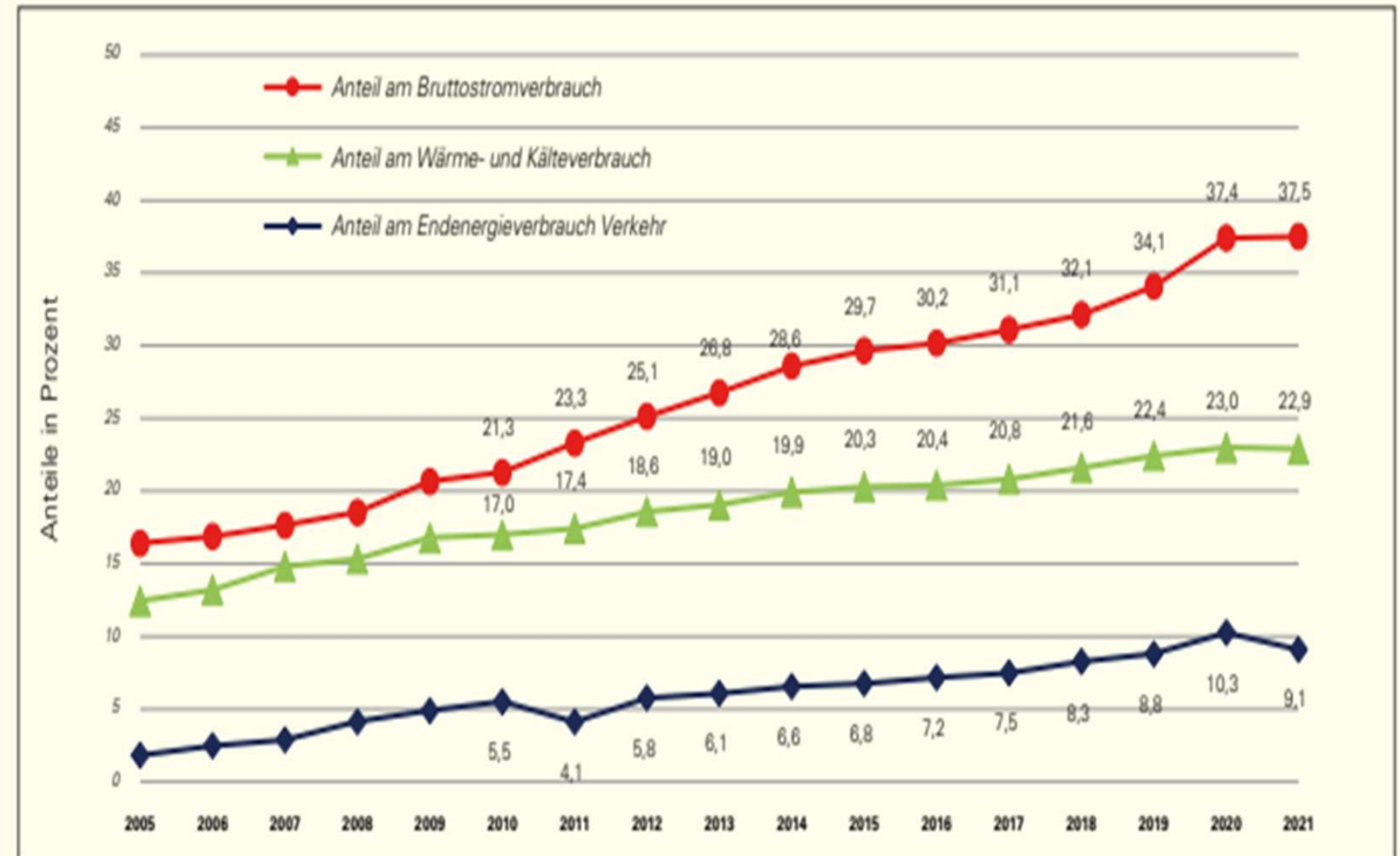


# Entwicklung der Anteile der erneuerbaren Energien an der Energie- und Stromversorgung in der EU-27 2004-2021 nach UM BW-ZSW (1)

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 Verkehrsbereich.

ENTWICKLUNG DES ANTEILS DER ERNEUERBAREN ENERGIEN AN DER ENERGIEVERSORGUNG IN DER EUROPÄISCHEN UNION



Quellen: [32]

## Anmerkung:

Datenstand 09/2023; EU-Anteile auf Grundlage der EU-Richtlinien (EU-RL 2018/2001, RED II) berechnet. Die Anteile können deshalb nicht direkt mit den Angaben in der Grafik zur Entwicklung des Anteils der erneuerbaren Energien an der Energieversorgung in Deutschland verglichen werden. Die Abweichungen basieren auf unterschiedlichen Datenquellen und abweichenden Bilanzierungsmethoden. Informationen zur aktuellen Entwicklung erneuerbaren Energien in der EU werden auf der Internetseite von Eurostat [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG\\_IND\\_REN/default/table](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG_IND_REN/default/table) veröffentlicht. Der aktuelle Statusbericht Deutschlands ist auf der Internetseite der Europäischen Kommission unter <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020D-C0952&from=EN> publiziert.

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

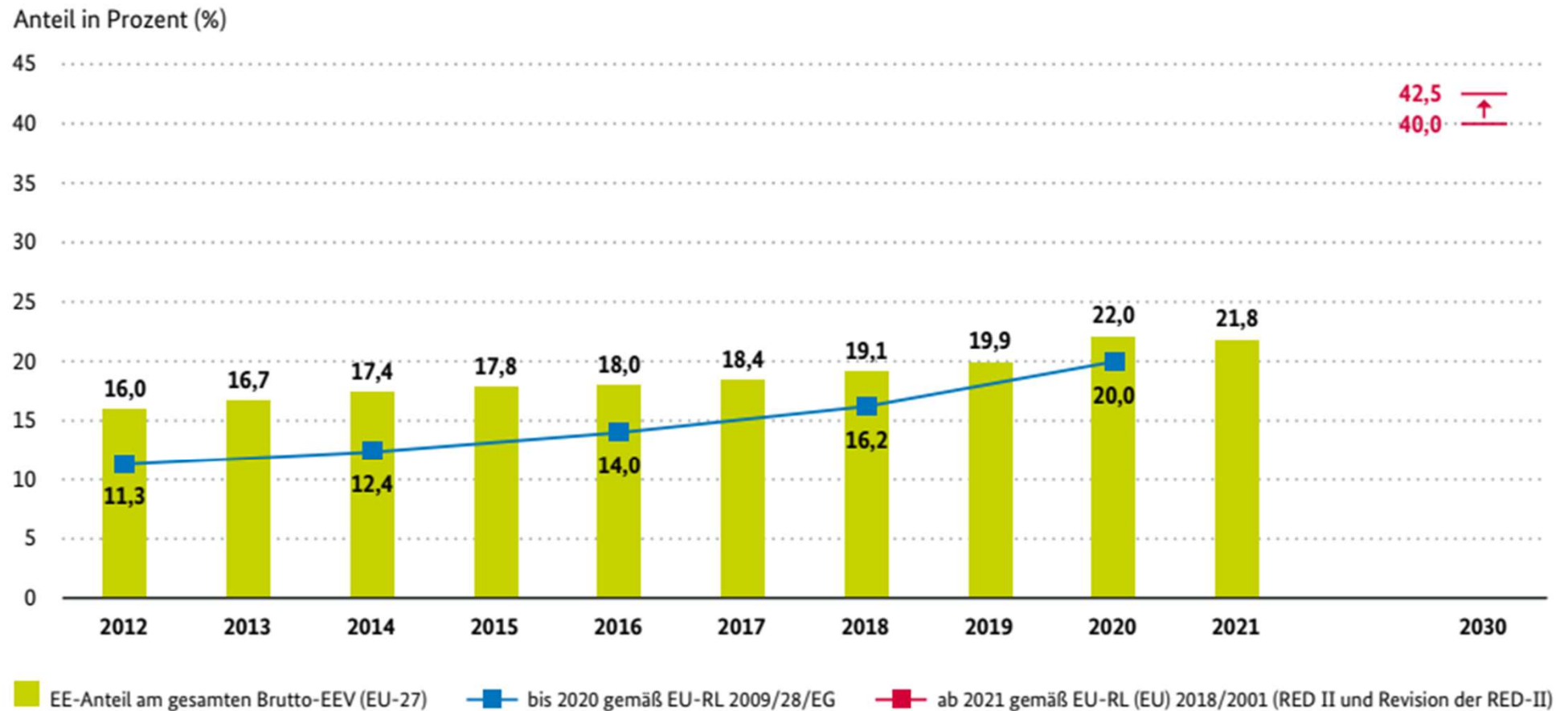


# Entwicklung Anteil erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch (Brutto-EEV) in der EU-27 2004-2021, Ziel bis 2030 nach Eurostat (2)

EE-Anteile am BEEV: EU-27 21,8%

Beitrag EE EU-27 1.101,9 TWh

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



Quelle: Eurostat (NRG\_IND\_REN) [27]

# Entwicklung **EE-Anteile** am Bruttoendenergieverbrauch (BEEV) und Bruttoendenergieverbrauch Strom (BEEV-Strom) der Länder EU-27 von 2005-2021 **nach Eurostat** (1)

Jahr 2021 - EE-Anteile am BEEV: EU-27 21,8%, D 19,2%

Beitrag EE EU-27 1.101,9 TWh

Jahr 2021 - EE-Anteile am BSV: EU-27 37,5%, D 43,7%

Beitrag EE EU-27 1.101,9 TWh von 2.913,8 TWh BEEV = BSV

Bruttoendenergieverbrauch Strom (BEEV) = Bruttostromverbrauch (BSV) 1)

Tabelle 28: Anteile der erneuerbaren Energien am gesamten Bruttoendenergieverbrauch und am Bruttoendenergieverbrauch Strom in den EU-Mitgliedstaaten

	EE-Anteile am Bruttoendenergieverbrauch (%)					EE-Anteile am Bruttoendenergieverbrauch Strom <sup>1</sup> (%)				
	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
<b>Region EU-27</b>	<b>10,2</b>	<b>14,4</b>	<b>17,8</b>	<b>22,0</b>	<b>21,8</b>	<b>16,4</b>	<b>21,3</b>	<b>29,7</b>	<b>37,4</b>	<b>37,5</b>

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

1 Für die Berechnung der Anteile der erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch wurde die Stromerzeugung aus Windenergie und Wasserkraft mittels der in der EU-Richtlinie definierten Normalisierungsregel berechnet.

Quelle: Eurostat (NRG\_IND\_REN) [27]

1) Bruttostromverbrauch (BSV) = Bruttostromerzeugung (BSE) + Import - Export; nicht nach Vorgaben der EU-Richtlinie berechnet!

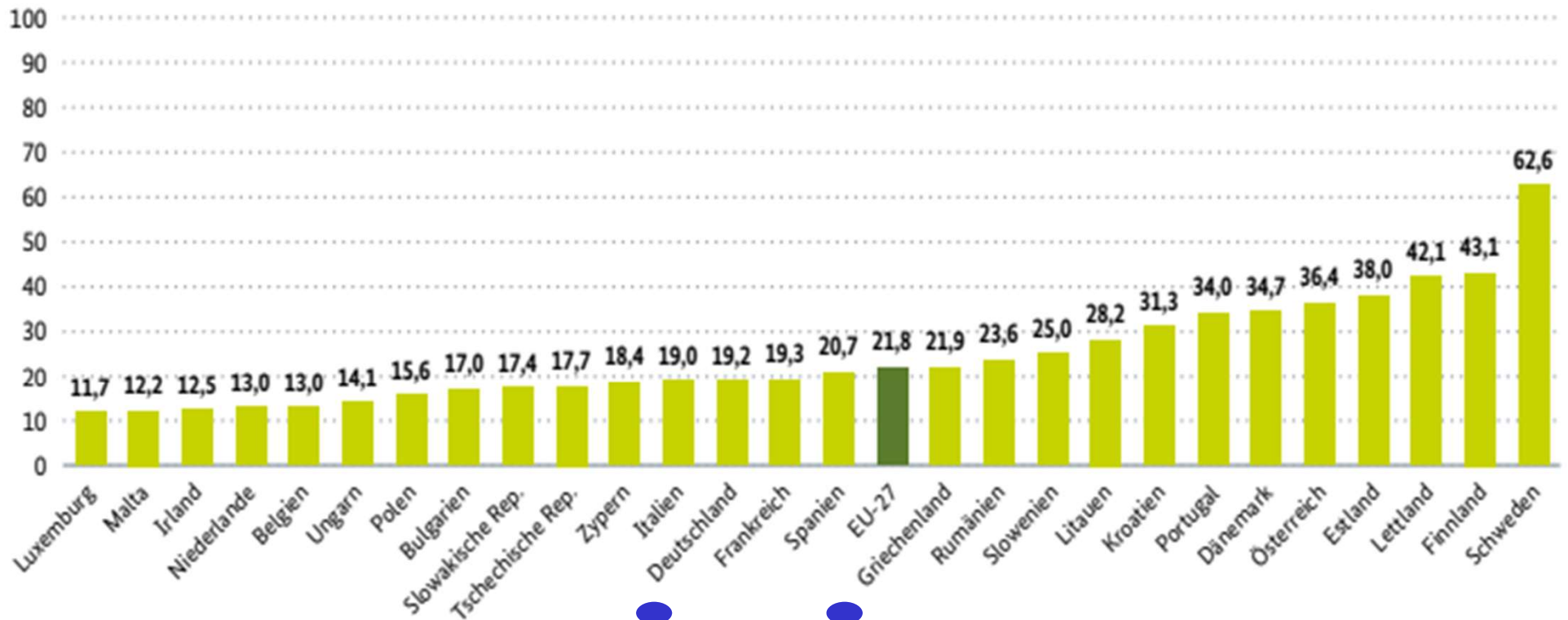
## EE-Anteile am gesamten Bruttoendenergieverbrauch (BEEV) der Länder EU-27 im Jahr 2021 **nach Eurostat** (2)

EE-Anteile am BEEV: EU-27 21,8%, D 19,2%

Beitrag EE EU-27 1.101,9 TWh

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

in Prozent (%)

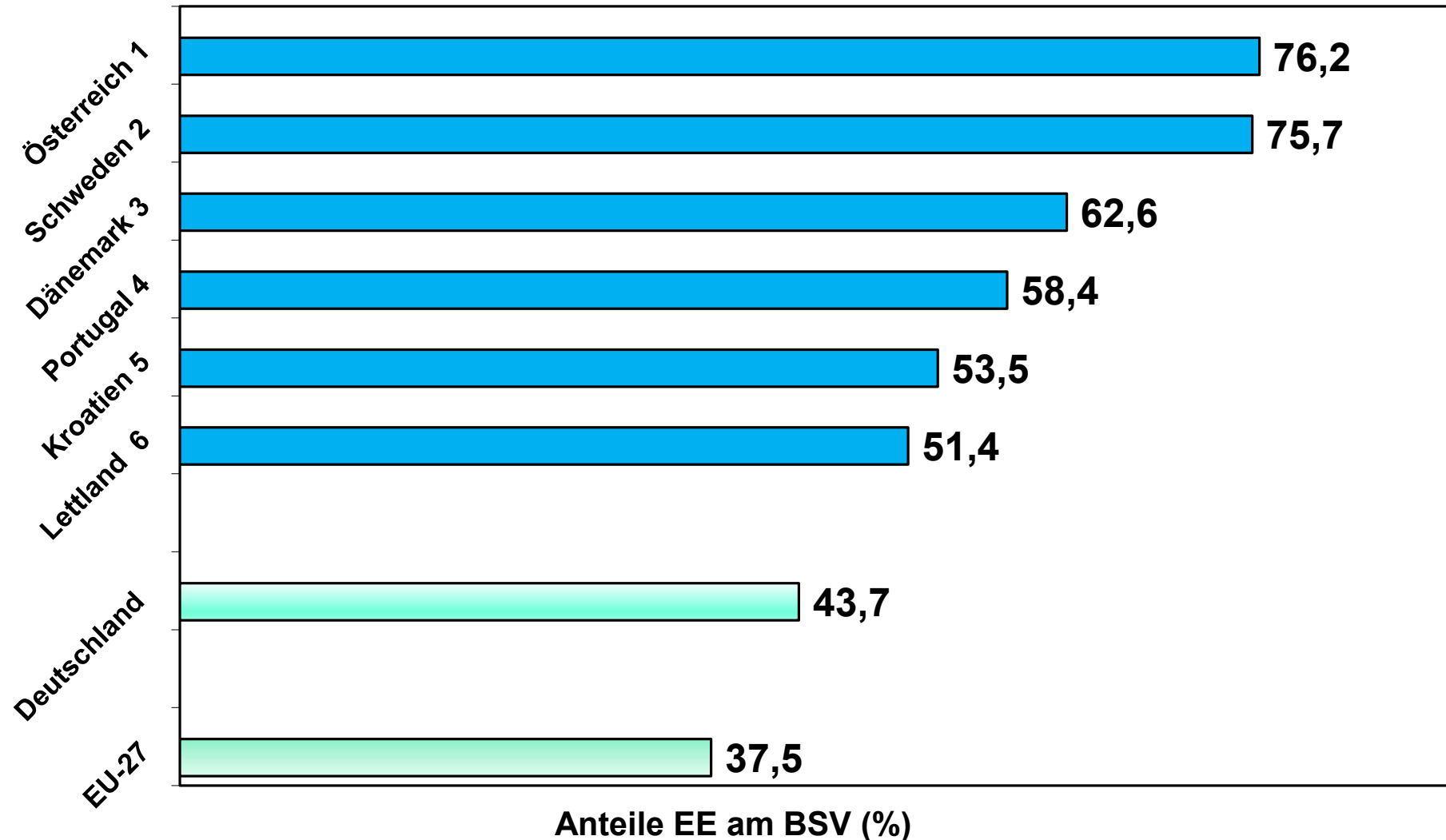


Quelle: Eurostat (NRG\_IND\_REN) [27]

# TOP 6-Rangfolge **Anteile erneuerbare Energien** am gesamten Bruttostromverbrauch (BSV) <sup>1)</sup> in Ländern der EU-27 im Jahr 2021 (3)

EE-Anteile am BSV-EU-27: 37,5%

Beitrag EE EU-27 1.101,9 TWh von 2.913,8 TWh BEEV = BSV



Grafik Bouse 2023

1) Bruttostromverbrauch (BSV) = Bruttostromerzeugung (BSE) + Import - Export; nicht nach Vorgaben der EU-Richtlinie berechnet!



# Wasserkraft in der EU-27, (Auszug), Stand 2/2024 nach EurObserv'ER

Jahr 2022: 276,3 TWh (Mrd. kWh) ohne Pumpspeicher, Veränderung zum VJ – 20,5%  
Pumpspeicher 31,3 TWh

## HYDROPOWER

The European Union suffered one of its worst ever hydroelectricity deficits in the middle of an energy crisis just as the market electricity price peaked. Eurostat put the EU27's gross hydroelectricity output from natural water flow, i.e., disregarding the electricity produced by pumping, at 276.3 TWh in 2022, which is a 20.7% fall on the previous year's output (348.3 TWh).

It is a very far cry from its historic records of 2001 (373.4 TWh) and 2014 (370.0 TWh). Pumped storage power made up for a very small amount of this hydroelectricity deficit, which increased EU-wide by 26.5 to 31.3 TWh... is its highest output since 2006.

While hydropower is still the European Union's No. 2 renewable electricity production source

behind wind power (421.3 TWh), it is steadily losing its lead over solar electricity production (with solar photovoltaic and CSP output standing at 205.7 TWh and 4.5 TWh respectively in 2022). In its ESO-TEC 2022 (European State Of The Climate) report, the Copernicus Climate Change Service – one of the six themed services provided by the European

Union's Copernicus programme – attests to a particularly low precipitation year... the lowest observed since the 1960s. Drier than average conditions were declared in much of Europe in 2022, particularly in France, Italy, northern Germany, southern Sweden and northern Spain. The precipitation deficit detected in large swathes of Europe contrasts with the concomitant record sunshine levels across the continent. Nonetheless, the Copernicus Climate Change Service points out that the continent's annual long-term rainfall trends are positive, but will exhibit regional differences, with northern Europe becoming wetter and southern Europe becoming drier.

Die Europäische Union hat einen der schlimmsten Wasserkraft aller Zeiten Defizite in der Mitte einer Energiekrise ebenso wie der Strommarkt Preis seinen Höhepunkt erreicht. Eurostat stellte die Bruttostromverbrauch aus Wasserkraft in der EU-27 aus natürlichem Wasserfluss stammen, d.h. Missachtung des Stromanbieters durch Pumpen erzeugt, bei 276,3 TWh im Jahr 2022, was einem Rückgang von 20,7 % gegenüber dem entspricht Vorjahresleistung (348,3 TWh) Es ist weit entfernt von seiner historischen Bedeutung Aufzeichnungen von 2001 (373,4 TWh) und 2014 (370,0 TWh). Pumpspeicher machte einen sehr kleinen Unterschied Menge dieser Wasserkraft Defizit, das EU-weit zunahm um 26,5 auf 31,3 TWh... ist der höchste Wert Produktion seit 2006. Während Wasserkraft immer noch das ist die Nr. 2 der Erneuerbaren in der Europäischen Union Stromerzeugungsquelle hinter der Windkraft (421,3 TWh), es verliert stetig seinen Vorsprung Solarstromproduktion (mit Solar-Photovoltaik- und CSP-Ertrag liegt bei 205,7 TWh und 4,5 TWh bzw. im Jahr 2022). In seinem ESO-TEC 2022 (Europäischer Stand der Technik) Klimabericht, Kopernikus Klimawandeldienst – einer der sechs Themen Gottesdienste bereitgestellt von der Europäischen Union.

Das Copernicus-Programm der Union– bescheinigt einen besonders niedrigen Wert Niederschlagsjahr... das niedrigste seit den 1960er Jahren beobachtet. Wäschetrockner als die durchschnittlichen Bedingungen waren in weiten Teilen Europas erklärt 2022, insbesondere in Frankreich, Italien, Norddeutschland, Südschweden-Den und Nordspanien. Die Präzision-Pitiation-Defizit im Großen und Ganzen festgestellt Teile Europas stehen im Gegensatz dazu der damit einhergehende Rekordsonnenschein Ebenen auf dem gesamten Kontinent. Keiner-Dennoch das Kopernikus-Klima Change Service weist darauf hin die jährliche langfristige des Kontinents Die Niederschlagstrends sind positiv, aber wird regionale Unterschiede aufweisen, mit Nordeuropa wird feuchter und Südeuropa wird trockener.

# Ausgewählte Schlüsseldaten zur Strombereitstellung **aus regenerativer Wasserkraft** in der EU-27 im Jahr 2020, Stand 4/2022

## Daten zum Gesamtstrom:

- Gesamte Bruttostromerzeugung BSE: 2.781,4 TWh
- Gesamter Bruttostromverbrauch BSV: 2.794,6 TWh

## Schlüsseldaten regenerative Wasserkraft:

- Bruttostromerzeugung <sup>1)</sup> : 346,2 TWh (375,5 TWh mit Pumpstrom)
  - Anteil an der BSE 12,4%
  - Anteil am BSV 12,4%
  - Länder-Rangfolge Schweden, Frankreich, Italien
- Installierte Leistung <sup>2)</sup> : 128,3 GW (150,8 GW mit Pumpstrom)
  - Zubau installierte Leistung k.A. GW
- Jahresvolllaststunden: 2.698 h/Jahr  
(Strommenge 346,2 TWh x 1.000 / Leistung 128,3 GW); max. 8.760 h/Jahr)
- Vermiedene Treibhausgase: k.A. Mio. t
- Beschäftigte (Kleine Wasserkraft) 35.900 (Anteil 2,7% von 1,3 Mio.)
- Umsatz (Kleine Wasserkraft) 4,65 Mrd. € (Anteil 2,9% von 163,0 Mrd. €)

\* Daten 2020 vorläufig; Stand 4/2022

Energieeinheiten: 1 TWh (Mrd. kWh) = 1.000 GWh;

Leistungseinheiten: 1 GW = 1.000 MW

1) Bei Pumpspeicherkraftwerken nur Stromerzeugung aus natürlichem Zufluss

2) Bei Pumpspeicherkraftwerken ohne natürlichem Zufluss ist die Leistung nicht berücksichtigt

Quellen: EurObserv'ER – Stand erneuerbare Energien in Europa 2020, Ausgabe 3/2021; IEA 2020, 8/2020;

Eurostat aus BMWI - Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung 2020, 10/2021; Eurostat – Energiebilanzen 2020, Stand 4/2022

# **Strombilanz**

## zur Stromversorgung

# Entwicklung Bruttostromerzeugung (BSE) aus erneuerbaren Energien (EE) sowie Strombilanz in der EU-27 2010-2022 nach Eurostat (1)

**Jahr 2022: BSE-Gesamt 2.825,4 TWh, Veränderung zum VJ – 2,8%**

EE-Beitrag 1.108,0 TWh, Anteil EE an der BSE 39,2%, Anteil EE am BSV 39,0%

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

	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
	(TWh)								
Biomasse <sup>1</sup>	111,6	149,4	151,1	153,6	155,5	159,7	162,6	169,4	161,5
Wasserkraft <sup>2</sup>	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 <sup>3</sup>	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).



# Energiebilanz mit Beitrag Strom/Wärme-Produktion nach Energieträgern der Europäische Union (EU-27) 2020 (Auszug) nach Eurostat (2)

European Union (27 countries) ktoe 2020	Total	Solid fossil fuels	Manufactured gases	Peat and peat products	Oil shale and oil sands	Oil and petroleum products	Natural gas	Renewables and biofuels	Non-renewable waste	Nuclear heat	Heat	Electricity
+ Primary production	573 871.3	83 590.1	Z	783.1	2 507.6	21 491.8	41 205.4	234 174.7	13 836.5	175 175.1	1 108.9	Z
+ Recovered & recycled products	1 582.8	420.2	Z	0.0	0.0	1 182.4	Z	0.0	Z	Z	Z	Z
+ Imports	1 202 836.0	62 888.3	0.0	40.4	0.0	756 813.7	329 286.7	20 410.2	481.5	Z	5.3	32 749.9
- Exports	409 234.6	12 582.8	0.0	6.5	0.0	294 918.1	55 802.6	14 325.8	38.7	Z	1.8	31 580.4
+ Change in stock	10 885.5	6 017.7	0.0	938.1	-23.9	-8 188.6	12 453.9	-299.1	-2.6	Z	Z	Z
= Gross available energy	1 379 750.8	140 313.4	0.0	1 755.1	2 483.8	476 361.3	327 123.4	239 960.1	14 278.6	175 175.1	1 110.6	1 189.5
- International maritime bunkers	39 001.9	0.0	0.0	0.0	0.0	38 584.8	180.8	236.4	Z	Z	Z	Z
= Gross inland consumption	1 340 748.9	140 313.4	0.0	1 755.1	2 483.8	437 776.4	326 942.6	239 723.7	14 278.6	175 175.1	1 110.6	1 189.5
- International aviation <sup>2)</sup>	17 991.1	Z	Z	Z	Z	17 991.1	Z	0.0	Z	Z	Z	Z
= Total energy supply	1 322 757.8	140 313.4	0.0	1 755.1	2 483.8	419 785.4	326 942.6	239 723.7	14 278.6	175 175.1	1 110.6	1 189.5
Final non-energy consumption	89 619.2	1 481.6	14.1	0.0	69.1	73 599.8	14 454.6	0.0	Z	Z	Z	Z
Final energy consumption	885 788.2	18 959.0	3 891.3	379.1	1.4	310 314.2	193 807.9	104 249.8	4 985.9	Z	44 139.1	205 060.5
+ Industry	231 235.5	10 713.4	3 877.4	122.0	1.4	23 380.1	73 781.4	23 688.9	4 745.4	Z	14 871.9	78 073.5
+ Iron & steel	22 105.4	2 389.2	3 670.5	0.0	0.0	382.3	6 982.8	13.7	4.7	Z	488.8	8 213.4
+ Chemical & petrochemical	50 746.2	2 139.8	72.7	2.8	0.0	7 502.8	18 773.8	375.5	384.4	Z	7 395.7	14 098.7
+ Non-ferrous metals	8 880.6	179.4	32.9	0.0	0.0	403.4	3 105.2	15.3	7.8	Z	147.8	4 988.9
+ Non-metallic minerals	32 758.8	3 823.0	66.0	0.3	1.4	5 388.6	12 250.4	1 812.4	3 884.7	Z	278.1	5 275.0
+ Transport equipment	6 596.9	159.0	20.0	0.0	0.0	164.4	1 979.0	35.0	0.2	Z	548.3	3 691.1
+ Machinery	15 832.8	86.3	9.2	0.0	0.0	811.8	5 411.6	138.8	22.5	Z	658.0	8 694.6
+ Mining & quarrying	3 585.6	157.3	5.9	0.0	0.0	771.6	745.5	63.4	1.0	Z	147.5	1 693.4
+ Food, beverages & tobacco	27 422.0	1 074.9	0.0	0.0	0.0	1 390.5	12 556.0	1 439.7	7.7	Z	1 546.8	9 406.4
+ Paper, pulp & printing	31 696.6	599.0	0.0	117.2	0.0	584.6	5 991.9	13 607.7	273.4	Z	2 134.5	8 388.5
+ Wood & wood products	8 678.3	28.7	0.0	1.7	0.0	177.1	477.5	5 025.7	15.7	Z	741.5	2 210.4
+ Construction	9 144.4	34.8	0.0	0.0	0.0	5 114.0	1 842.9	280.8	0.7	Z	37.5	1 853.9
+ Textile & leather	3 250.5	20.9	0.0	0.0	0.0	116.5	1 591.4	28.6	0.4	Z	124.8	1 367.8
+ Not elsewhere specified (industry)	10 208.8	41.2	0.3	0.0	0.0	572.5	2 073.5	524.8	142.4	Z	642.8	8 211.5
+ Transport	251 970.1	0.4	0.0	0.0	0.0	228 205.9	3 162.2	16 003.3	0.0	Z	Z	4 598.3
+ Rail	4 716.5	0.4	0.0	0.0	0.0	1 071.3	Z	37.1	0.0	Z	Z	3 607.8
+ Road	238 218.4	Z	Z	Z	Z	220 211.7	1 780.4	15 943.9	0.0	Z	Z	282.3
+ Domestic aviation	3 081.3	Z	Z	Z	Z	3 081.3	Z	0.0	Z	Z	Z	Z
+ Domestic navigation	3 645.2	0.0	0.0	0.0	0.0	3 626.7	Z	18.5	0.0	Z	Z	Z
+ Pipeline transport	1 502.8	Z	Z	Z	Z	0.0	1 383.1	0.0	Z	Z	Z	139.6
+ Not elsewhere specified (transport)	805.9	0.0	0.0	0.0	0.0	214.9	18.7	3.7	0.0	Z	Z	568.8
+ Other	402 582.6	8 245.2	13.9	257.1	0.0	58 748.2	116 884.3	64 557.5	240.5	Z	29 267.2	124 388.7
+ Commercial & public services	121 378.5	638.5	13.9	6.7	0.0	9 745.4	34 517.0	9 380.2	240.3	Z	8 645.9	58 188.6
+ Households	248 243.4	6 729.9	0.0	203.1	0.0	30 576.1	78 583.1	50 450.9	0.0	Z	20 329.8	61 370.5
+ Agriculture & forestry	28 007.7	791.4	0.0	47.3	0.0	15 874.0	3 591.4	3 182.3	0.0	Z	246.3	4 495.0
+ Fishing	1 328.2	0.0	0.0	0.0	0.0	1 217.1	13.1	41.0	0.0	Z	0.0	56.9
+ Not elsewhere specified (other)	3 628.8	85.4	0.0	0.0	0.0	1 535.5	159.6	1 523.1	0.3	Z	45.2	277.7
Statistical differences	1 486.4	-354.9	19.7	140.4	-9.0	127.3	1 628.0	-194.0	0.0	0.0	-175.5	304.4
Gross electricity production	239 159.8	30 214.5	2 246.9	269.7	193.2	4 131.8	48 155.8	93 394.9	1 781.5	58 771.5	Z	Z
Gross heat production	51 440.3	10 079.4	781.9	572.2	28.8	1 581.6	18 895.7	16 203.1	3 105.5	88.0	Z	104.0

Benennung	Gesamt, Mtoe	PJ	davon Erdgas Mtoe
<b>Primär-Produktion <sup>1)</sup></b>	<b>573,9</b>	<b>24.027</b>	<b>41,2 ( 7,2%)</b>
+ Import	1.202,6	50.353	
- Export	409,2	17.134	
+ Bestandsänderung	10,9	456	
- Internat. Seebunker	39,0	1.633	
- Internat. Luftfahrt	18,0	754 <sup>2)</sup>	
<b>Primärenergie</b>	<b>1.322,8</b>	<b>55,383</b>	<b>326,9 (24,7%)</b>
<b>Verbrauch (PEV) ohne int. Luftfahrt</b>	<b>885,8</b>	<b>37.087</b>	<b>193,8 (21,9%)</b>
<b>Endenergie-Verbrauch EEV</b>			
- Industrie	231,2	9.682 (26,1%)	38,1%
- Verkehr	252,0	10.550 (28,5%)	1,6%
- Haushalt	248,2	10.394 (28,0%)	40,5%
- GHD plus	154,4	6.462 (17,4%)	19,8%
<b>Brutto-Stromerzeugung (BSE)</b>	<b>239,2 Mtoe</b>	<b>2.781,4 TWh (Mrd. kWh)</b>	

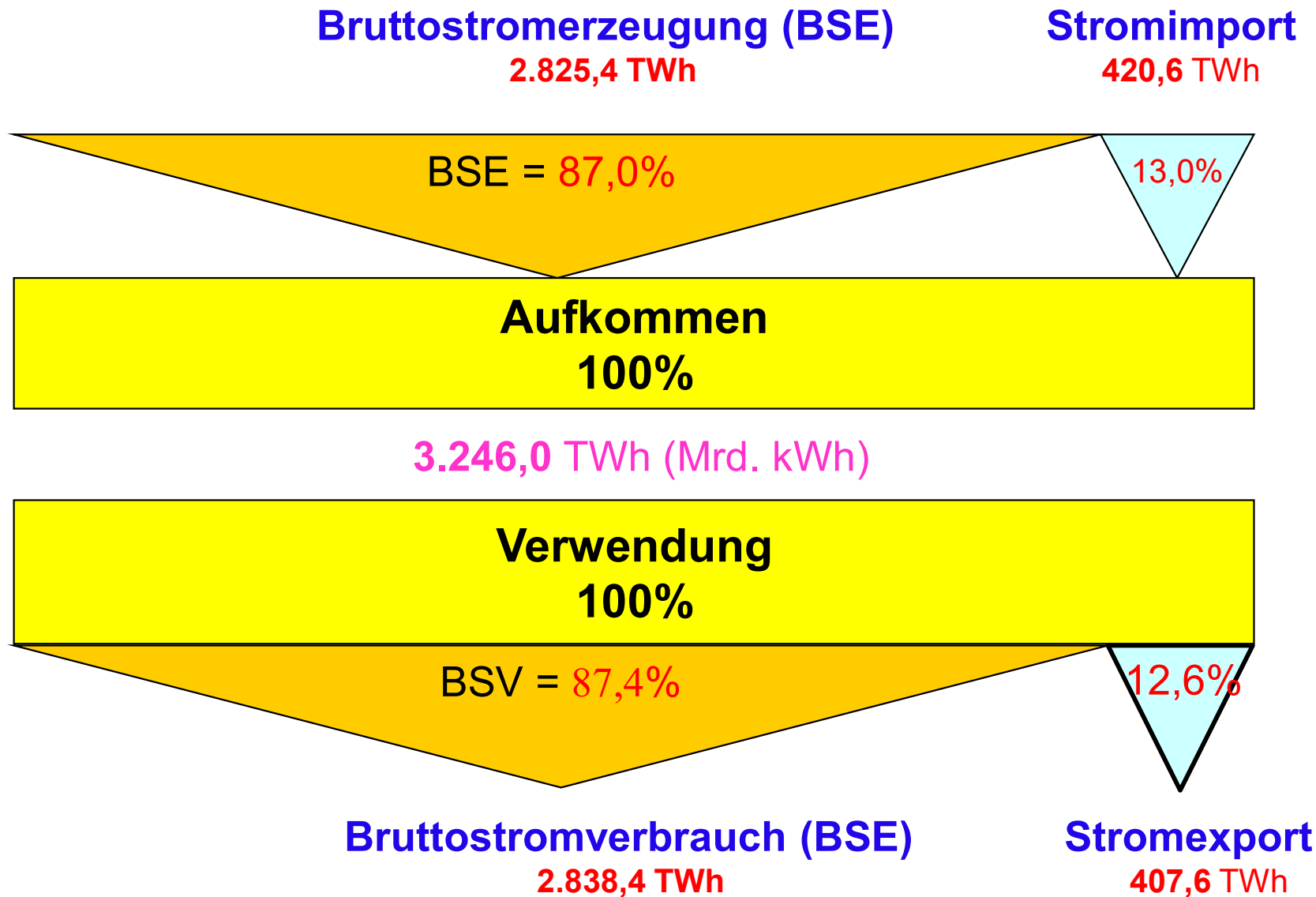
\* Daten 2020 Final, Stand 02/2022

Energieeinheiten: 1 Mio. t RÖE (Mtoe) = 1,429 Mio. t SKE = 11,63 Mrd. kWh (TWh) = 41,869 PJ nach Eurostat

1) Produktion = hier direkte Primärenergieproduktion 573,871 Mtoe. + 1,583 Mtoe Wiedergewonnene und recycelte Produkte; 2) International aviation = Internationale Luftfahrt 18,0 Mtoe

Quelle: Eurostat - Energiedaten aus Energiebilanzen EU-27 2020, Ausgabe 02/2022

# Strombilanz EU-27 im Jahr 2022 (1)



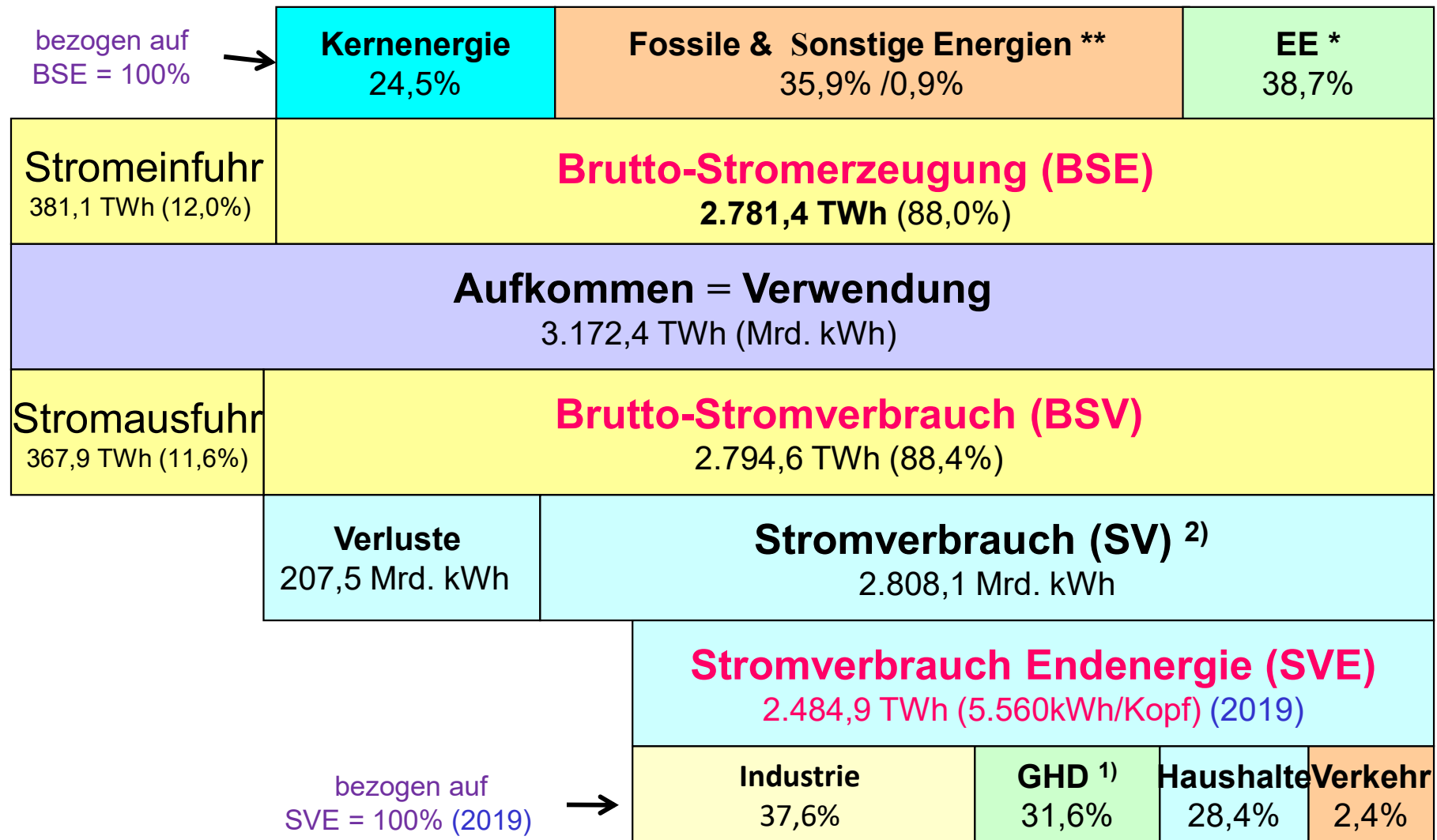
Grafik Bouse 2023

\* 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)



Daten 2020 vorläufig, Stand 10/2021

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 447,2 Mio.

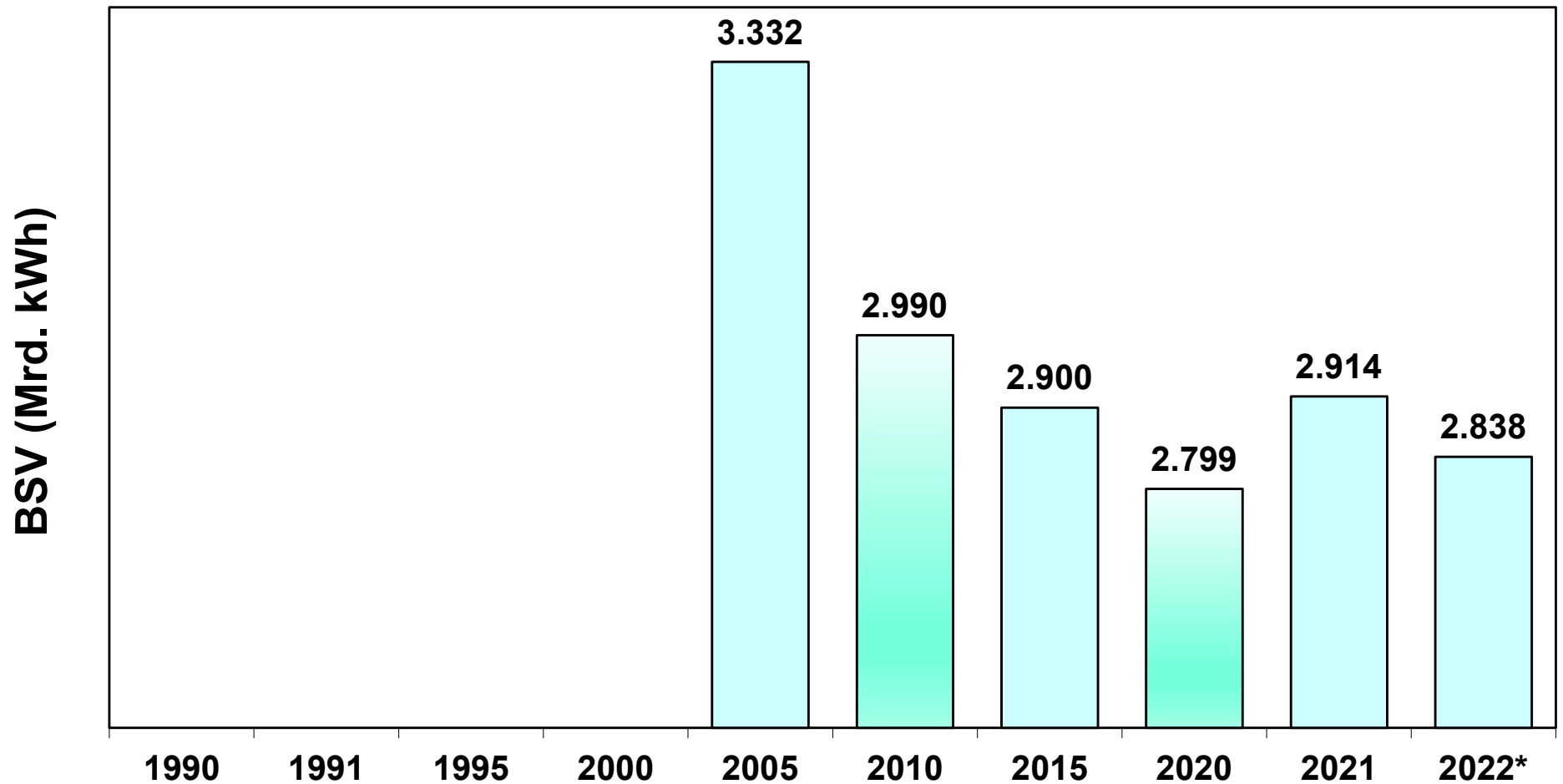
\* EE Erneuerbare Energien \*\* Fossile Energien (Stein- und Braunkohle, Erdgas, Öl) und sonstige Energien , z.B. Abfall, Speicherstrom, hergestelltes Gas u.a.

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

2) Stromverbrauch (SV) = Brutto-Produktion + Import – Export – Verluste (ohne Eigenverbrauch)

## Entwicklung Bruttostromverbrauch (BSV) in der EU-27 von 2005-2022 **nach Eurostat**

**Jahr 2022: Gesamt 2.838,4 TWh (Mrd. kWh), Veränderung zum VJ – 13,6%;**  
Ø 6.341 kWh/Kopf



Grafik Bouse 2023

**Bruttostromverbrauch (BSV) = Bruttostromerzeugung (BSE) + Einfuhr - Ausfuhr**

\* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

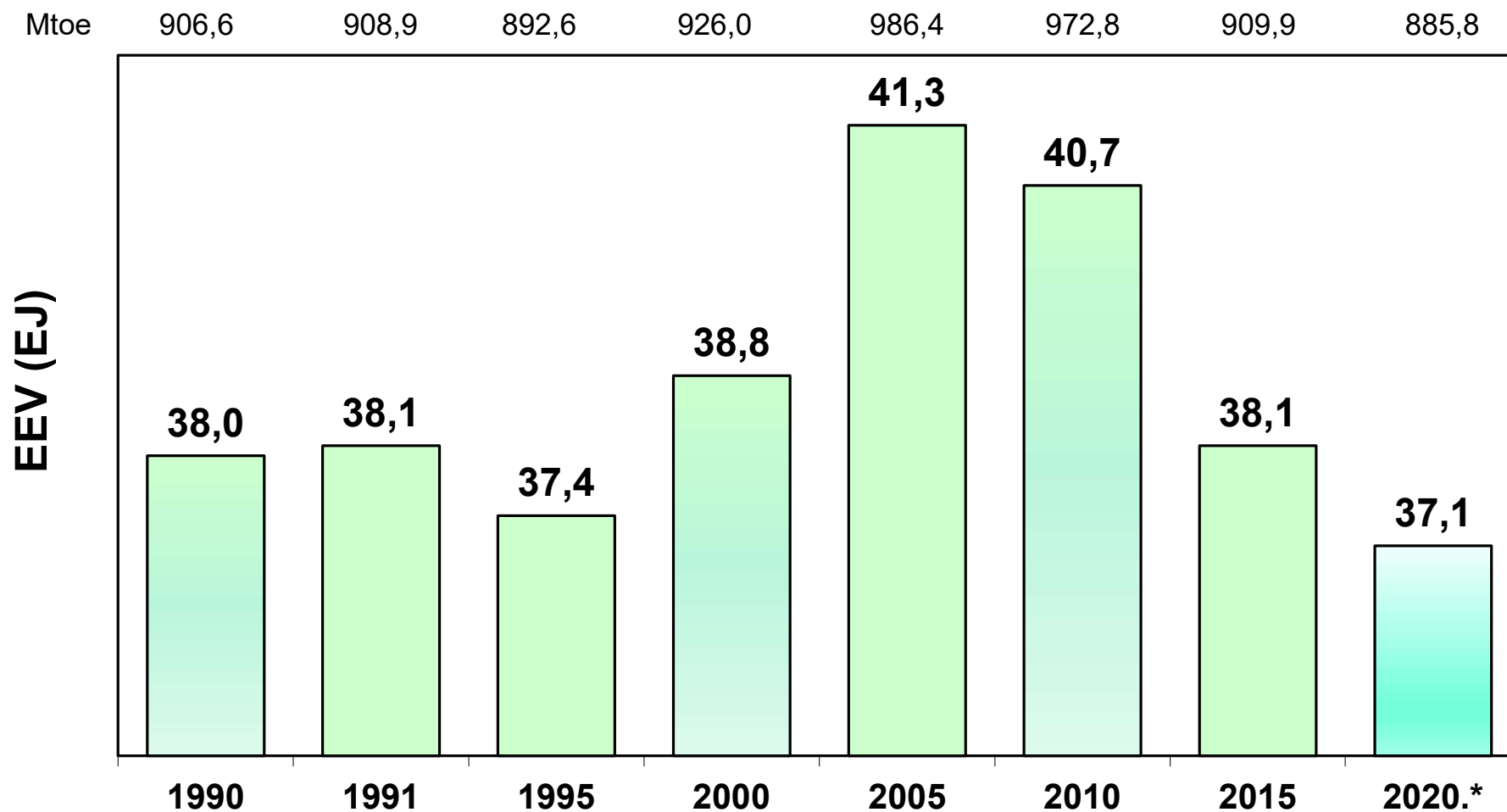
Bevölkerung Jahresdurchschnitt 2022: 447,6 Mio.

Quelle: Eurostat aus BMWI „Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung 2021“; S. 75, 10/2023



## Entwicklung Endenergieverbrauch (EEV) in der EU-27 von 1990 bis 2020 **nach Eurostat** (1)

**Gesamt 37.087 PJ = 10.302 TWh (Mrd. kWh) = 885,8 Mtoe, Veränderung 1990/2020 – 2,3%**  
Ø 83,0 GJ/Kopf = 23,0 MWh/Kopf = 2,0 toe/Kopf



Grafik Bouse 2022

\* Daten 2020 vorläufig, Stand 6/2022;  
E-Einheiten: 1 Mio. t RÖE (Mtoe) = 1,429 Mio. t SKE = 11,63 Mrd. kWh (TWh) = 41,869 PJ;

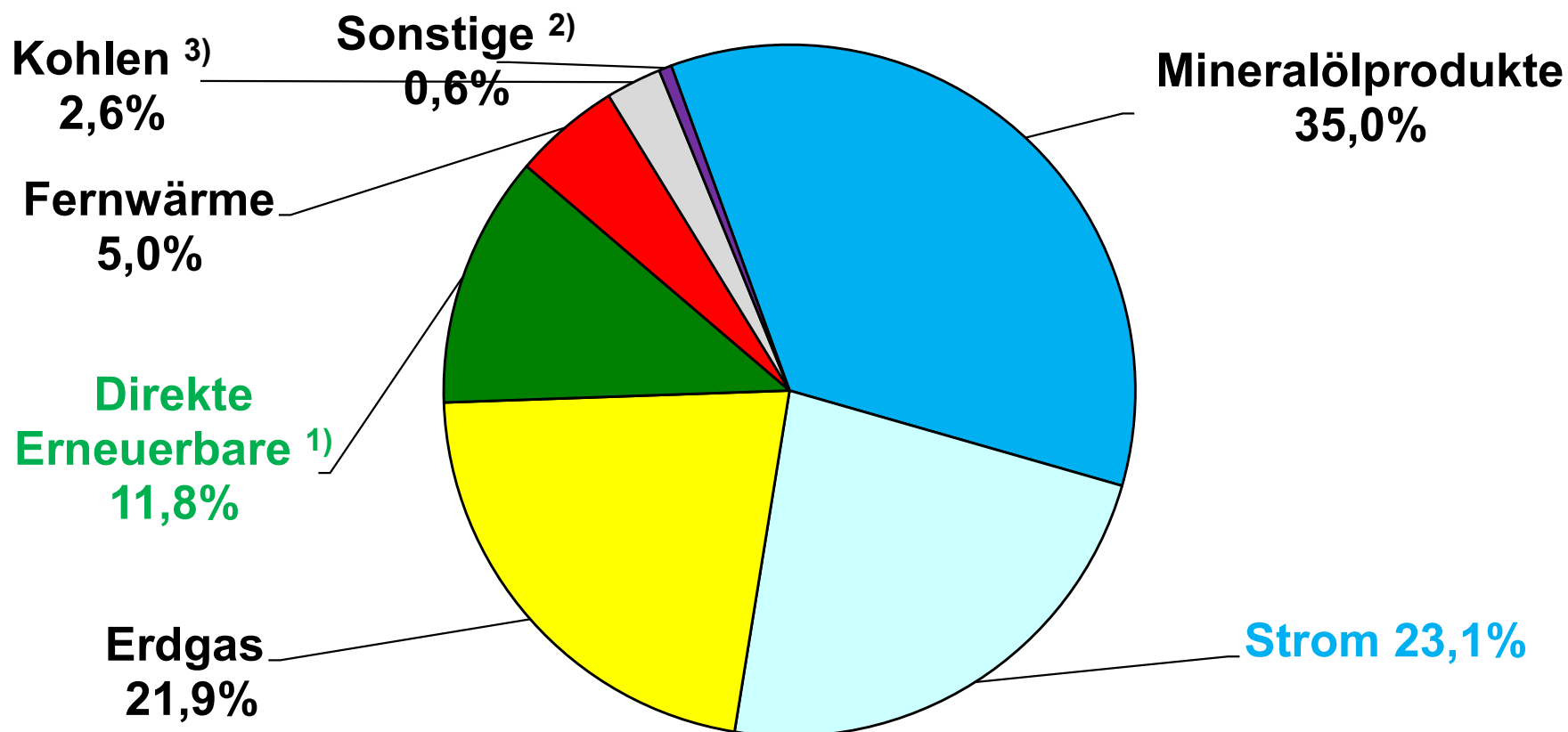
Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2020: 447,1 Mio.

Quelle: Eurostat – Energiebilanzen EU-27 1990-2020, 2/2022

# Struktur Endenergieverbrauch (EEV)<sup>1)</sup> 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 <sup>1)</sup>**  
**Direkter EE-Anteil 11,8 %**



Grafik Bouse 2022

\* Daten 2020 Final, Stand 02/2022;

E-Einheiten: 1 Mio. t RÖE (Mtoe) = 1,429 Mio. t SKE = 11,63 Mrd. kWh (TWh) = 41,869 PJ;

**1) Erneuerbare Energie: Direkte EE 11,8%** (Bioenergie einschl. biogener Abfall (50%), Geothermie, Solarthermie);

**Indirekte EE 10,9%** (in Wasserkraft, Solar, Wind u.a. sind in Strom und Fernwärme enthalten)

**Gesamt EE 21,8%** Eigene Schätzung in Anlehnung an EurObserv'ER 2019, Stand 2021

**2) Sonstige:** nicht biogener Abfall (50%), Abwärme u.a. 0,6%

**3) Kohlen** einschließlich hergestelltes Gas und Torf

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2020: 447,1 Mio.

# Stromversorgung mit **Beitrag Wasserkraft**

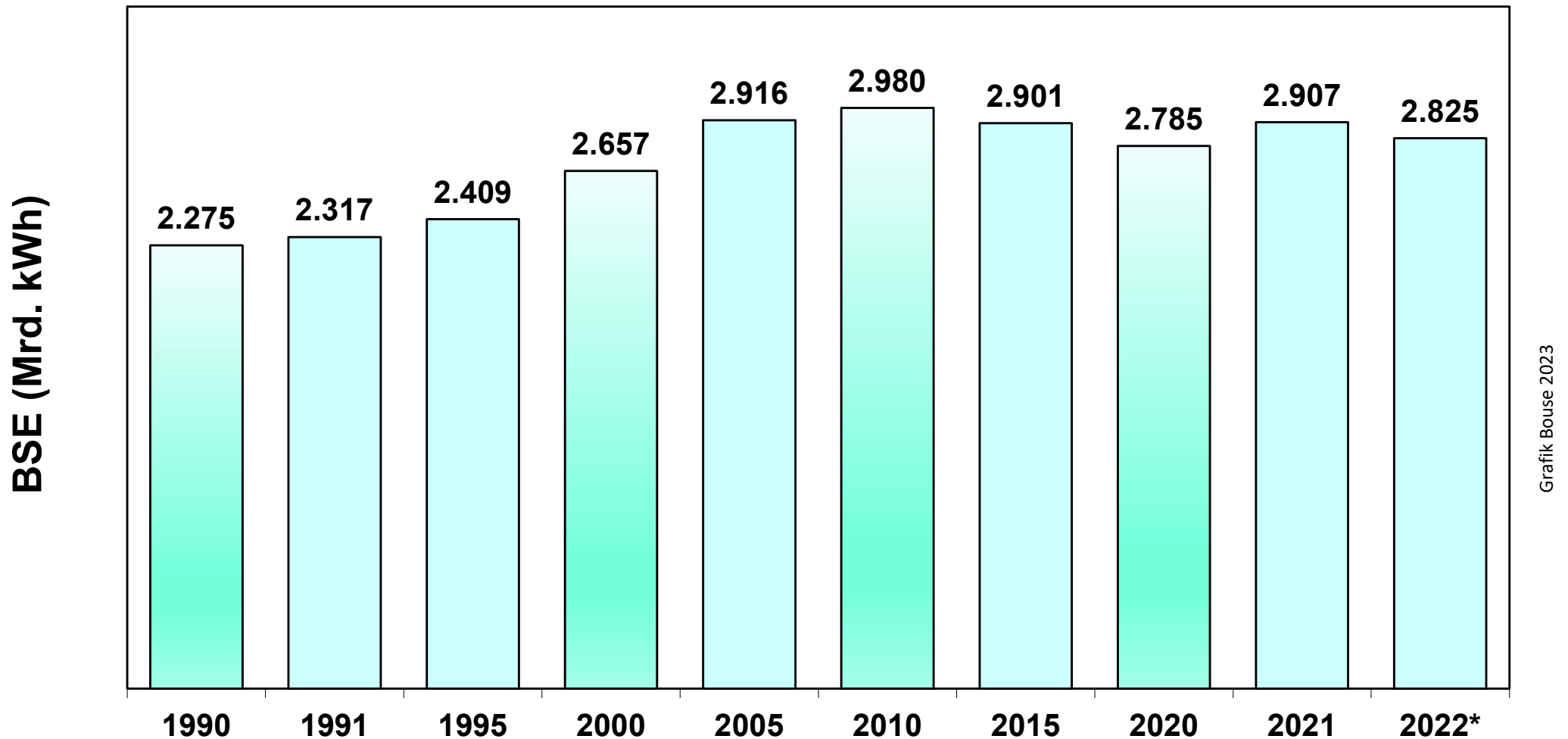
Teil 1: Erzeugung, Verbrauch

# 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 2.781,4 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\_pehof & nrg\_ind\_pehntf)

## Solid fossil fuels (coal), Peat, Oil shale and oil sands <sup>1)</sup>

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	11 184	8 805	2 993	2 288 P
Other bituminous coal	347 942	370 703	340 839	318 143	286 531	202 615	150 119 P
Sub-bituminous coal	4 613	4 722	2 634	3 170	2 394	1 554	403 P
Lignite	315 467	313 662	299 424	301 921	291 618	241 259	195 598 P
Coke oven coke	2	1	0	0	0	0	0 P
Patent fuel	0	0	0	0	0	0	0 P
Brown coal briquettes	2 766	2 616	2 631	2 329	2 132	1 799	1 578 P
Coal tar	8	14	17	8	11	15	18 P
Peat	6 163	5 834	5 487	5 243	5 022	5 161	3 403 P
Peat products	5	6	1	0	0	1	0 P
Oil shale and oil sands	10 302	7 887	9 623	9 912	9 380	4 318	2 225 P
Sub-total	709 239	718 756	674 172	653 994	610 806	480 415	356 233 P

Source: Eurostat (nrg\_ind\_pehof)

## Natural gas and manufactured gases

GWh	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020P
Natural gas	357 022	396 339	486 350	525 243	490 627	566 135	566 448 P
Coke oven gas	5 769	7 201	7 114	7 714	7 212	7 179	7 586 P
Gas works gas	2 511	2 079	2 260	1 995	1 797	1 720	1 186 P
Blast furnace gas	21 495	20 730	20 566	20 844	20 872	19 447	19 709 P
Other recovered gases	1 894	2 243	1 950	2 183	1 867	1 910	1 893 P
Sub-total	388 691	428 592	498 241	557 979	522 375	596 391	596 822 P

Source: Eurostat (nrg\_ind\_pehof)

## Oil and petroleum products

GWh	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020P
Crude oil	0	0	0	0	0	0	0 P
Refinery gas	6 348	6 431	7 112	6 554	7 176	6 962	6 562 P
Liquefied petroleum gases	389	414	552	452	237	232	229 P
Naphtha	16	0	0	0	0	0	0 P
Kerosene-type jet fuel	1	0	0	0	1	0	0 P
Other kerosene	14	10	7	13	13	5	16 P
Gas oil and diesel oil	10 461	9 987	9 834	10 518	9 703	10 272	9 759 P
Fuel oil	29 034	31 154	30 209	28 736	25 613	24 892	21 587 P
Petroleum coke	1 642	4 158	3 598	2 280	1 577	621	578 P
Bitumen	0	0	0	0	0	0	0 P
Other oil products	12 611	11 140	10 677	10 127	10 219	8 970	8 965 P
Sub-total	60 516	63 295	61 989	58 679	54 539	51 954	47 696 P

Source: Eurostat (nrg\_ind\_pehof)

## Renewables and biofuels

GWh	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020P
Hydro <sup>2)</sup>	398 612	363 241	372 711	322 464	370 252	345 265	373 296 P
Geothermal	6 303	6 614	6 733	6 715	6 655	6 726	6 701 P
Wind	222 357	263 204	266 834	312 306	320 506	367 116	397 055 P
Solar thermal	5 455	5 593	5 579	5 883	4 867	5 683	4 992 P
Solar photovoltaic	88 714	95 265	95 455	102 048	110 481	120 035	140 244 P
Tide, wave, ocean	481	487	501	522	480	499	509 P
Solid biofuels	70 714	72 046	72 378	74 262	76 353	80 721	78 529 P
Liquid biofuels	4 819	5 496	5 292	4 991	4 898	5 200	5 131 P
Biogases	50 887	53 795	55 046	55 647	55 031	54 951	55 106 P
Renewable municipal waste	17 902	18 079	18 469	18 806	19 387	19 077	19 540 P
Sub-total	866 244	883 820	899 000	903 644	968 910	1 005 272	1 081 103 P

Source: Eurostat (nrg\_ind\_pehof & nrg\_ind\_pehntf)

## Non-renewable wastes

GWh	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020P
Industrial waste (non-renewable)	2 514	2 805	2 893	2 612	2 772	2 827	2 823 P
Non-renewable municipal waste	16 852	16 874	17 920	18 312	18 928	18 668	19 015 P
Sub-total	19 366	19 479	20 813	20 925	21 700	21 495	21 838 P

Source: Eurostat (nrg\_ind\_pehof)

## Other sources

GWh	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020P
Nuclear	812 550	786 676	767 959	759 383	761 943	765 338	683 183 P
Heat from chemical sources	1 112	1 111	1 160	1 172	1 099	1 038	893 P
Other fuels not elsewhere specified	3 826	5 107	5 002	5 263	3 931	3 882	3 549 P
Sub-total	817 488	792 894	774 121	765 818	766 973	770 258	687 625 P

Source: Eurostat (nrg\_ind\_pehntf)

\* Daten 2020 vorläufig, Stand 6/2021 Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2020: 447,1 Mio.

1) Feste fossile Brennstoffe (Kohle), Torf, Ölschiefer und Ölsand

2) Wasserkraft Hydro enthält Pumpspeicherstrom (2020: 29,3 TWh, 1,1% vom Gesamt-BSE)

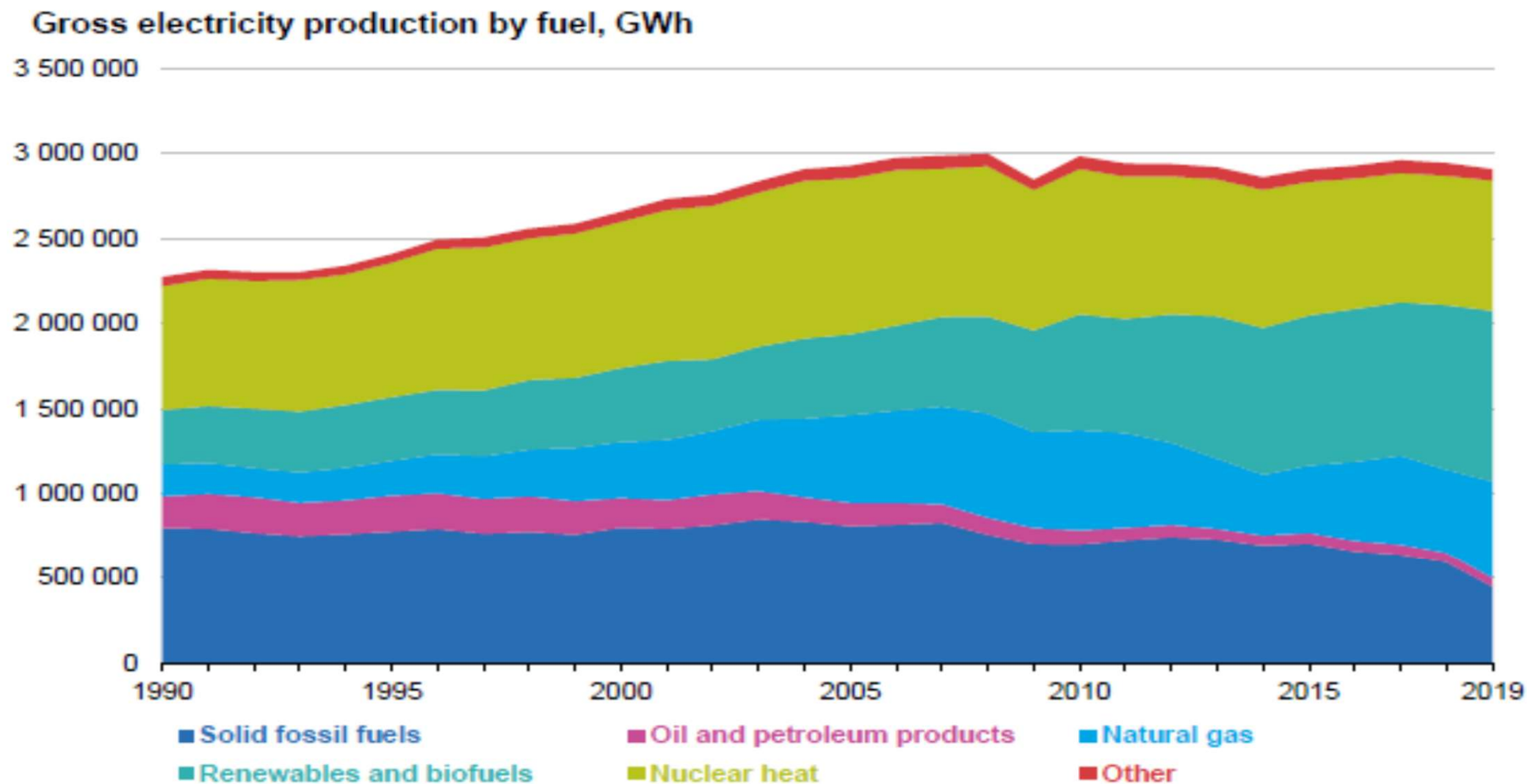
Quellen: Eurostat – Energiebilanzen EU-27 2020, Stand 6/2021 ZIP und Stand 04/2022

# Entwicklung Brutto-Stromerzeugung (BSE) nach Energieträgern in der EU-27 von 1990-202 nach Eurostat (3)

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%



Source: Eurostat (nrg\_bal\_c)

\* Daten 2021 vorläufig, Stand 10/2023;

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; Eurostat aus BMWI „Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung 2022, S. 75; 10/2023

# Entwicklung Bruttostromerzeugung nach Energieträgern und aus erneuerbare Energien in der EU-27 im Jahr 2022 nach Eurostat (4)

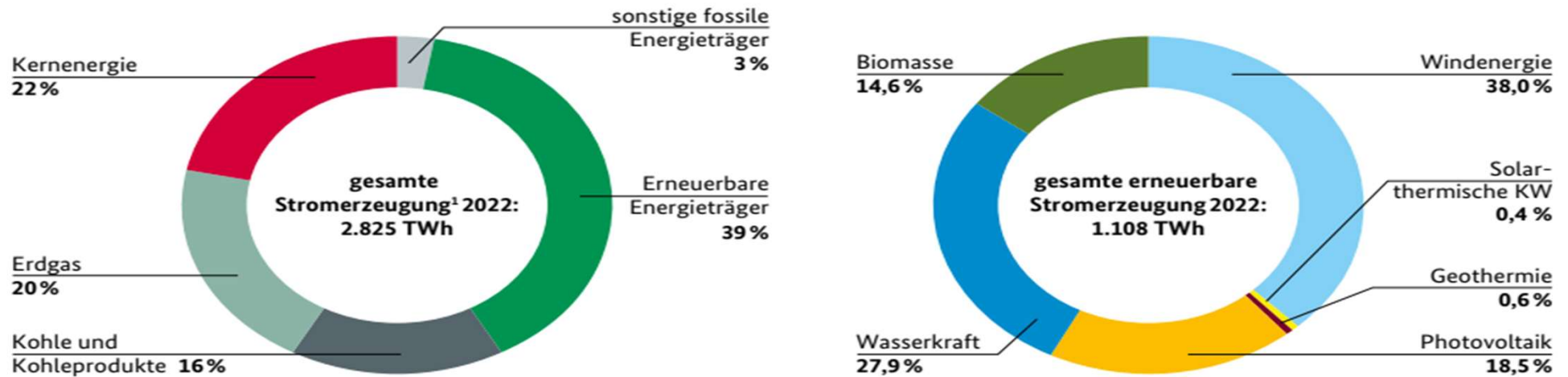
Jahr 2022: Gesamt 2.825 TWh (Mrd. kWh), Veränderung 1990/2022 + 24,2%

6.312 kWh/Kopf

Beitrag EE 1.108 TWh, Anteil 39,2%

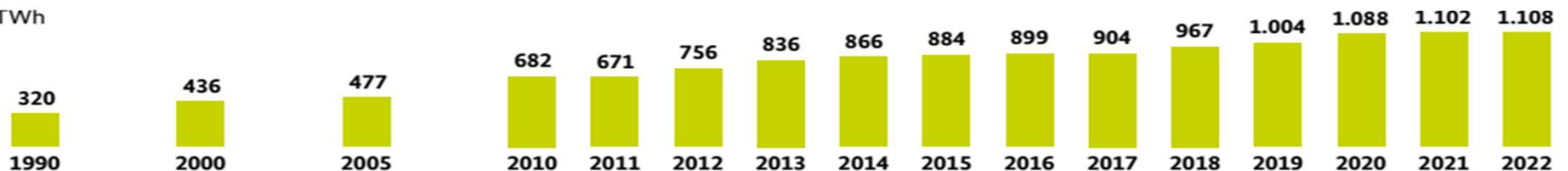
Abbildung 39: Bruttostromerzeugung in der EU-27 im Jahr 2022

Anteile in Prozent



Entwicklung der Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien in der EU:

TWh



sonstige fossile Energieträger = Industriemüll, nicht erneuerbarer kommunaler Abfall, Pumpspeicher etc.  
Meeresenergie ist aufgrund der geringen Menge nicht dargestellt

1 ohne Berücksichtigung der Nettoimporte

Quelle: EUROSTAT (NRG\_IND\_PEHCF und NRG\_IND\_PEHNF) [28], [29]

\* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

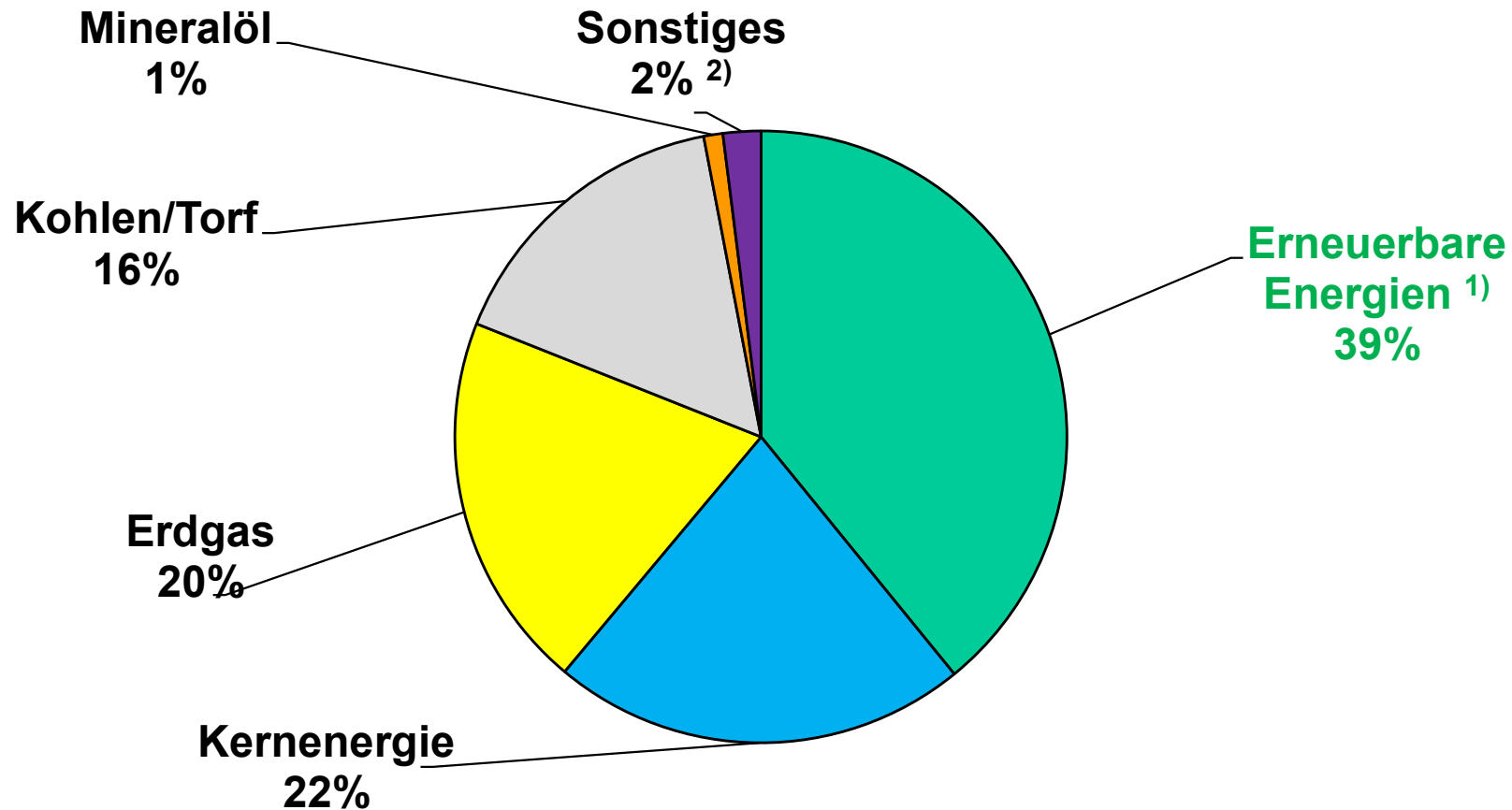
Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2022: 447,6 Mio.

# Struktur Brutto-Stromerzeugung (BSE) nach Energieträgern in der EU-27 im Jahr 2022 **nach Eurostat** (5)

Jahr 2022: Gesamt 2.825 TWh (Mrd. kWh), Veränderung 1990/2022 + 24,2%

6.312 kWh/Kopf

Beitrag EE 1.108 TWh, Anteil 39,2%



Grafik Bouse 2023

**Beitrag fossiler Energien zur Stromerzeugung 37%**

\* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023, Daten sind auf oder -abgerundet

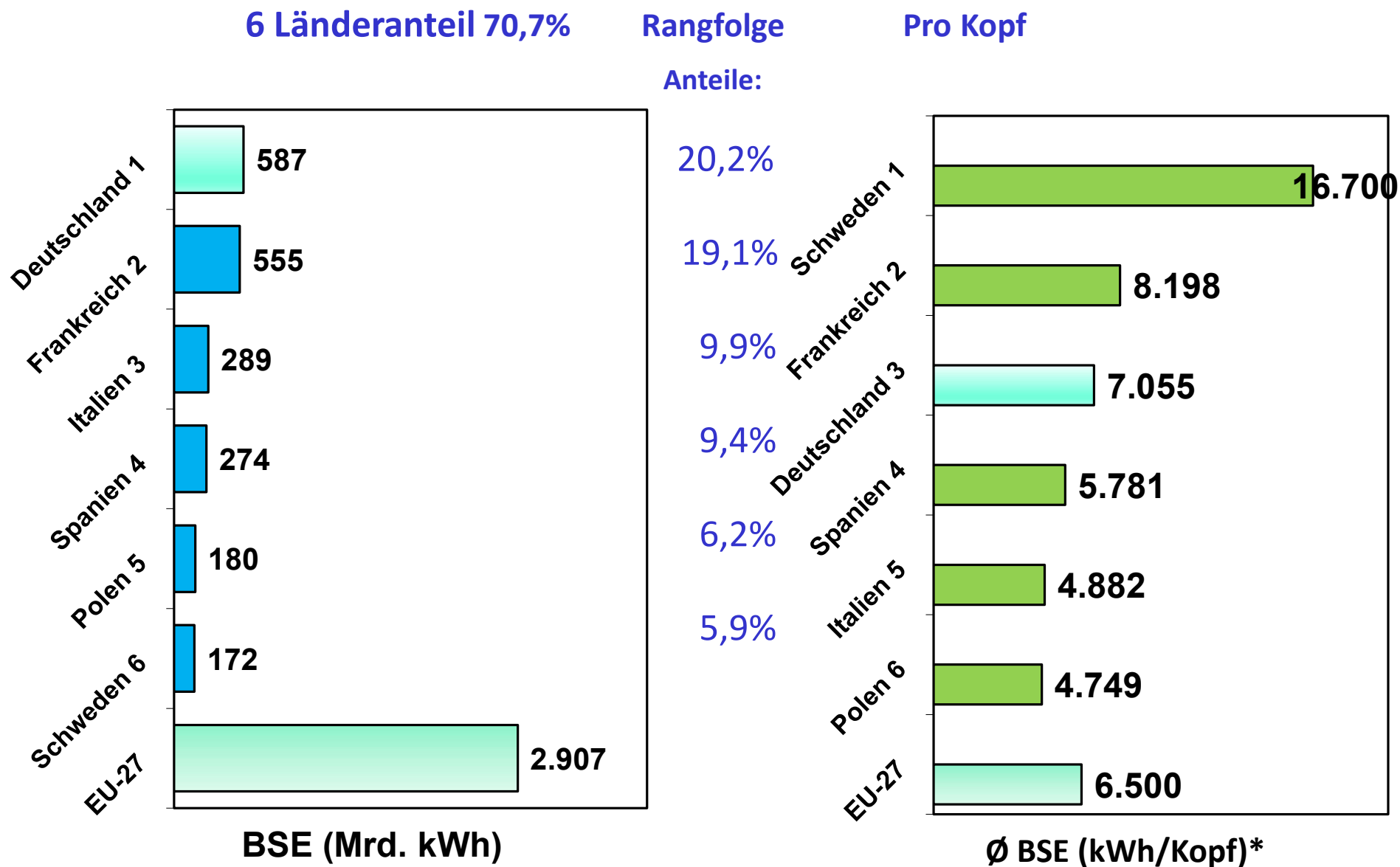
Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 447,6 Mio.

1) EE-Anteil an der Bruttostromerzeugung (BSE) 39,2%, davon Windenergie 38,0%, Wasserkraft mit Pumpstrom 27,9 %, Bioenergie + biogener Abfall 14,6%, PV 18,5%, Geothermie 0,6%; Solar thermische KW 0,5

2) Sonstige Energien: hergestelltes Gas sowie biogener Abfall, Wärme u.a.



## 6 Länder-Rangfolge bei der Brutto-Stromerzeugung (BSE) in der EU-27 im Jahr 2021 **nach Eurostat** (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 <sup>1</sup>	Wind- energie	Feste Biomasse <sup>2</sup>	Biogase <sup>3</sup>	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
<b>EU-27</b>	<b>308,6</b>	<b>421,3</b>	<b>105,9</b>	<b>52,0</b>	<b>3,7</b>	<b>205,1</b>	<b>4,5</b>	<b>6,4</b>	<b>0,5</b>	<b>1.108,0</b>

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

1 Wasserkraft (gesamt) inklusive Pumpspeicher

2 inkl. des biogenen Anteils des Abfalls

3 inkl. Klär- und Deponiegas

Quelle: EUROSTAT (NRG\_IND\_PEHCF und NRG\_IND\_PEHNF) [28], [29]

\* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 447,6 Mio.

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

1. Wasserkraft (gesamt) inklusive Pumpspeicher;

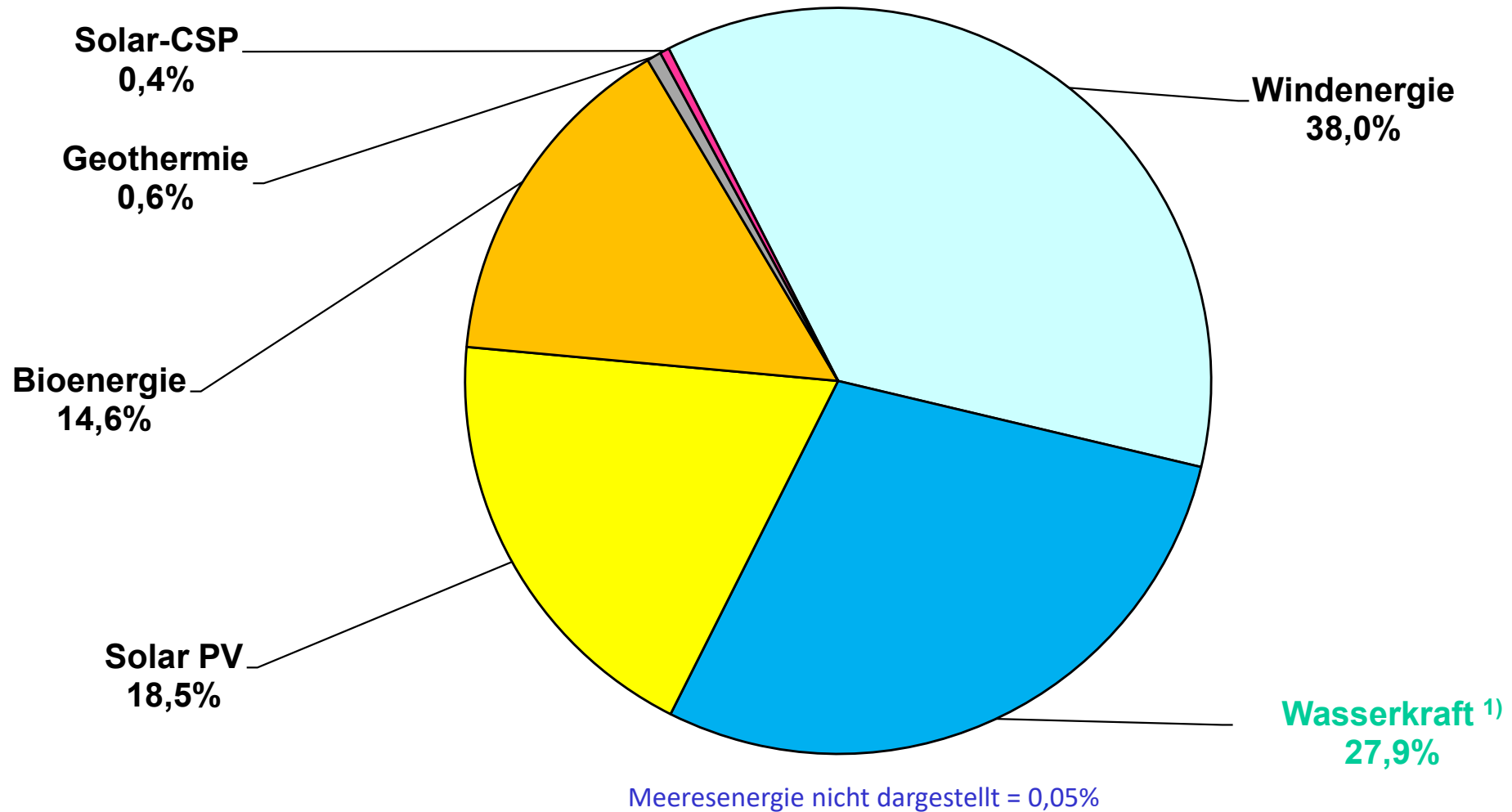
2. inkl. des biogenen Anteils des Abfalls;

3. inkl. Klär- und Deponiegas

## Stromerzeugung aus erneuerbare Energien in der EU-27 2022 nach Eurostat (2)

Gesamt 1.108 TWh; Anteil 39,2% an der BSE von 2.825,4 TWh (Mrd. kWh)

Beitrag Wasserkraft 308,6 TWh, Anteil von gesamt EE 27,9%



Grafik Bouse 2023

1) Wasserkraft mit Pumpspeicher

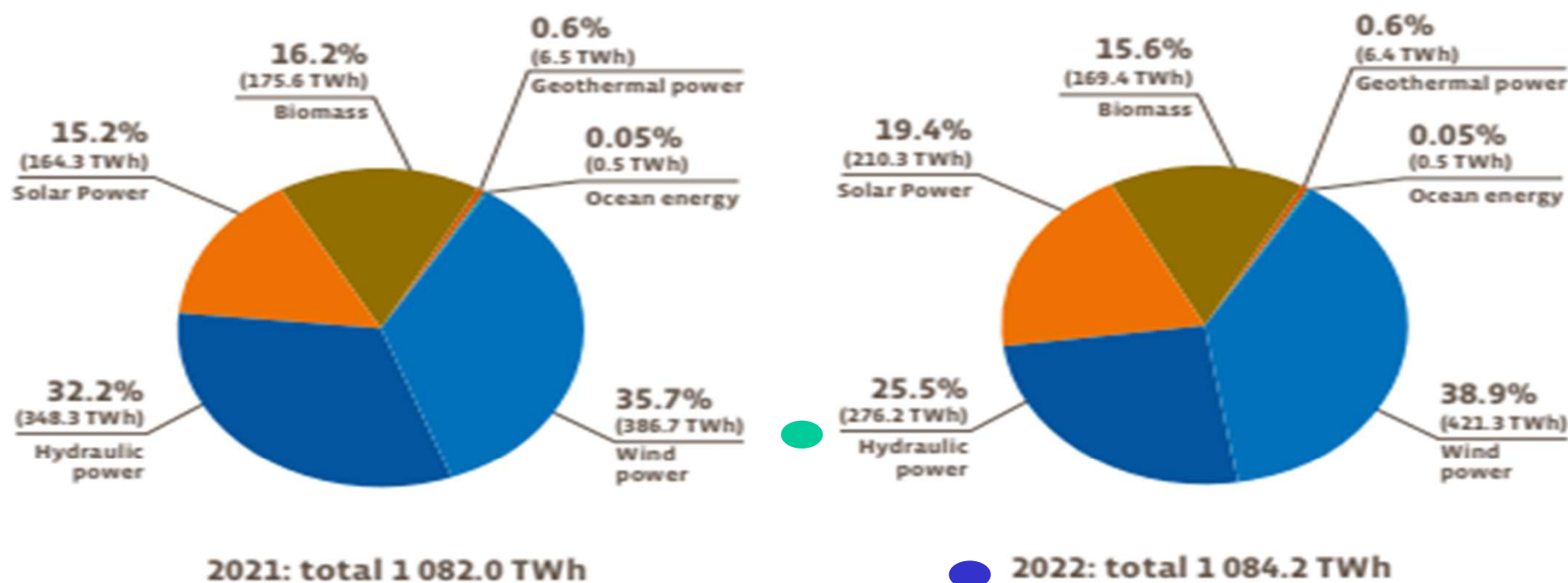
2) Erneuerbare Energien 1.108 TWh, davon Windenergie 421,3 TWh, Wasserkraft mit Pumpspeicher 308,6 TWh, Solar-PV 250,1; Bioenergie mit biogenen Abfall 161,6 TWh, Geothermie 6,3 TWh, Solarthermische KW CSP 4,5 TWh, Meeresenergie 0,5 TWh

# Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien (EE) nach Technologien in der EU-27 von 2021/22 nach EurObserv'ER (1)

**Jahr 2022: Gesamt 1.084,2 TWh, EE-Anteil 37,5% am BSV**  
Beitrag reg. Wasserkraft 276,2 TWh, EE-Anteil 25,5%

**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 EU27 (in %)



Notes for calculation: Hydro is actual (not normalised) and excluding pumping. Wind is actual (not normalised). 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 from Eurostat database (updated 28 january 2024)

\* Daten 2022 vorläufig, Stand 02/2024

Anmerkungen zur Berechnung: Wasserkraft ist tatsächlich (nicht normalisiert) und ohne Pumpen. Der Wind ist tatsächlich (nicht normalisiert). Die gesamte Stromerzeugung, ob die erneuerbaren Richtlinien eingehalten werden oder nicht, umfasst feste Biobrennstoffe, Biogas (rein und im Erdgasnetz gemischt) und flüssige Biobrennstoffe.

Quelle: EurObserv'ER aus der Eurostat-Datenbank (aktualisiert am 28. Januar 2024)

Nachrichtlich 2022: Stromdaten nach Eurostat 2020: BSE = 2.825,4 TWh, BSV = 2.838,4 TWh jeweils ohne Pumpstrom

Quellen: EurObserv'ER – Stand erneuerbare Energien in Europa 2023, S. 110, 02/2024; Eurostat aus BMWI „Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung 2022, S. 75; 10/2023

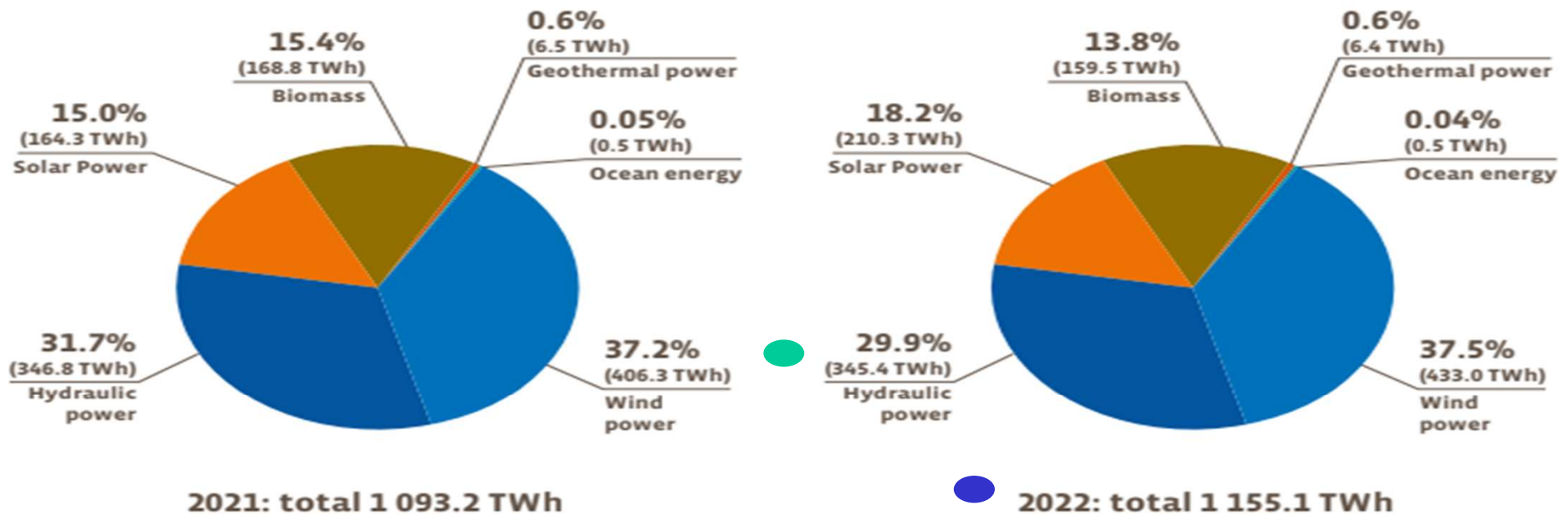


# Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien (EE) nach Technologien in der EU-27 von 2021/22 nach EurObserv'ER (2)

Jahr 2022: Gesamt 1.155,1 TWh, EE-Anteil 37,5% am BSV  
Beitrag reg. Wasserkraft 345,4 TWh, EE-Anteil 29,9%

**2** Anteil jedes Energieträgers an der erneuerbaren Stromerzeugung im Jahr 2021 und 2022 in der EU-27 (in %) gemäß Einhaltung der Vorgaben der Richtlinie (EU) 2018/2001.

Share of each energy source in renewable electricity generation in 2021 and in 2022 in the EU-27 (in %) according the Directive (EU) 2018/2001 specifications.



Notes for calculation: Hydro is normalised and excluding pumping. Wind is normalised. Solar includes solar photovoltaics and concentrated solar power generation. Biomass includes electricity generation from solid biofuels, liquid biofuels and biogas (pure and blended in the natural gas grid) calculated according to their compliance with the criteria of Directive (EU) 2018/2001 and also renewable municipal waste.

Source: EurObserv'ER from Eurostat database (updated 28 January 2024) and SHARES

## Hinweise zur Berechnung:

Wasserkraft ist normalisiert und ohne Pumpen. Der Wind ist normalisiert. Solar umfasst Solarphotovoltaik und konzentrierte Solarenergie Solarstromerzeugung. Biomasse umfasst die Stromerzeugung aus festen Biobrennstoffen, flüssigen Biobrennstoffen und Biogas (rein und gemischt). Erdgasnetz, berechnet nach ihrer Übereinstimmung mit den Kriterien der Richtlinie (EU) 2018/2001, und auch erneuerbare Siedlungsabfälle. Quelle: EurObserv'ER aus der Eurostat-Datenbank (aktualisiert am 28. Januar 2024) und SHARES

Nachrichtlich 2022: Stromdaten nach Eurostat 2020: BSE = 2.825 TWh, BSV = 2.38,4 TWh jeweils mit Pumpstrom

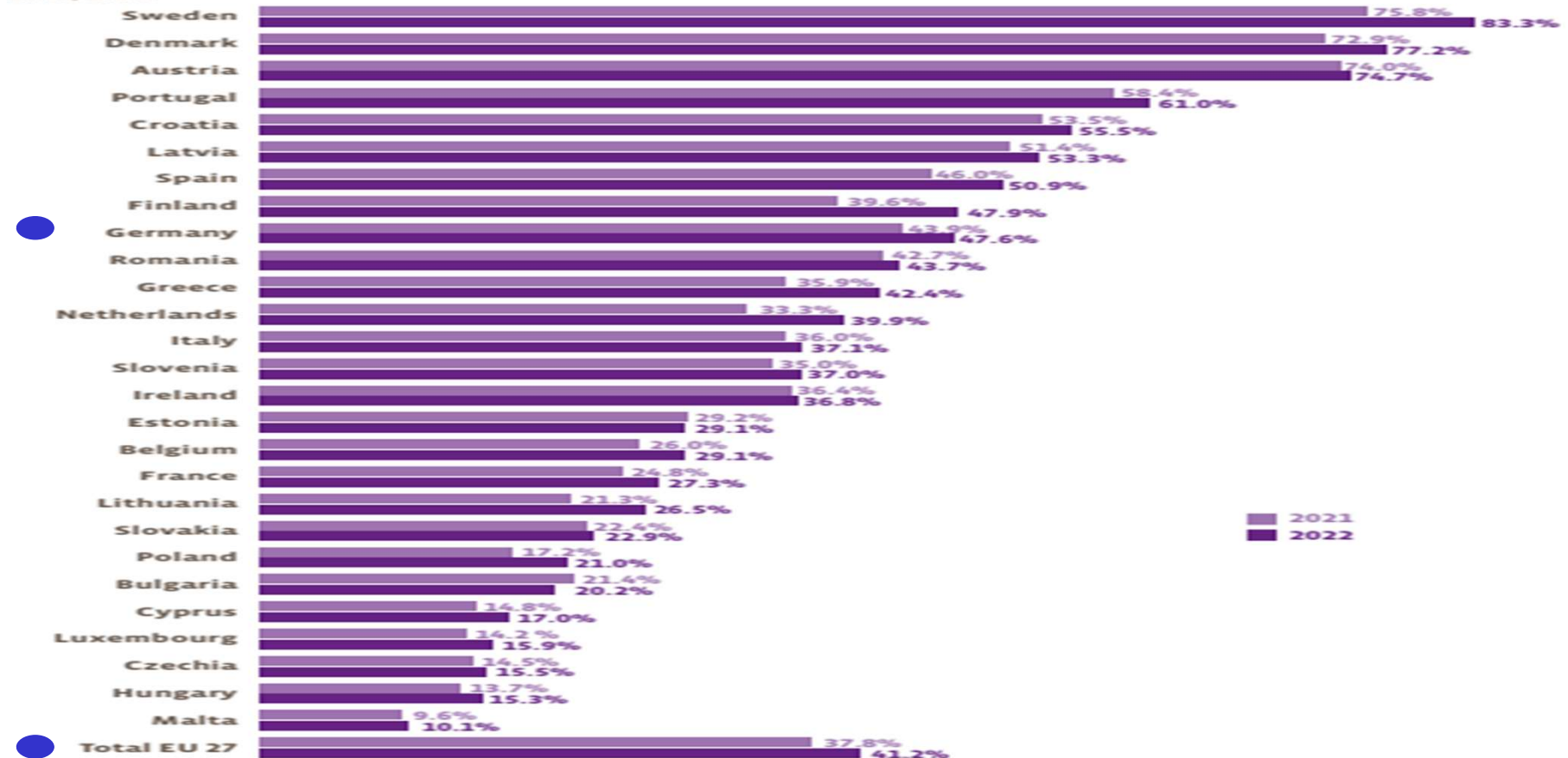
Quellen: EurObserv'ER – Stand erneuerbare Energien in Europa 2023, S. 110, 02/2024; Eurostat aus BMWI „Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung 2022, S. 75; 10/2023

# Länder-Rangfolge Anteil **erneuerbarer Energien (EE)** am Bruttostromverbrauch (BSV) in der EU-27 von 2021/22 nach EurObserv'ER (3)

**Jahr 2022: Anteil EE 41,2% am BSV von 2.631,6 TWh ohne Pumpstrom**

## 3 Anteil der Energie aus erneuerbaren Quellen am Bruttostromverbrauch (%) – Gemäß der Richtlinie (EU) 2018/2001

Share of energy from renewable sources in gross electricity consumption (%) - According to the Directive (EU) 2018/2001



Notes for calculation: Hydro is normalised and excluding pumping. Wind is normalised. Solar includes solar photovoltaics and concentrated solar power generation. Biomass includes electricity generation from solid biofuels, liquid biofuels and biogas (pure and blended in the natural gas grid) calculated according to their compliance with the criteria of Directive (EU) 2018/2001 and also renewable municipal waste. Source: Eurostat (updated 6<sup>th</sup> February 2024)

Daten 2012 vorläufig, Stand 2/2024

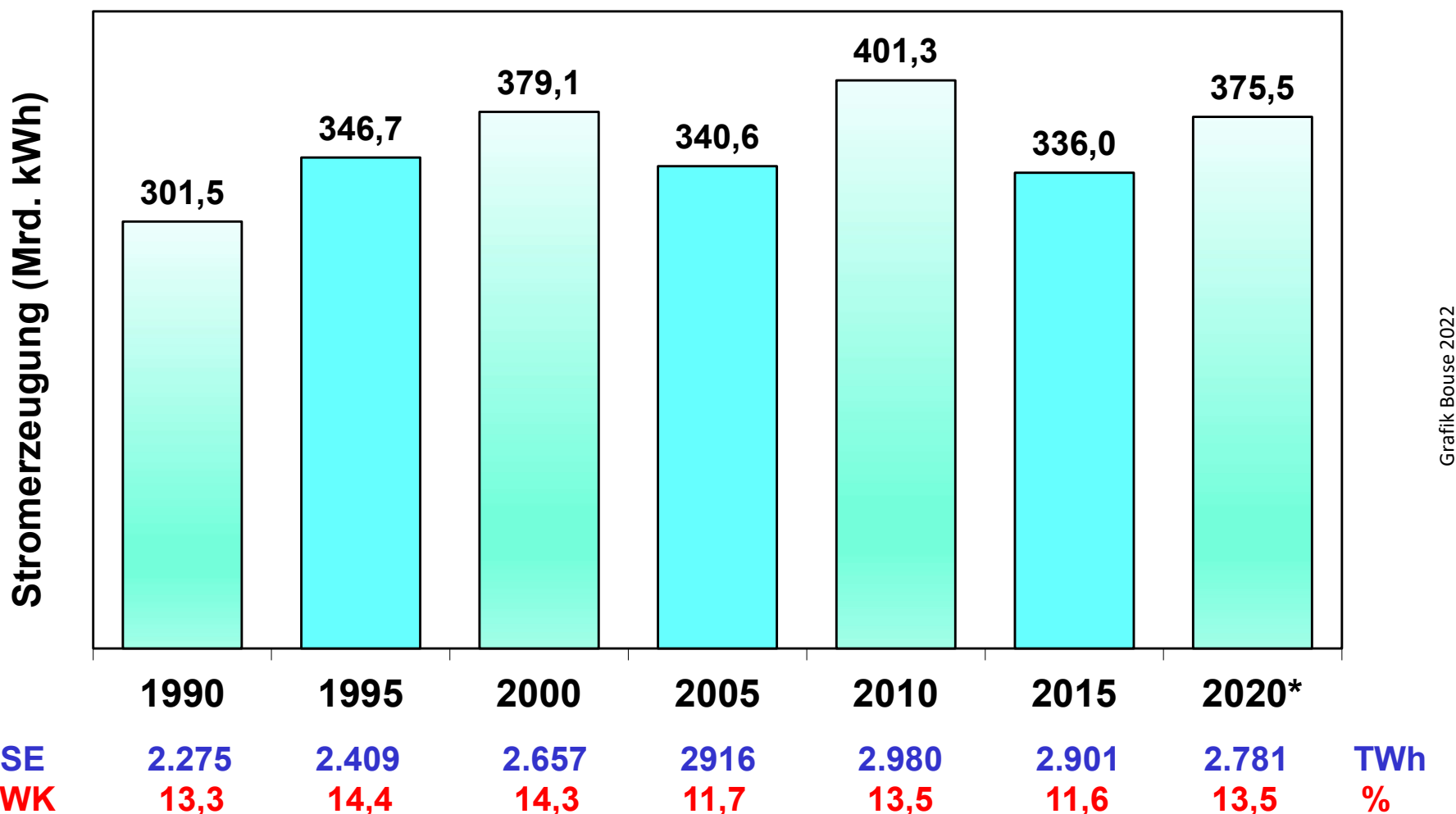
### Hinweise zur Berechnung:

Wasserkraft ist normalisiert **und ohne Pumpen**. Der Wind ist normalisiert. Solar umfasst Solarphotovoltaik und konzentrierte Solarenergie Solarstromerzeugung. Biomasse umfasst die Stromerzeugung aus festen Biobrennstoffen, flüssigen Biobrennstoffen und Biogas (rein und gemischt). Erdgasnetz), berechnet nach ihrer Übereinstimmung mit den Kriterien der Richtlinie (EU) 2018/2001, und auch erneuerbare Siedlungsabfälle.

Quelle: Eurostat (aktualisiert am 6. Februar 2024) aus EurObserv'ER – Stand erneuerbare Energien in Europa 2023, S. 111, 2/2024

# Entwicklung Bruttostromerzeugung (BSE) aus Wasserkraft (WK) in der EU-27 von 1990-2020 nach Eurostat (1)

Jahr 2020: Gesamt 375,5 TWh (Mrd. kWh), Veränderung 1990/2020 + 24,5% <sup>1)</sup>



\* Daten 2020 vorläufig, Stand 4/2022

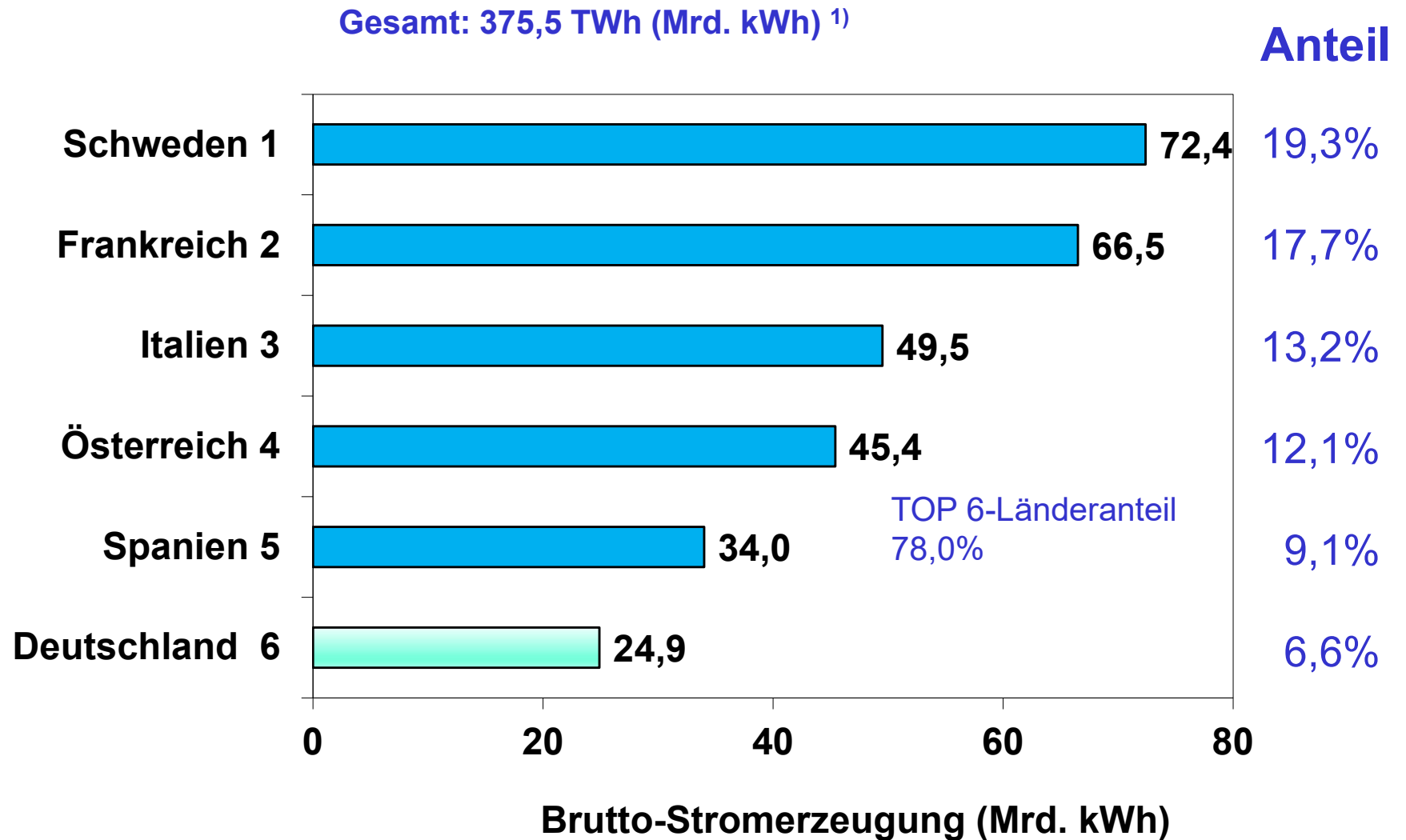
Energieeinheiten: 1 Mio. t RÖE (Mtoe) = 1,429 Mio. t SKE = 11,63 Mrd. kWh (TWh) = 41,869 PJ

1) Stromerzeugung aus Lauf- und Speicherwasser einschließl. Erzeugung aus natürlichem Zufluss in Pumpspeicherkraftwerken (EE) und mit Pumpstromerzeugung (Nicht EE)

Beispiel Jahr 2020 enthält Pumpspeicherstrom : 375,5 TWh - 246,2 TWh = 29,3 TWh

Quellen: Eurostat –Energiebilanzen 2020, Stand 4/2022

## TOP 6-Länder der Brutto-Stromerzeugung (BSE) aus Wasserkraftanlagen in der EU-27 im Jahr 2020 nach Eurostat (2)



\* Daten 2020 vorläufig, Stand 4/2022

1) Stromerzeugung aus Wasserkraft und zwar Lauf- und Speicherwasser einschließlich Erzeugung aus natürlichem Zufluss in Pumpspeicherkraftwerken (EE) sowie Pumpspeicherstrom (Nicht-EE)

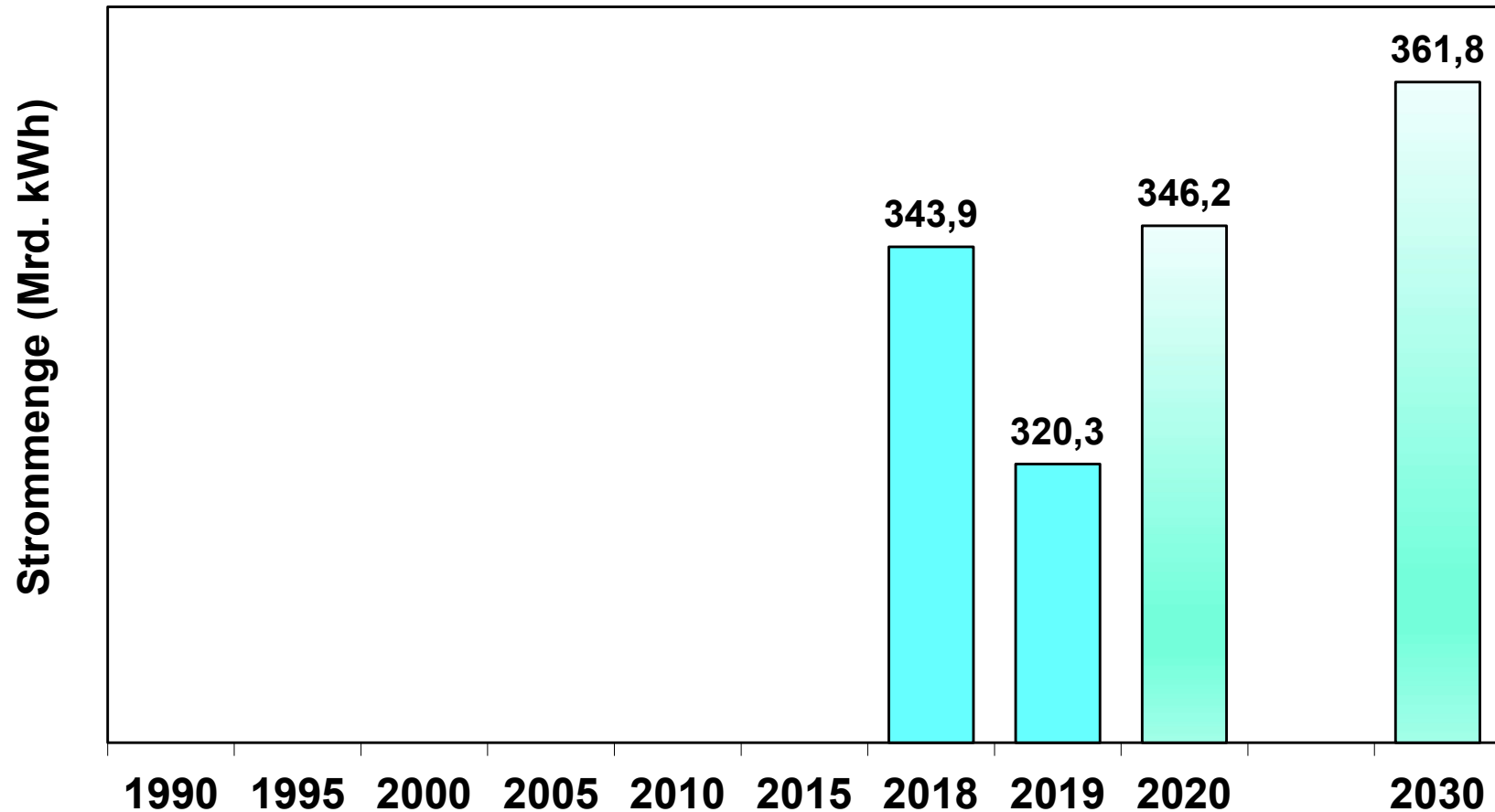
2) Beitrag Pumpstromerzeugung: 375,5 TWh - 346,2 TWh = 29,3 TWh

Quelle: Eurostat – Energiebilanz in der EU-27, 4/2022



# Entwicklung Bruttostromerzeugung (BSE) aus reg. Wasserkraft (WK) <sup>1)</sup> in der EU-27 von 1990-2020, Prognose 2030 nach EurObserv'ER (1)

Jahr 2020: Gesamt 346,2 TWh (Mrd. kWh) <sup>1)</sup>



Grafik Bouse 2022

\* Daten 2018 vorläufig, Stand 10/2020

Energieeinheiten: 1 Mio. t RÖE (Mtoe) = 1,429 Mio. t SKE = 11,63 Mrd. kWh (TWh) = 41,869 PJ

1) Stromerzeugung aus Lauf-und Speicherwasser einschließl. Erzeugung aus natürlichem Zufluss in Pumpspeicherkraftwerken ,  
aber ohne Pumpspeicherstrom (Nicht-EE)

Quelle: EurObserv'ER – EE in Europa 2021, S. 32, 3/2021

# Länder-Rangfolge Bruttostromerzeugung (BSE) aus reg. Wasserkraft in der EU-27 im Jahr 2021/22 nach EurObserv'ER (2)

Jahr 2022: Gesamt 276,237 TWh \*

2

Hydraulische Bruttostromproduktion (ohne Pumpen) in der Europäischen Union (EU-27) im Jahr 2021/2022

Hydraulic gross electricity production (pumping excluded) in the European Union (in TWh) in 2021 and 2022

TOP 6 Länder  
Rangfolge 2022  
Anteile (%)

25,3  
16,5  
12,6  
6,4  
6,4  
5,1  
72,3

	2021	2022	Normalised production 2022*
Sweden	73.885	69.871	67.651
France	59.616	45.521	59.929
Austria	38.751	34.705	42.360
Italy	45.388	28.398	48.094
Germany	19.657	17.625	19.856
Spain	29.626	17.590	30.144
Romania	17.412	13.977	15.766
Finland	15.791	13.492	14.701
Portugal	11.908	6.536	12.606
Croatia	7.128	5.460	6.821
Greece	5.903	3.855	5.086
Bulgaria	4.819	3.803	4.112
Slovakia	4.258	3.678	4.259
Slovenia	4.713	3.149	4.559
Latvia	2.708	2.750	2.893
Czechia	2.409	2.093	2.202
Poland	2.339	1.968	2.315
Ireland	0.749	0.701	0.764
Lithuania	0.384	0.464	0.436
Belgium	0.418	0.271	0.349
Hungary	0.212	0.178	0.239
Luxembourg	0.107	0.064	0.099
Netherlands	0.088	0.050	0.087
Estonia	0.023	0.023	0.034
Denmark	0.016	0.015	0.015
<b>Total EU-27</b>	<b>348.308</b>	<b>276.237</b>	<b>345.376</b>
*Normalised production according to Directive 2018/2001 (EU). Source: Eurostat			

\* Daten 2022 vorläufig, Stand 2/2024

Normalisierte Produktion gemäß Richtlinie 2018/2001 (EU). Quelle: Eurostat

Quelle: EUR'Observ'ER „Stand der erneuerbaren Energien in Europa 2022“, S. 32 Ausgabe 2/2024

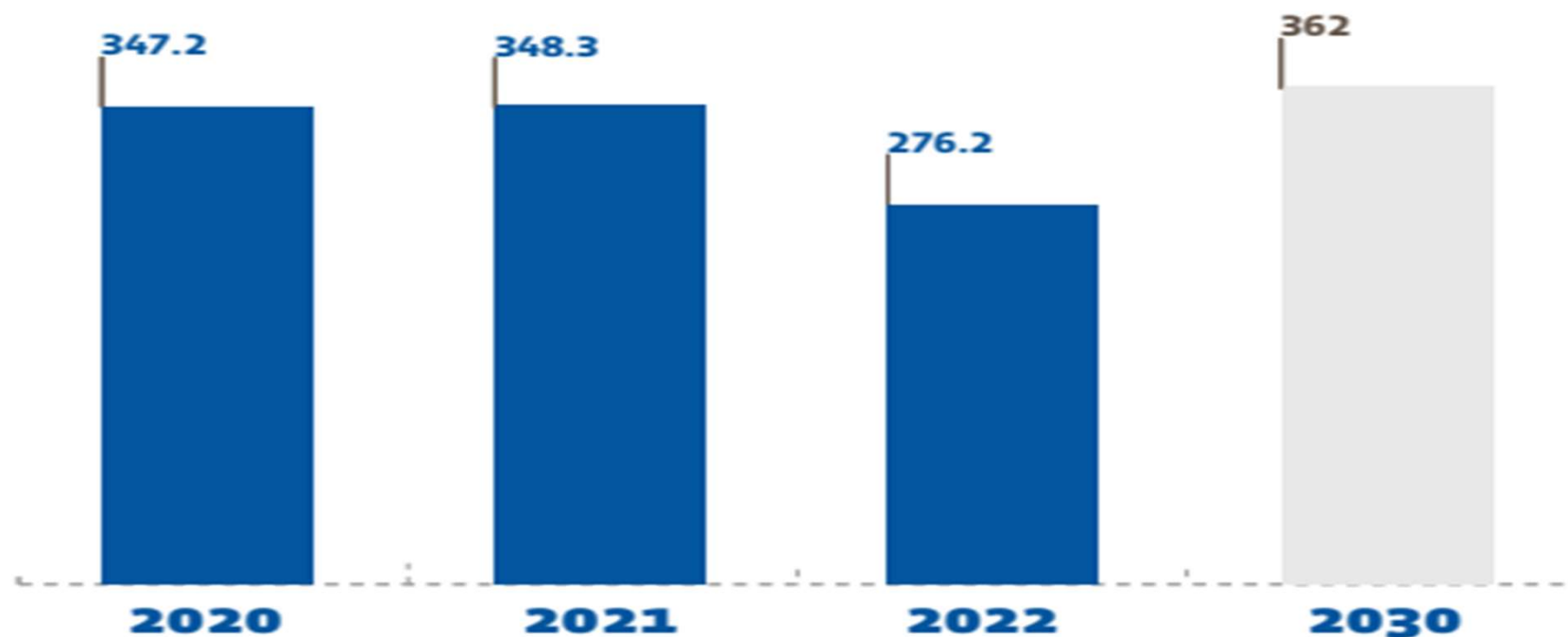
## Entwicklung Stromerzeugung aus reg. Wasserkraft (ohne Pumpspeicherung) in der EU-27 2020-2022, Prognose 2030 nach EurObserv'ER (3)

Jahr 2022-2022 Prognose 2030/2030: Gesamt 276,2 / 362 TWh

4

EurObserv'ER-Projektion der Wasserkraftproduktion (ohne Pumpspeicherung) in der EU-27 (in TWh)

*EurObserv'ER projection of hydroelectricity production (without pumped storage) in the EU-27 (in TWh)*



Source: EurObserv'ER

\* Daten 2022 vorläufig, Stand 2/2024

Quelle: EUR'Observ'ER „Stand der erneuerbaren Energien in Europa 2023“, S. 34 Ausgabe 2/2024

# Stromversorgung mit **Beitrag Wasserkraft**

Teil 2: Anlagen, Kapazität

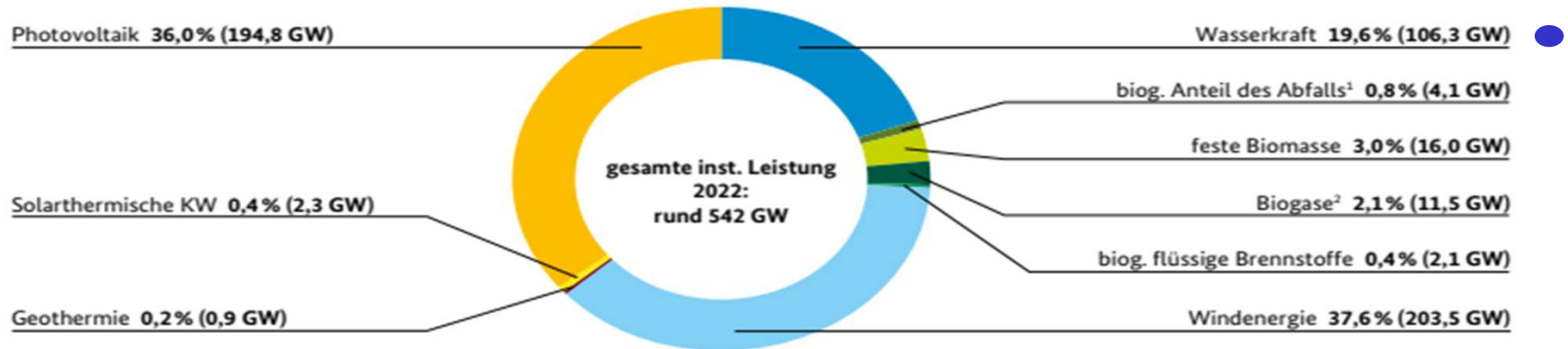


# Entwicklung gesamte installierte Leistung zur erneuerbaren Stromerzeugung in der EU-27 Ende 1990-2022 nach Eurostat, IRENA (1)

Ende 2022: Gesamt rund 542 GW, Veränderung zum VJ + 5,0%

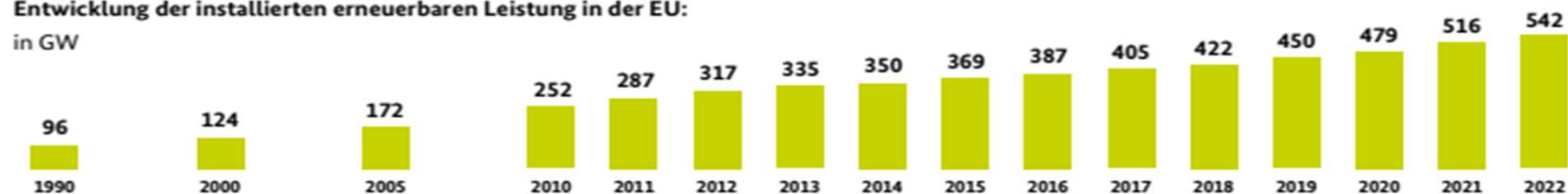
Abbildung 40: Gesamte installierte Leistung zur erneuerbaren Stromerzeugung in der EU-27 im Jahr 2022

Anteile in Prozent



Entwicklung der installierten erneuerbaren Leistung in der EU:

in GW



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.

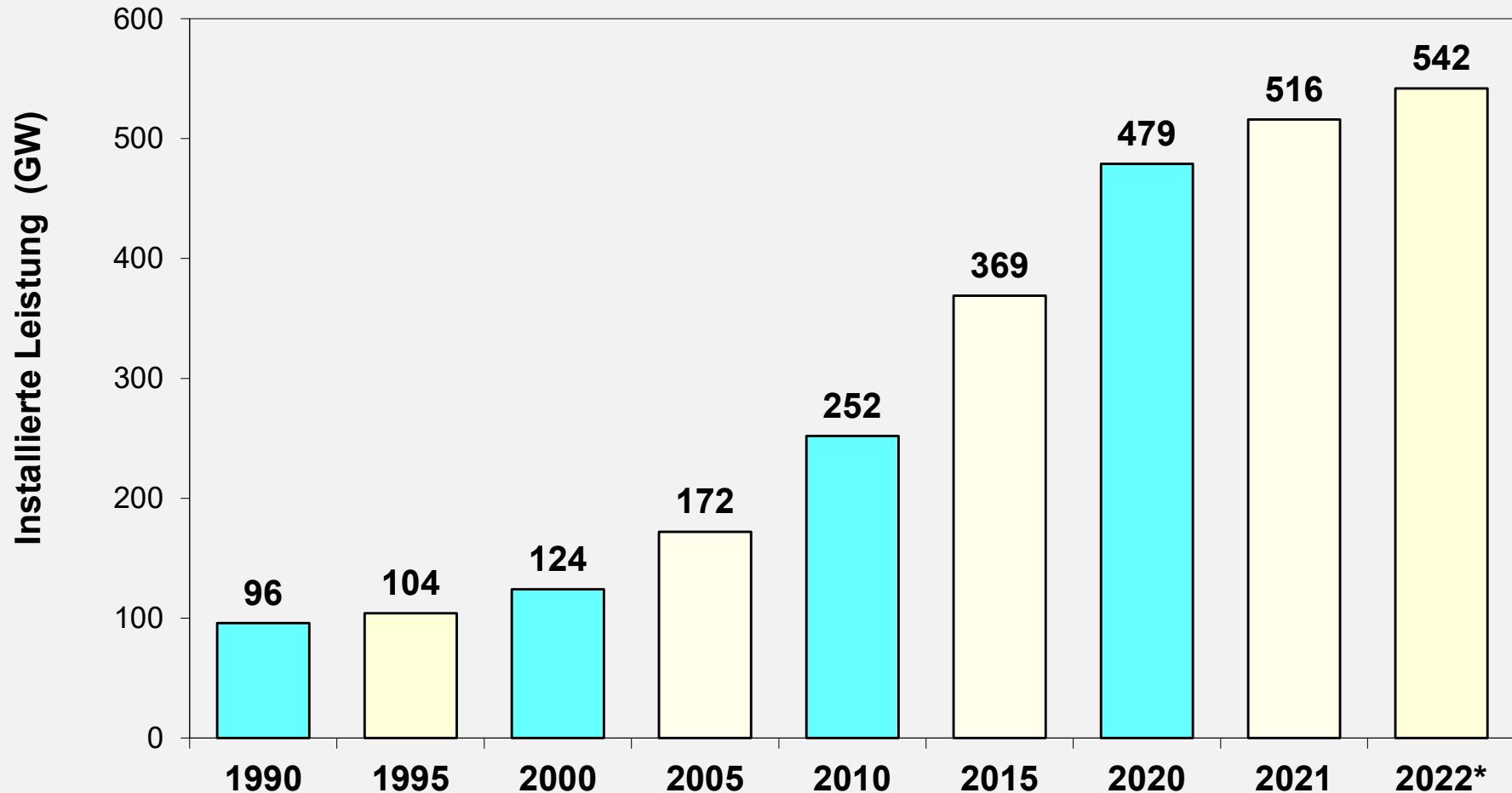
1 biogener Anteil des Abfalls in Abfallverbrennungsanlagen mit 50 Prozent angesetzt

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%



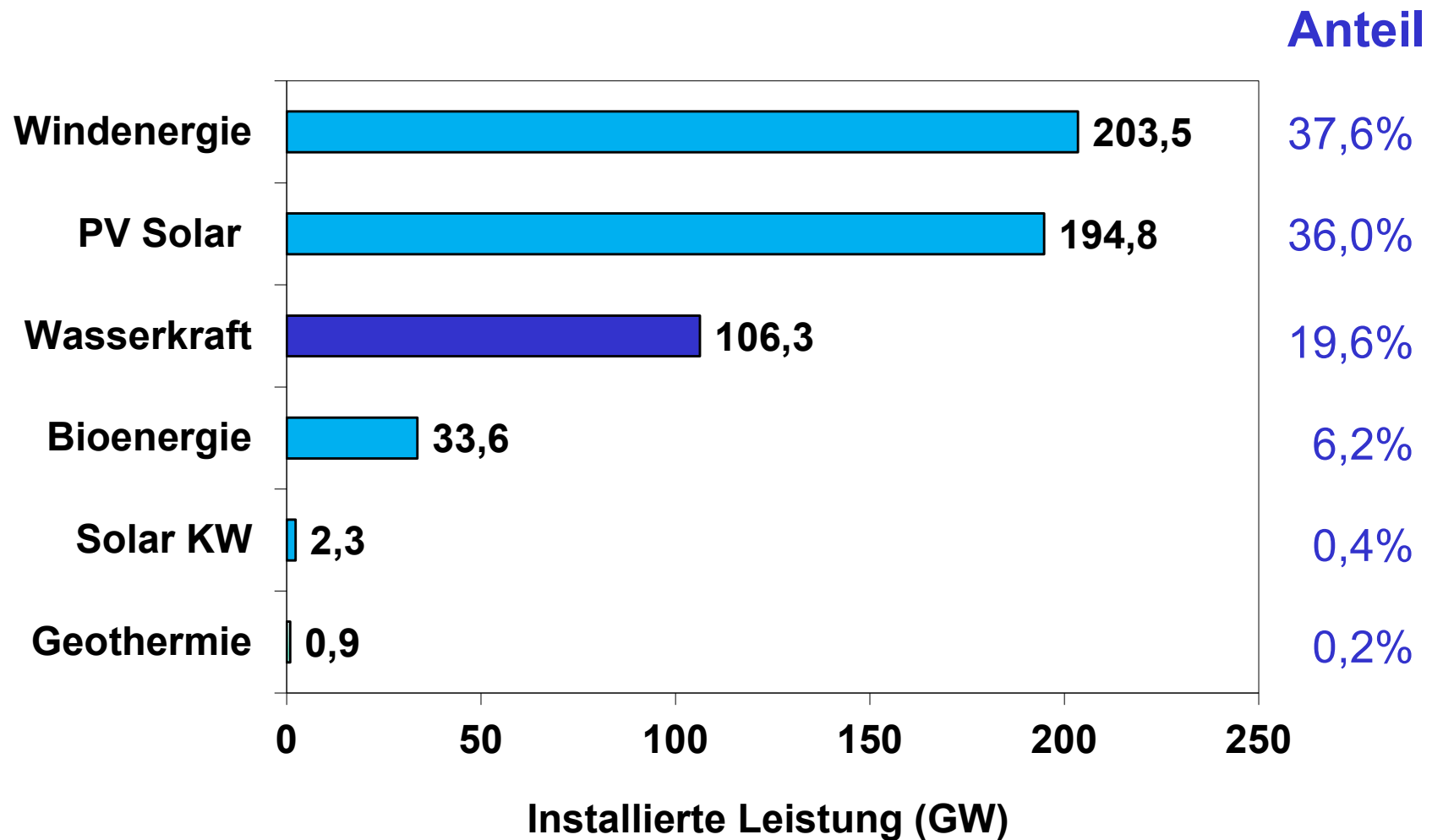
Grafik Bouse 2023

\* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

Quellen: Eurostat (Stromerzeugungskapazität von erneuerbaren Energien und Abfällen) [32] aus BMWI - Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung 2022; S. 77; 10/2023; IRENA - Renewable Capacity Statistics 2022, Ausgabe Mai 2023

# Gesamte installierte Leistung zur erneuerbaren Stromerzeugung in der EU-27 Ende 2022 nach Eurostat, IRENA (3)

Gesamt: 542 GW <sup>1)</sup>



\* 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

# Nettokapazität von reinen Wasserkraftwerken, Mischanlagen und reinen Pumpanlagen in den Ländern der Europäischen Union (EU-27) in 2021/22 nach EUR'Observ'ER (1)

**Jahr 2022: Gesamt 152.733 MW = 152,7 GW\***

105.851 + 24.241 = 130.092 MW = 130,1 GW ohne Pumpstromkapazität von 22,6 GW

Hydraulische Kapazität\* von reinen Wasserkraftwerken, Mischkraftwerken und reinen Pumpwerken in Ländern der Europäischen Union im Jahr 2021 und im Jahr 2022 (in MW)

**1**

Hydraulic capacity\* of pure hydro plants, mixed plants and pure pumped plants in the European Union countries in 2021 and in 2022 (in MW)

	2021				2022			
	Pure hydro power	Mixed hydro power	Pure pumped hydro power	Total	Pure hydro power	Mixed hydro power	Pure pumped hydro power	Total
France	18 890.2	5 372.9	1 727.7	25 990.8	18 863.7	5 372.3	1 727.7	25 963.7
Italy	15 528.7	3 280.6	3 940.4	22 749.7	15 598.7	3 334.1	3 928.0	22 860.8
Spain	13 719.3	3 081.6	3 331.4	20 132.4	13 724.1	3 081.6	3 331.4	20 137.1
Sweden	16 308.0	99.0	0.0	16 407.0	16 300.0	99.0	0.0	16 399.0
Austria	8 986.6	5 761.3	0.0	14 747.9	9 127.8	5 795.3	0.0	14 923.1
Germany	4 356.0	1 134.0	5 354.0	10 844.0	4 487.0	1 134.0	5 353.0	10 974.0
Portugal	4 490.5	2 764.4	0.0	7 254.9	4 541.4	3 647.2	0.0	8 188.6
Romania	6 291.4	279.3	91.5	6 662.2	6 293.2	277.9	91.5	6 662.6
Greece	2 722.0	699.0	0.0	3 421.0	2 722.0	699.0	0.0	3 421.0
Bulgaria	2 356.2	149.0	864.0	3 369.2	2 376.9	149.0	864.0	3 389.9
Finland	3 171.0	0.0	0.0	3 171.0	3 171.0	0.0	0.0	3 171.0
Slovakia	1 615.0	0.0	916.0	2 531.0	1 616.0	0.0	916.0	2 532.0
Poland	598.6	376.0	1 423.0	2 397.5	607.9	376.0	1 423.0	2 406.8
Czechia	1 113.4	0.0	1 171.5	2 284.9	1 113.6	0.0	1 171.5	2 285.1
Croatia	1 925.1	275.4	0.0	2 200.5	1 930.4	275.3	0.0	2 205.7
Latvia	1 587.2	0.0	0.0	1 587.2	1 587.7	0.0	0.0	1 587.7
Belgium	110.7	0.0	1 307.0	1 417.7	123.3	0.0	1 307.0	1 430.3
Slovenia	1 172.1	0.0	180.0	1 352.1	1 166.1	0.0	180.0	1 346.1
Luxembourg	34.5	0.0	1 296.0	1 330.5	34.0	0.0	1 296.0	1 330.0
Lithuania	117.0	0.0	760.0	877.0	117.0	0.0	760.0	877.0
Ireland	237.0	0.0	292.0	529.0	237.0	0.0	292.0	529.0
Hungary	60.0	0.0	0.0	60.0	60.0	0.0	0.0	60.0
Netherlands	37.7	0.0	0.0	37.7	37.7	0.0	0.0	37.7
Estonia	6.0	0.0	0.0	6.0	8.0	0.0	0.0	8.0
Denmark	7.1	0.0	0.0	7.1	6.6	0.0	0.0	6.6
<b>Total EU-27</b>	<b>105 441</b>	<b>23 272</b>	<b>22 654</b>	<b>151 368</b>	<b>105 851</b>	<b>24 241</b>	<b>22 641</b>	<b>152 733</b>

\* Net maximum electrical capacity. Source: Eurostat

\* Daten 2022 vorläufig, Stand 2/2024

Maximale elektrische Nettokapazität

TOP 6 Länder  
Rangfolge 2022  
Anteile (%)

17,0

15,0

13,2

10,7

9,8

**7,2**

72,9



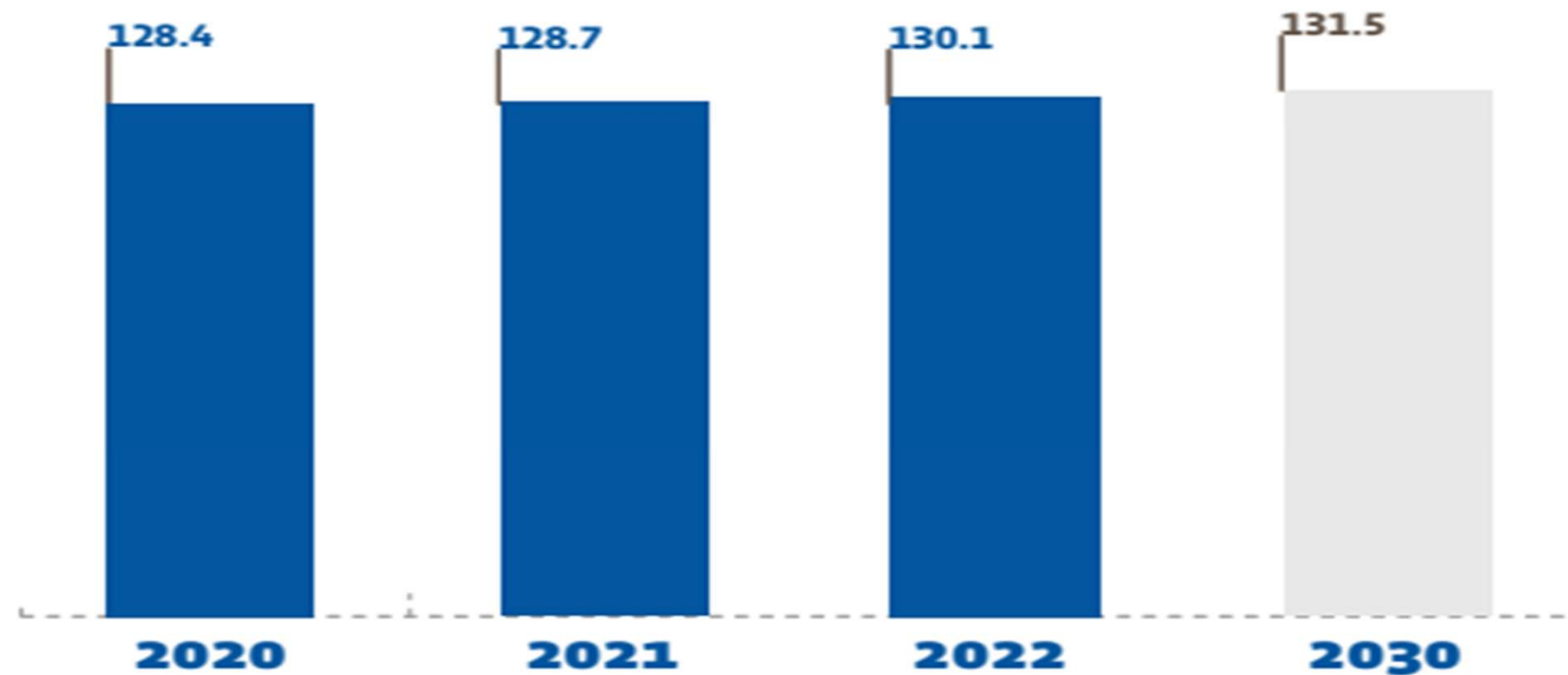
## Entwicklung Nettokapazität Wasserkraft (ohne Pumpenkapazität) in der EU-27 Ende 2020-2022, Prognose 2030 **nach EurObserv'ER** (2)

Ende 2022 / 2030: Gesamt 130,1 / 131,5 GW

**3**

EurObserv'ER-Projektion der Nettohydraulikkapazität (reines Pumpen ausgeschlossen) in der EU-27 (in GW)

*EurObserv'ER projection of the net hydraulic capacity (pure pumping excluded) in the EU-27 (in GW)*



Source: EurObserv'ER

\* Daten 2022 vorläufig, Stand 2/2024

Quelle: EUR'Observ'ER „Stand der erneuerbaren Energien in Europa 2023“, S. 34, Ausgabe 2/2024

# **Energie & Förderung Gesetze**

# Europäische Wasserrahmenrichtlinie (WRRL)

**Die im Jahr 2000 in Kraft getretene Europäische Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) hat ein ambitioniertes Ziel:** den guten Zustand der europäischen Gewässer. Voraussetzung zur Erreichung dieses Zieles ist ein verantwortungsvoller Umgang mit der Ressource Wasser und die nachhaltige Bewirtschaftung aller Gewässer, das heißt der Flüsse, der Seen und des Grundwassers.

Eine maßgebliche Neuerung der WRRL ist deren ganzheitlicher Ansatz. Dabei sind der ökologische und chemische Zustand der Oberflächengewässer sowie der chemische und mengenmäßige Zustand des Grundwassers umfassend und flächendeckend zu untersuchen und zu bewerten. Auf Grundlage der erhobenen Daten werden in den Gewässern Defizite und deren Ursachen identifiziert und basierend darauf effiziente Maßnahmen zur Verbesserung des Gewässerzustands abgeleitet und schrittweise umgesetzt.

Die Europäische Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) ist die Basis für einen umfassenden Gewässerschutz in ganz Europa. Nach der weitgehenden Verbesserung der Wasserqualität in Flüssen und Seen durch den Ausbau von Kläranlagen treten mit der WRRL die gewässerökologischen Fragen und die diffusen Belastungen stärker in den Vordergrund. Wesentliche Ziele der WRRL sind die Herstellung der ökologischen Funktionsfähigkeit der Oberflächengewässer und die Erhaltung der Nutzbarkeit des Grundwassers (= guter Zustand).

**Im Jahr 2009 hat Baden-Württemberg die Bewirtschaftungspläne und Maßnahmenprogramme für die Bearbeitungsgebiete Alpenrhein/Bodensee, Hochrhein, Oberrhein, Neckar, Main und Donau verabschiedet.** Bewirtschaftungspläne sind als Rahmenpläne zu verstehen, die durch einzelne Maßnahmen konkretisiert werden müssen. Diese werden dann in den entsprechenden Verwaltungsverfahren umgesetzt. Die Bewirtschaftungspläne und Maßnahmenprogramme werden in einem Sechs-Jahres-Turnus fortgeschrieben.

- 22.12.2014: Veröffentlichung der Entwürfe der Bewirtschaftungspläne und Maßnahmenprogramm
- bis 22.06.2015: Anhörung der Öffentlichkeit in den Flussgebieten Rhein und Donau
- 22.12.2015: Abschluss und Inkrafttreten der Bewirtschaftungspläne und Maßnahmenprogramme

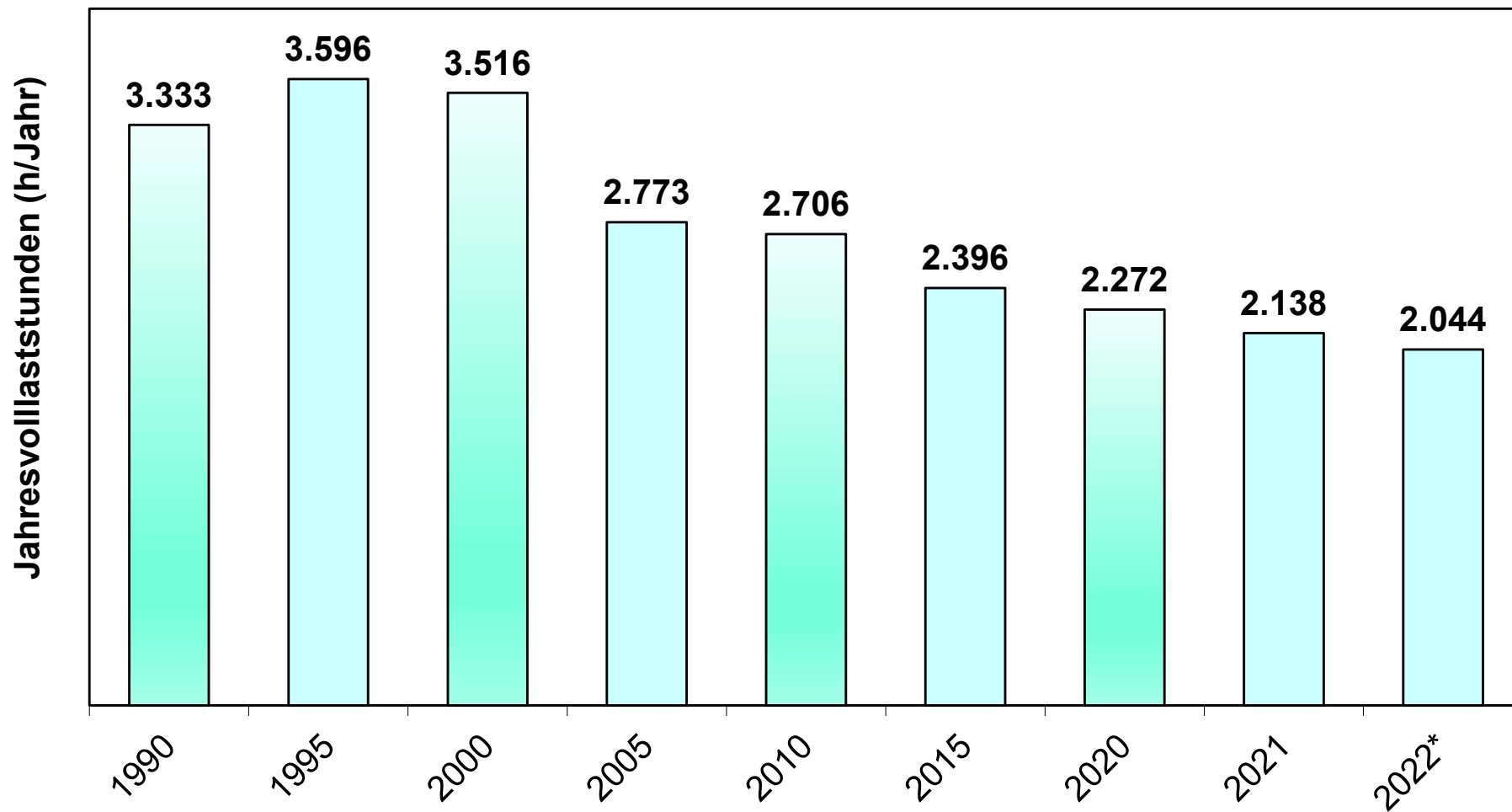


# **Energie & Wirtschaft, Energieeffizienz**



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

**Jahr 2022 :** Installierte Leistung zum J-Ende: 542 MW  
Brutto-Stromerzeugung 1.108 GWh (Mio. kWh)  
Jahresvolllaststunden 2.044 h/a <sup>1)</sup>  
(Stromerzeugung 1.108 GWh / 0,542 GW)



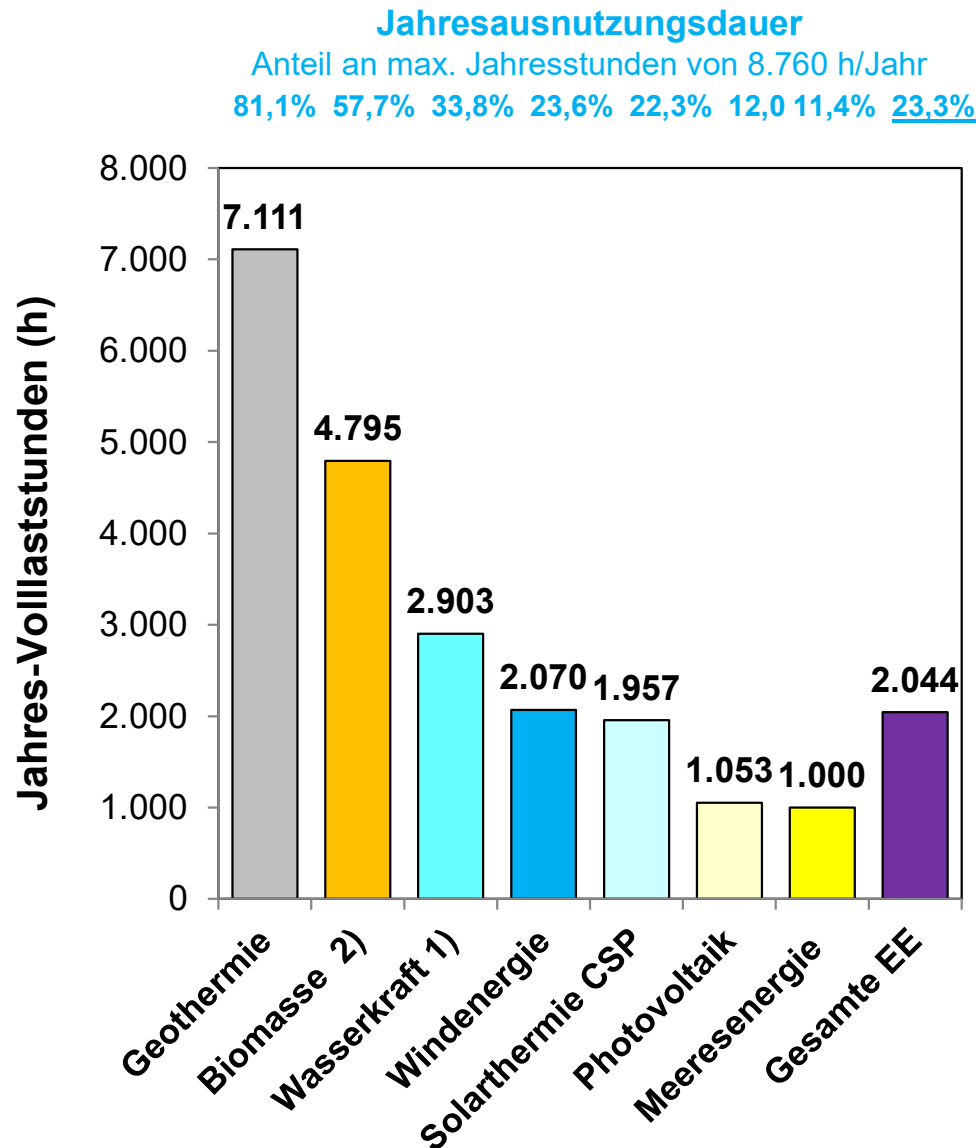
Grafik Bouse 2023

\* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

1) JvLS mit installierter J-Durchschnittleistung berechnet anstelle der installierten Leistung zum Jahresende ergibt genauere Ergebnisse

Quellen: BMU- Erneuerbare Energien in Zahlen, Nationale und internationale Entwicklung 2022, 10/2023 ; [www.erneuerbare-Energien.de](http://www.erneuerbare-Energien.de)  
EurObserv'ER- Windenergiebarometer EU-27 2021, Ausgabe 3/2023, Eurostat 2020; Eurostat – Energiebilanzen 2022, 3/2022

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



Energieträger	Strom- erzeugung	Installierte Leistung <sup>3)</sup>	Jahres- Volllaststunden
	GWh	GW	h/a
Biomasse <sup>2)</sup>	161.600	33,7	4.795
Wasserkraft <sup>1)</sup>	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
<b>Gesamte EE</b>	<b>1.108.000</b>	<b>542,0</b>	<b>2.044</b>

**Vollbenutzungsstunden (h/Jahr) =**  
 $\text{Bruttostromerzeugung (GWh} \times 10^3 \text{ / installierte Leistung (MW))}$   
 = 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](http://www.erneuerbare-Energien.de)

**Mittlere Energieeffizienz bei der Stromerzeugung aus der Wasserkraft**  
 Jahresvolllaststunden 2.903 h/a = 33,8% Jahresausnutzungsdauer

# 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.

## 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

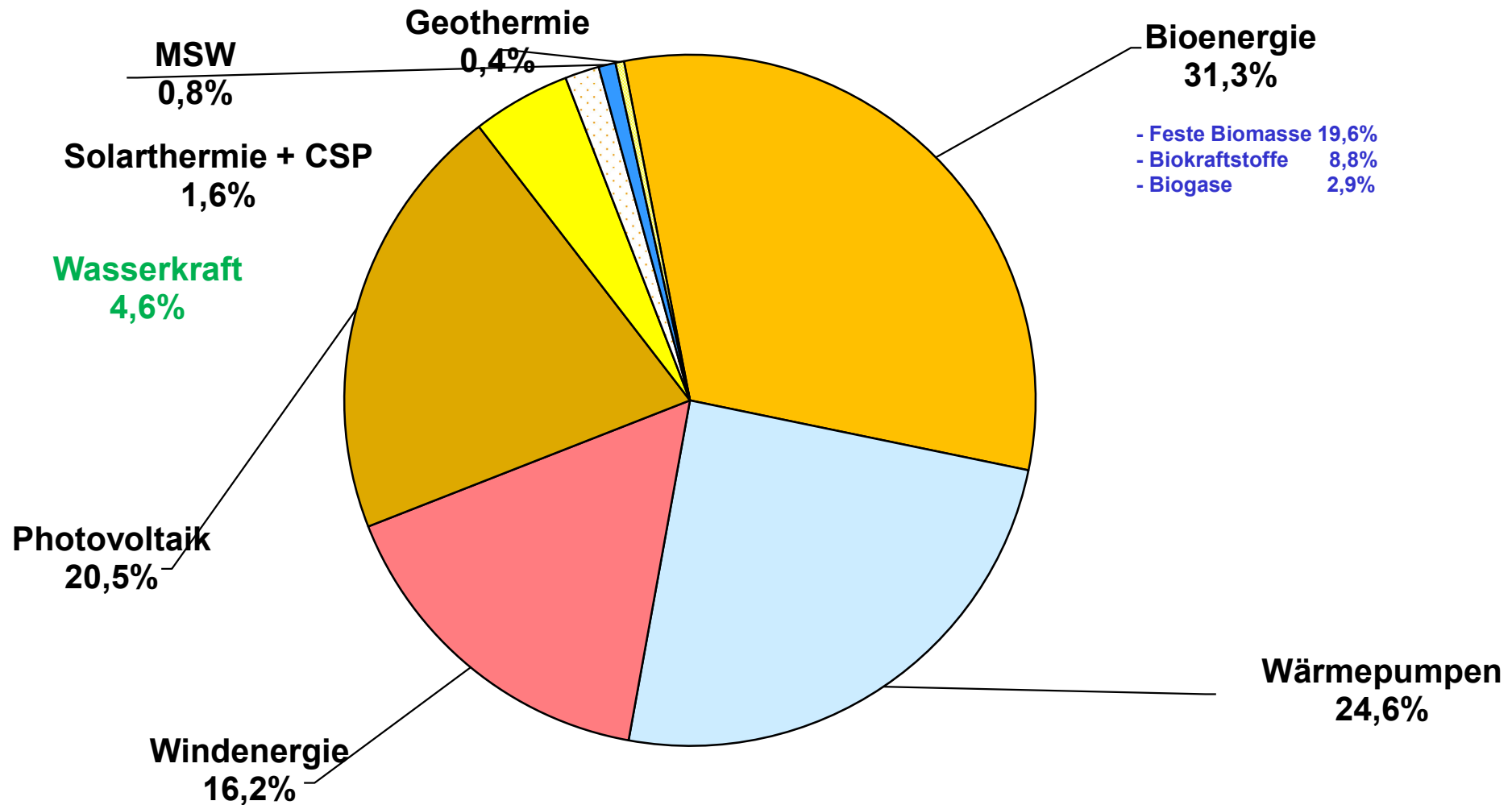
1) Gesamte Bioenergie: Biomass (Feste Biomasse) + Biofuels (Kraftstoffe) + Biogas

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.



Grafik Bouse 2024

\* Daten 2022 vorläufig, Stand 2/2024

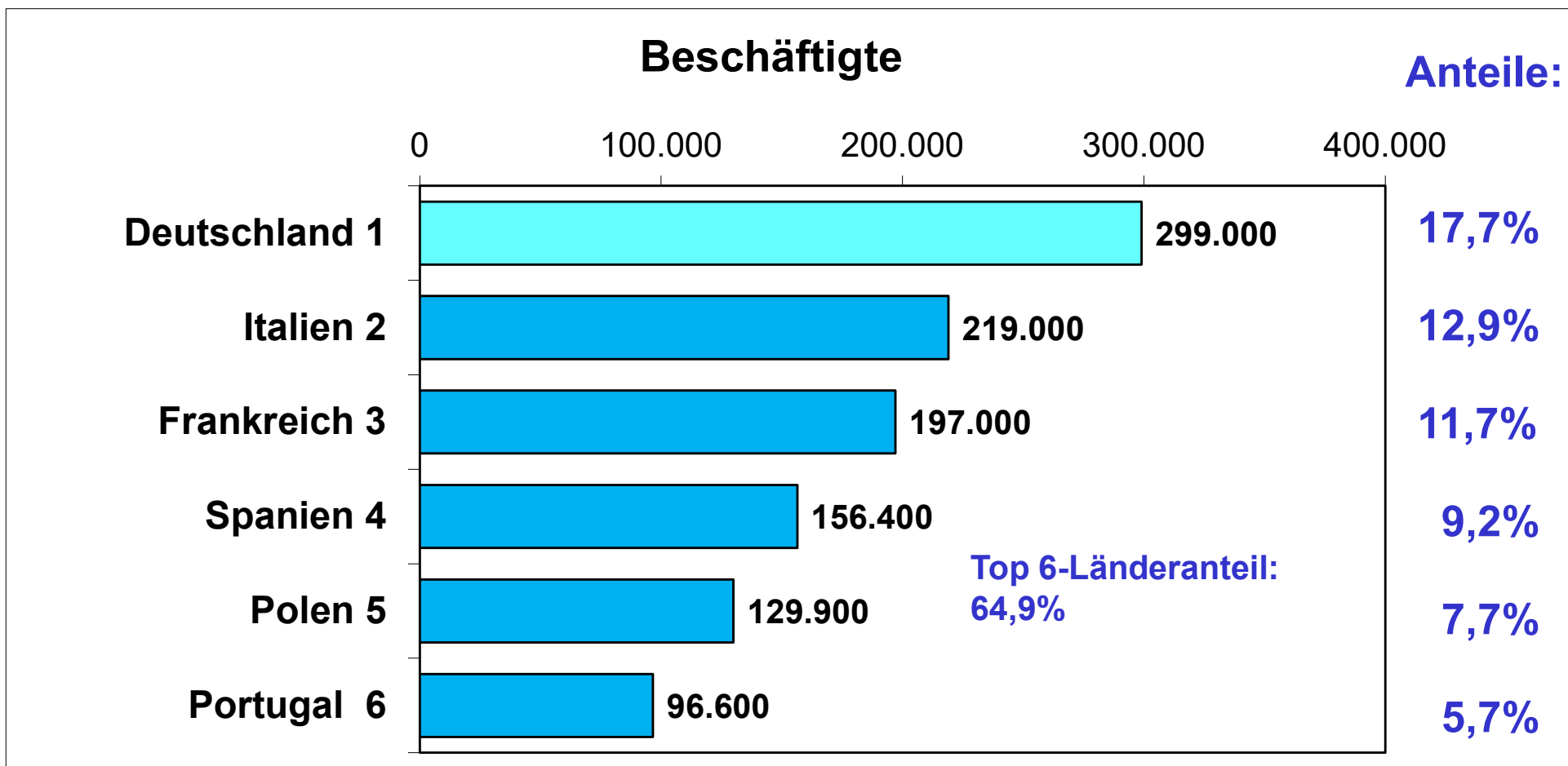
1) Gesamte Bioenergie: Biomass (Feste Biomasse) + Biofuels (Kraftstoffe) + Biogas + Waste (Abfall)

Quelle: EurObserv'ER – Stand der erneuerbaren Energien in Europa 2023, S. 194/95, Ausgabe 2/2024



## Top 6 Länder-Rangfolge Beschäftigte in der erneuerbare Energien-Branche der EU-27 im Jahr 2022 (3)

Gesamt 1.692.100 = 1,7 Mio.



\* Daten 2022 vorläufig, Stand 2/2024

Quelle: EurObserv'ER – Stand der erneuerbaren Energien in Europa 2023, S. 194/95, Ausgabe 2/2024

# Umsätze mit erneuerbaren Energien nach Technologien in den Ländern der EU-27 im Jahr 2022 (1)

Gesamt 209.730 Mio. € = 209,7 Mrd. €\*

## 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
<b>Total EU-27</b>	<b>209 730</b>	<b>57 390</b>	<b>43 260</b>	<b>40 850</b>	<b>36 160</b>	<b>12 220</b>	<b>7 510</b>	<b>5 790</b>	<b>3 390</b>	<b>2 390</b>	<b>770</b>

Source: EurObserv'ER

Anteile (%)      100      26,8      25,1      18,3      12,8      7,2      3,6      2,9      1,5      1,4      0,5

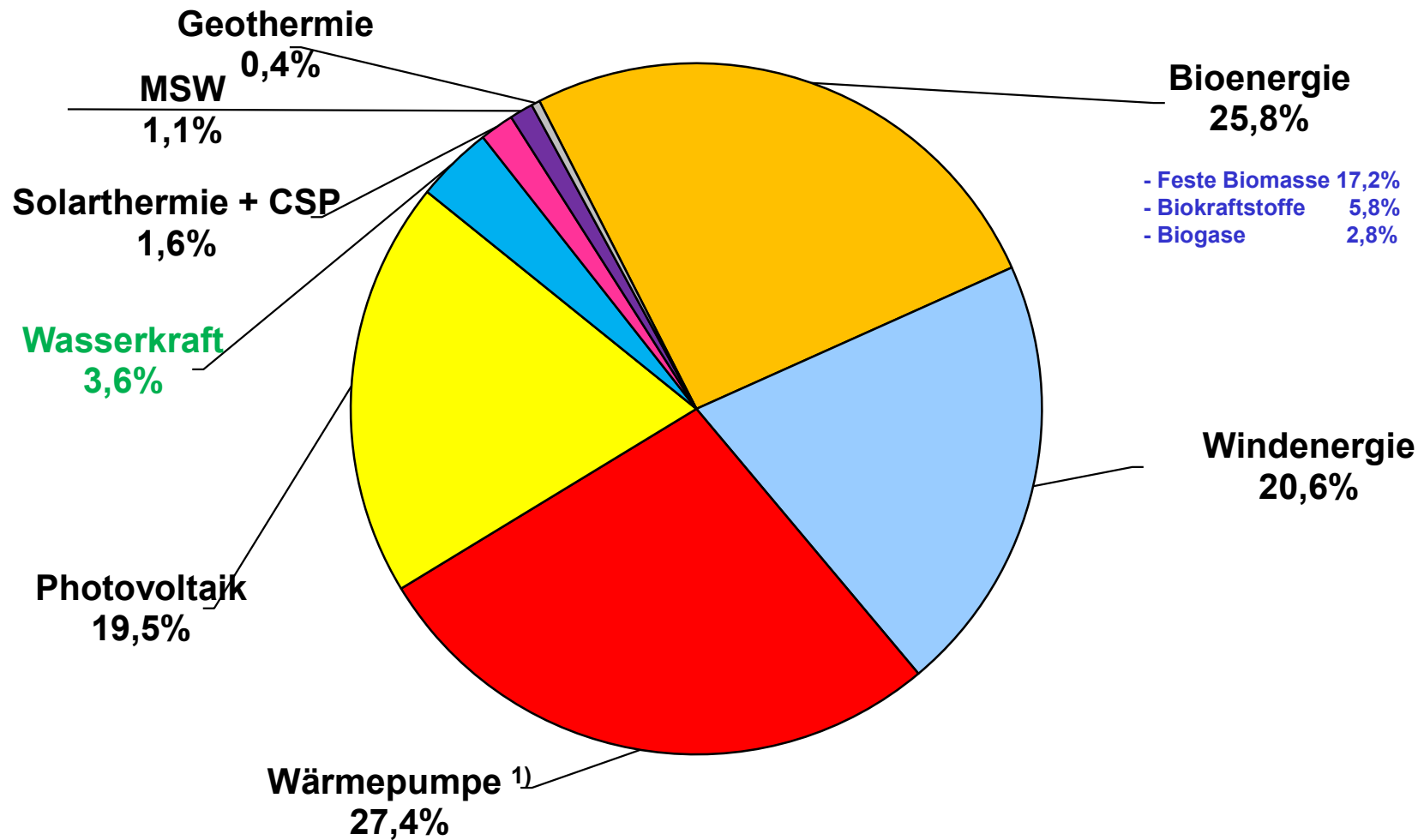
\* Herstellung, Vertrieb und Installation der Anlagen sowie Betrieb und Instandhaltung..

1) Gesamte Bioenergie: Solid Biomass (Feste Biomasse) + Biofuels (Kraftstoffe) + Biogas

2) MSW ERNEUERBARER KOMMUNALABFALL

## Umsätze in der **erneuerbaren Energien-Branche** nach Technologien in der EU-27 im Jahr 2022 (2)

Gesamt 209.730 Mio. € = 209,7 Mrd. €\*



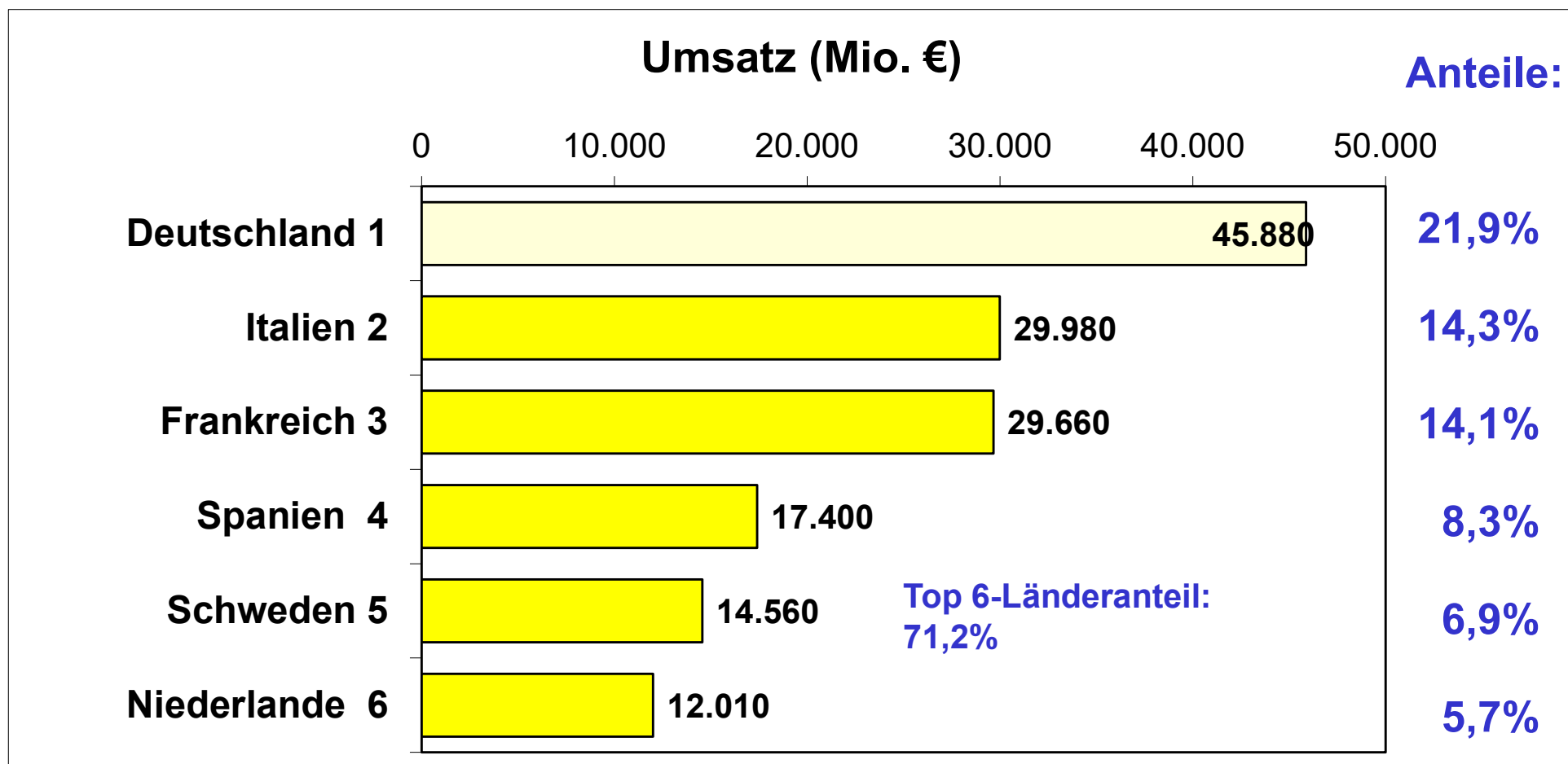
Grafik Bouse 2024

\* Die Daten berücksichtigen Herstellung, Vertrieb und Installation der Anlagen sowie Betrieb und Instandhaltung.

1) Erdwärmepumpen (geothermische Wärmepumpen)

## Top 6 Länder-Rangfolge Umsätze in der erneuerbare Energien-Branche in der EU-27 im Jahr 2022 (3)

Gesamt 209.730 Mio. € = 209,7 Mrd. €\*



\* 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 2023,, S. 198/199; 2/2024



# Bruttowertschöpfung (BWS) in der erneuerbare Energien-Branche nach Technologien in Ländern der EU-27 im Jahr 2022

Gesamt 89.950 Mio. € = 70,5 Mrd. €

2022 GROSS VALUE ADDED BY SECTOR (€M) 2022 BRUTTOWERTSCHÖPFUNG NACH SEKTOREN (MIO. €)

	Country total	Heat pumps	Wind	Solid biomass	PV	Biofuels	Hydro	Biogas	Solar thermal	MSW	Geothermal
Germany	20 740	2 200	6 220	2 980	5 810	810	490	1 440	420	340	30
France	12 310	4 960	2 400	2 120	1 200	970	220	200	80	90	70
Italy	12 050	7 530	620	1 080	1 460	300	370	440	90	90	70
Spain	7 660	1 540	2 120	930	1 670	680	190	60	430	30	<10
Sweden	6 590	1 540	1 620	2 490	400	200	180	<10	<10	130	<10
Netherlands	4 670	1 580	760	430	1 640	110	<10	30	<10	80	20
Finland	4 390	640	1 020	2 310	270	60	30	10	<10	30	<10
Denmark	3 600	330	1 990	360	810	<10	<10	20	20	40	<10
Poland	3 130	320	460	590	1 260	370	20	40	50	10	10
Austria	2 750	240	210	950	500	170	470	30	150	20	10
Portugal	2 460	530	160	560	250	10	900	10	10	20	<10
Belgium	1 420	380	330	230	150	170	20	40	<10	80	<10
Hungary	1 340	50	20	190	460	570	<10	10	<10	10	10
Greece	1 080	240	140	30	410	60	30	60	90	<10	<10
Czechia	970	120	30	360	200	110	20	100	10	<10	<10
Romania	790	30	80	220	70	320	30	10	<10	<10	<10
Lithuania	630	100	100	130	110	140	10	10	<10	<10	<10
Slovakia	580	110	<10	230	10	160	10	20	<10	<10	<10
Ireland	480	100	200	60	20	40	<10	10	<10	20	<10
Estonia	460	60	10	290	40	<10	<10	<10	<10	10	<10
Bulgaria	420	10	20	100	140	70	30	10	20	<10	<10
Latvia	420	<10	10	290	10	50	10	10	<10	<10	<10
Croatia	340	<10	20	180	20	40	20	20	<10	<10	<10
Slovenia	250	80	<10	40	60	<10	10	<10	<10	<10	<10
Malta	190	100	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Cyprus	120	<10	<10	<10	30	<10	<10	<10	10	<10	<10
Luxembourg	110	<10	10	10	20	<10	10	<10	<10	<10	<10
Total EU-27	89 950	22 830	18 590	17 180	17 030	5 470	3 140	2 640	1 530	1 120	420

\* Daten 2022 vorläufig, Stand 2/2024

Quelle: EurObserv'ER – Stand EE in der EU-27 2023, S. 202/203, 2/2024

# Beschäftigte, Umsätze und Bruttowertschöpfung durch Wasserkraft in Ländern der EU-27 im Jahr 2021/22 (1)

**Jahr 2022:**

Beschäftigte 78.600, Anteil 4,6% von 1.692.100 (1,7 Mio.)

Umsätze 7.510 Mio. €, Anteil 3,5% von 209.730 Mio. ( 209,7 Mrd. €)

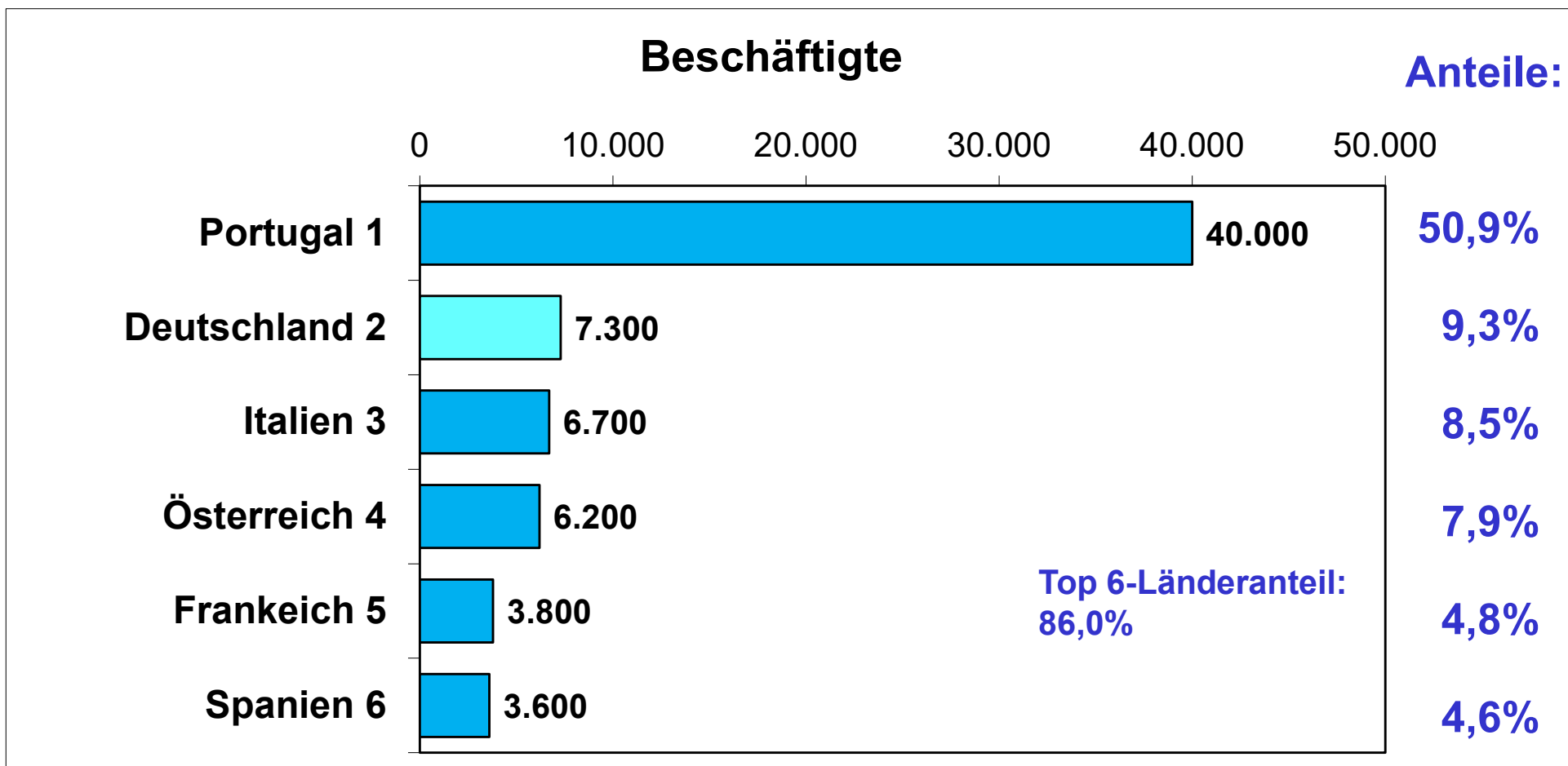
Bruttowertschöpfung 3.140 Mio., Anteil 3,5% von 89.950 Mio. € (70,5 Mrd. €)

Employment and turnover

	Employment (direct and indirect jobs)		Turnover (in M€)		Direct GVA (in M€)	
	2021	2022	2021	2022	2021	2022
Portugal	2 700	40 000	160	2 210	60	900
Germany	4 700	7 300	720	1 110	320	490
Italy	6 300	6 700	910	950	350	370
Austria	4 500	6 200	810	1 100	340	470
France	15 500	3 800	2 220	560	920	220
Spain	4 000	3 600	460	420	210	190
Sweden	2 100	2 000	380	380	180	180
Bulgaria	800	1 600	50	90	20	30
Romania	1 400	1 200	110	100	40	30
Greece	900	800	80	80	30	30
Czechia	1 400	700	100	50	40	20
Croatia	600	700	40	50	10	20
Poland	500	700	40	60	20	20
Latvia	500	500	30	30	10	10
Slovakia	500	500	40	40	20	10
Finland	500	400	90	70	40	30
Slovenia	400	400	30	30	10	10
Belgium	200	300	40	70	10	20
Lithuania	300	300	10	10	10	10
Luxembourg	200	200	30	30	10	10
Estonia	<100	100	<10	10	<10	<10
Hungary	200	100	10	<10	<10	<10
Ireland	100	100	10	10	<10	<10
Cyprus	<100	<100	<10	<10	<10	<10
Denmark	<100	<100	<10	<10	<10	<10
Malta	<100	<100	<10	<10	<10	<10
Netherlands	<100	<100	<10	<10	<10	<10
<b>Total EU-27</b>	<b>48 800</b>	<b>78 600</b>	<b>6 420</b>	<b>7 510</b>	<b>2 720</b>	<b>3 140</b>
Source: EurObserv'ER						

## Top 6 Länder-Rangfolge Beschäftigte **durch Wasserkraft** in der EU-27 im Jahr 2022 (2)

**Wasserkraft 78.600 Beschäftigte,**  
Anteil 4,6% Gesamt 1.692.100 = 1,7 Mio.



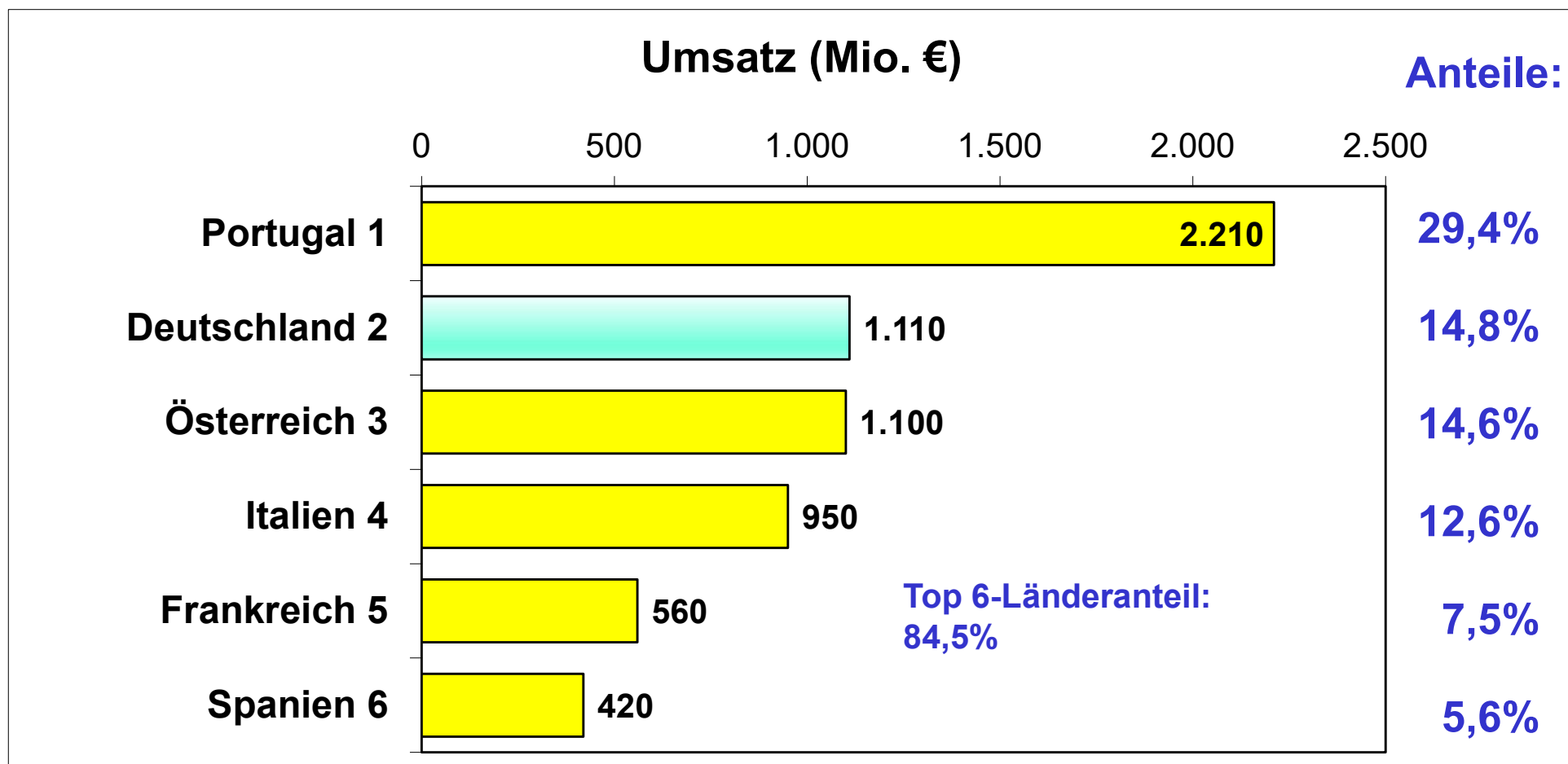
Grafik Bouse 2024

\* Daten 2022 vorläufig, Stand 2/2024

Quelle: EurObserv'ER – Stand der erneuerbaren Energien in Europa 2023, S. 194/95, Ausgabe 2/2024

## Top 6 Länder-Rangfolge Umsätze **durch Wasserkraft** in der EU-27 im Jahr 2022 (3)

**Wasserkraft 7.510 Mio. € = 7,5 Mrd. €,**  
3,6% von 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 2023,, S. 198/199; 2/2024

# **Energie & Klimawandel, Treibhausgase**



# Fazit und Ausblick

# Wasserkraft in der Welt

## Wasserkraft in der Welt

- Wasserkraft ist eine erneuerbare Energiequelle, die die potentielle oder kinetische Energie des Wassers nutzt, um mechanische Arbeit oder elektrischen Strom zu erzeugen.
- Wasserkraft ist weltweit eine wichtige Form der Stromerzeugung, die etwa 16 % des globalen Strombedarfs im Jahr 2020 deckte <sup>1</sup>.
- Die größten Wasserkraftwerke der Welt befinden sich hauptsächlich in China, Brasilien und Kanada <sup>2</sup>.
- Die wichtigsten Länder nach Anteil am weltweiten Wasserkraftverbrauch im Jahr 2022 sind China mit 28,8 %, Brasilien mit 11,7 % und Kanada mit 9,6 % <sup>3</sup>. Die weltweite Erzeugung von Strom aus Wasserkraft wird im Jahr 2022 voraussichtlich 4.696,8 Millionen Tonnen Öläquivalent betragen <sup>4</sup>.
- Wasserkraft hat viele Vorteile, wie z.B. die geringen Betriebskosten, die hohe Effizienz, die geringen Treibhausgasemissionen und die Möglichkeit der Speicherung und Regelung. Allerdings hat Wasserkraft auch einige Nachteile, wie z.B. die hohen Investitionskosten, die Umweltauswirkungen, die sozialen Folgen und die Abhängigkeit von der hydrologischen Situation. Um die Wasserkraft nachhaltig zu nutzen, müssen ökologische, ökonomische und soziale Aspekte berücksichtigt werden <sup>5</sup>.

## Weitere Informationen:

1. [de.wikipedia.org](https://de.wikipedia.org); 2. [de.wikipedia.org](https://de.wikipedia.org); 3. [de.statista.com](https://de.statista.com); 4. [de.statista.com](https://de.statista.com); 5. [ardalpha.de](https://ardalpha.de)

Quelle: Microsoft BING Chat mit GPT 4 (KI), 12/2023

## Bruttostromerzeugung durch Wasserkraft weltweit nach Ländern 2022

Die wichtigsten Länder weltweit nach installierter Leistung von Wasserkraftanlagen im Jahr 2022 sind Brasilien mit einer Nennleistung von rund 110 Gigawatt, China mit 98,8 Gigawatt und Kanada mit 82,4 Gigawatt <sup>1</sup>.

Die Bruttostromerzeugung durch Wasserkraft in den Top-15 Ländern im Jahr 2021 betrug insgesamt 3.000 Millionen Tonnen Öläquivalent <sup>2</sup>.

Wasserkraft ist die wichtigste erneuerbare Energiequelle weltweit und stellte im Jahr 2022 knapp 60 Prozent des weltweit erzeugten Ökostroms dar <sup>3</sup>.

1: Statista. (2024). Wasserkraft - Installierte Leistung nach Ländern weltweit 2022. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/467755/umfrage/leistung-von-wasserkraftanlagen-nach-laendern/> 2: Statista. (2023). Verbrauch von Strom aus Wasserkraft in den Top-15 Länder 2022. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/42002/umfrage/laendervergleich-verbrauch-an-wasserkraft-in-millionen-tonnen-oelaequivalent/> 3: Statista. (2024). Stromerzeugung weltweit nach Energieträger 2022. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/190298/umfrage/stromerzeugung-weltweit-nach-energetraegern-seit-1998/>

## Weitere Informationen

1 [de.statista.com](https://de.statista.com); 2 [de.statista.com](https://de.statista.com); 3 [de.statista.com](https://de.statista.com)

Quelle: Microsoft BING Chat mit GPT 4 (KI), 1/2024

# **Einleitung und Ausgangslage**

# Weltweite Nutzung erneuerbarer Energien

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



# Weltweite Nutzung erneuerbare Energien, **Auszug**, Stand 10/2023 (1)

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

Zwei Jahre vor dem Ablauf der Dekade sind wir von diesem Ziel noch weit entfernt, obwohl Solar- und Windenergie inzwischen auch die günstigsten Energiequellen sind [40]. Rechnet man aus den Statistiken den Anteil der traditionellen Biomassennutzung 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 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

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

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



# Weltweite Nutzung erneuerbare Energien, **Auszug**, Stand 10/2023 (2)

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

## Photovoltaik

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

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

## Windenergie

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

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

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

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

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

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

# Weltwirtschafts- und Aktivitätsindikatoren 2010-2022, Prognose bis 2050 <sup>1)</sup>

**Table A.5a: World economic and activity indicators**  
Weltwirtschafts- und Aktivitätsindikatoren

	Stated Policies Scenario							CAAGR (%) 2022 to:	
	2010	2021	2022	2030	2035	2040	2050	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 <sub>2</sub> intensity of electricity generation (g CO <sub>2</sub> 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 <sup>2</sup> )	153 219	194 691	198 090	227 039	247 262	268 130	310 109	1.7	1.6
Services floor area (million m <sup>2</sup> )	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

# Entwicklung Primärenergieverbrauch (PEV = TES) mit Anteil erneuerbare Energien (EE) in der Welt im Jahr 2021 nach IEA (1)

Jahr 2021: Primärenergieverbrauch (PEV = TES) 624,2 EJ = 175,6 Bill. kWh, Veränderung 1990/2021+ 70,5%

Ø 79,2 GJ/Kopf = 22,0 MWh/Kopf

Anteile Erneuerbare 11,8 + 3,9% = 15,7%<sup>2)</sup>

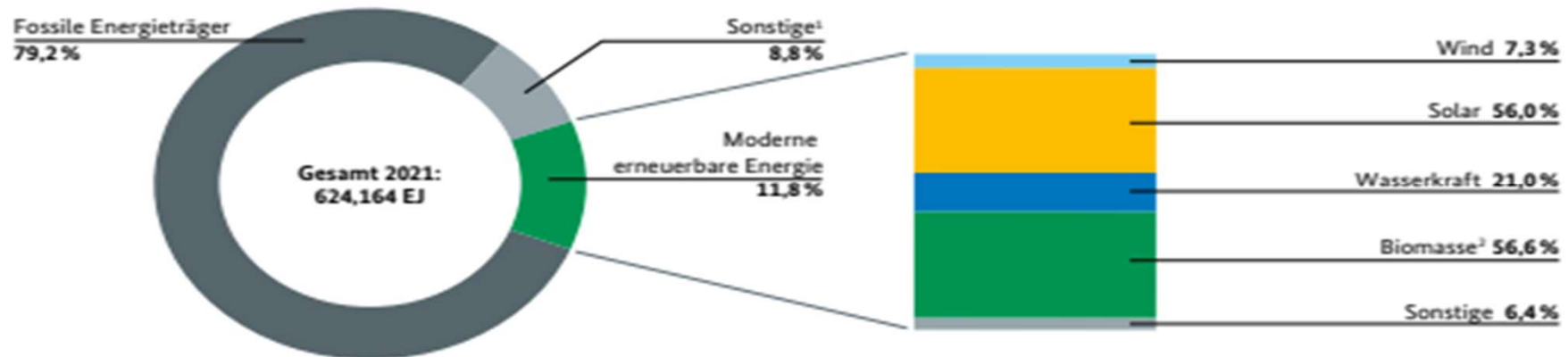
## Gesamter Endenergieverbrauch weltweit

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

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

Abbildung 51: Aufteilung des globalen Endenergieverbrauchs im Jahr 2021

Aufteilung des globalen Primärenergieverbrauchs (PEV = TES)



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]

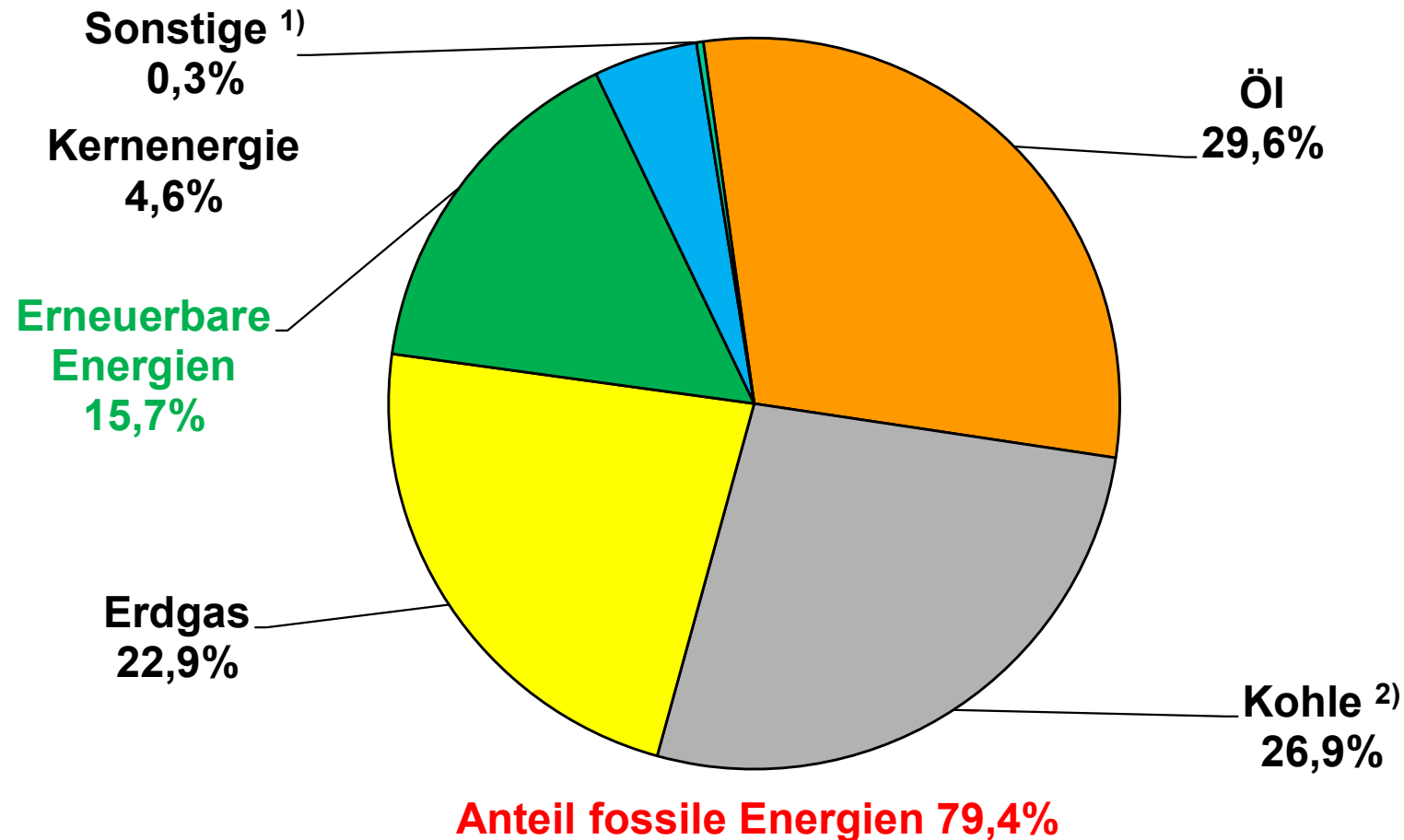
Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2021 = 7.884 Mio.

# Globaler Primärenergieverbrauch (PEV) nach Energieträgern im Jahr 2022 **nach IEA** (2)

Jahr 2022: Primärenergieverbrauch (PEV = TES) 632 EJ = 175,6 Bill. kWh, Veränderung zum VJ + 1,3%

Ø 79,5 GJ/Kopf = 22,1 MWh/Kopf

Anteil Erneuerbare 15,7%



Grafik Bouse 2023

\* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

Energieeinheiten: 1 Mio. t RÖE (Mtoe) = 1,429 Mio. t SKE = 11,63 Mrd. kWh (TWh) = 41,868 PJ

1) Nicht biogener Abfall, Wärme (0,2%) und Pumpstrom bei Speicherkraftwerken (0,1%)

2) Kohle einschl. Torf und Ölschiefer

Weltbevölkerung (Jahresdurchschnitt) 7.950 Mio.

Quellen: BMWI Energiedaten gesamt, Tab. 31,31a, 1/2023; IEA - World Energy Balances Highlights 2023, Weltenergiedaten 2023, Datenübersicht, 08.2023;

IEA - World Energy Outlook 2023, Weltenergieausblick (WEO) 2023, 10/2023



# Globaler Endenergieverbrauch (TFEC) 2022 (1)

## TOTAL FINAL ENERGY CONSUMPTION

The growth in primary energy demand slowed in 2022, rising only 1.1% compared to the 5.5% growth of 2021.<sup>15</sup> Renewables (excluding hydropower) accounted for 7.5% of primary energy (up nearly 1% from 2021), while fossil fuels remained at 82%.<sup>16</sup>

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%.<sup>17</sup> The amount of modern renewable energy in TFEC increased from 30 exajoules (EJ) in 2011 to 50 EJ in 2021.<sup>18</sup>

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.<sup>19</sup> (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%.<sup>20</sup> (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%).<sup>21</sup>

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.<sup>22</sup> This was followed by transport (liquid and gaseous) fuel (28.6% share) and electricity (22.7%).<sup>23</sup> 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.<sup>24</sup> Modern bioenergy, solar thermal and geothermal direct heat supplied most of the renewable heat (79%), with the rest from renewable electricity.<sup>25</sup> Biofuels supplied 3.6% of total fuel in the transport sector, while renewable electricity contributed 0.4%.<sup>26</sup>

## GESAMTER ENDEENERGIEVERBRAUCH (TFEC)

Das Wachstum des Primärenergiebedarfs hat sich im Jahr 2022 verlangsamt und ist gestiegen nur 1,1 % im Vergleich zum Wachstum von 5,5 % im Jahr 2021.<sup>15</sup> Erneuerbare Energien (ohne Wasserkraft) machte 7,5 % der Primärenergie aus (Anstieg um fast 1 % gegenüber 2021), während fossile Brennstoffe bei 82 % blieben.<sup>16</sup>

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 %.<sup>17</sup> Der Anteil moderner erneuerbarer Energien in TFEC stieg von 30 Exajoule (EJ) im Jahr 2011 auf 50 EJ im Jahr 2021.<sup>18</sup>

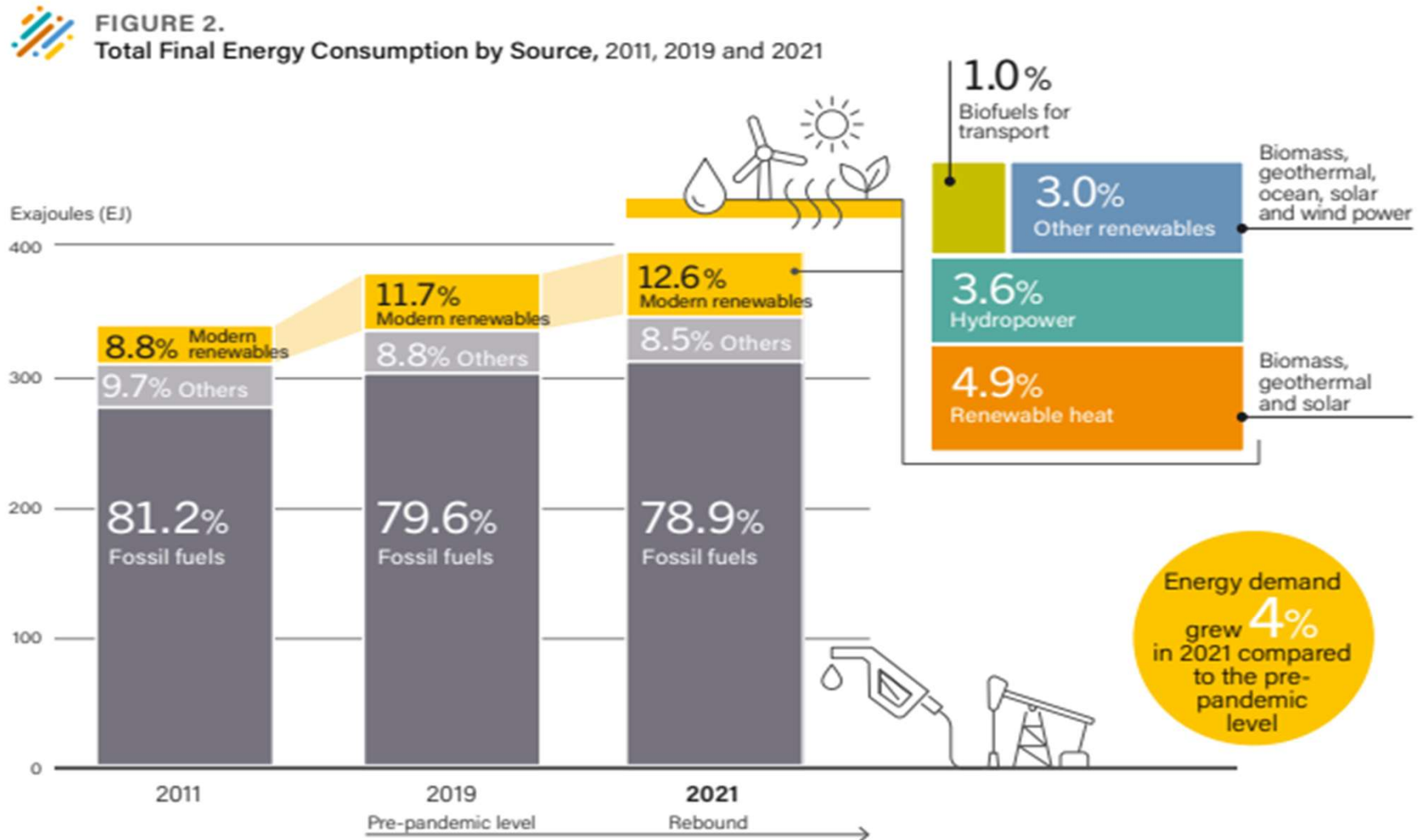
Da der Anteil erneuerbarer Energien zunahm, stieg auch der Anteil fossiler Energieträger Kraftstoffe in TFEC sanken von 81,2 % im Jahr 2011 auf 78,9 % im Jahr 2021; trotz der geringere Anteil fossiler Brennstoffe im TFEC erhöht den Gesamtverbrauch fossile Brennstoffe stiegen in diesem Zeitraum um 35 EJ.<sup>19</sup> (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 %.<sup>20</sup> (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 %).<sup>21</sup>

Weltweit machte Wärmeenergie den größten Anteil aus Gesamtendenergieversorgung bei 48,7 % im Jahr 2020, 4 % mehr als 2010Niveaus.<sup>22</sup> Es folgte der Transport (flüssig und gasförmig)Kraftstoff (28,6 % Anteil) und Strom (22,7 %).<sup>23</sup> 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.<sup>24</sup> Moderne Bioenergie, Solarthermie und Geothermie Direktwärme lieferte den Großteil der erneuerbaren Wärme (79 %).der Rest aus erneuerbarem Strom.<sup>25</sup> Biokraftstoffe geliefert 3,6 %des gesamten Kraftstoffs im Verkehrssektor, während erneuerbarer Stromtrug 0,4 % bei.<sup>26</sup>



# Globaler Endenergieverbrauch (TFEC) nach Energieträgern 2021 (2)



Source: See endnote 19 for this module.

Note: Others include nuclear energy and traditional biomass.

# Globaler Beitrag Wasserkraft zur Stromerzeugung 2020, Ausblick 2030 nach IEA (1)

## Zusammenfassung

Der allererste IEA-Marktbericht über Wasserkraft beleuchtet das wirtschaftliche und politische Umfeld für die Entwicklung von Wasserkraft, geht auf die Herausforderungen ein und bietet Empfehlungen zur Beschleunigung des Wachstums und zur Erhaltung der bestehenden Infrastruktur. Dieser Bericht präsentiert zehnjährige Kapazitäts- und Erzeugungsprognosen für Reservoir-, Laufwasser- und Pumpspeicherprojekte auf der ganzen Welt, basierend auf einem Bottom-up-Monitoring auf Länder- und Projektebene.

### Wasserkraft ist das Rückgrat der CO<sub>2</sub>-armen Stromerzeugung und liefert heute weltweit fast die Hälfte davon.

Der Beitrag der Wasserkraft ist 55 % höher als der der Kernenergie und größer als der aller anderen erneuerbaren Energien zusammen, einschließlich Wind, Solar-PV, Bioenergie und Geothermie. Im Jahr 2020 lieferte Wasserkraft 17 % der weltweiten Stromerzeugung, die drittgrößte Quelle nach Kohle und Erdgas. In den letzten 20 Jahren stieg die Gesamtkapazität der Wasserkraft weltweit um 70 %, ihr Anteil an der Gesamterzeugung blieb jedoch aufgrund des Wachstums von Windkraft, Photovoltaik, Kohle und Erdgas stabil.

### Schwellen- und Entwicklungsländer haben seit den 1970er Jahren das weltweite Wachstum der Wasserkraft angeführt, hauptsächlich durch Investitionen des öffentlichen Sektors in Großanlagen.

Heute deckt Wasserkraft den Großteil des Strombedarfs in 28 Schwellen- und Entwicklungsländern mit einer Gesamtbevölkerung von 800 Millionen. In diesen Ländern bietet es eine kostengünstige Möglichkeit, den Stromzugang zu erweitern. In fortgeschrittenen Volkswirtschaften hingegen ist der Anteil der Wasserkraft an der Stromerzeugung rückläufig und die Anlagen altern. In Nordamerika ist das durchschnittliche Wasserkraftwerk fast 50 Jahre alt; in Europa liegt das Durchschnittsalter bei 45 Jahren. Diese alternden Flotten, die seit Jahrzehnten bezahlbaren und zuverlässigen erneuerbaren Strom auf Abruf liefern, müssen modernisiert werden, um auch in den kommenden Jahrzehnten nachhaltig zur Stromsicherheit beitragen zu können.

### Auch Wasserkraftwerke leisten einen wichtigen Beitrag zur Flexibilität und Sicherheit von Stromsystemen.

Viele Wasserkraftwerke können ihre Stromerzeugung im Vergleich zu anderen Kraftwerken wie Atom-, Kohle- und Erdgaskraftwerken sehr schnell hoch- und runterfahren – und auch Wasserkraftwerke können relativ reibungslos gestoppt und wieder angefahren werden. Diese hohe Flexibilität ermöglicht es ihnen, sich schnell auf Nachfrageverschiebungen einzustellen und Angebotsschwankungen aus anderen Stromquellen auszugleichen. Dies macht Wasserkraft zu einer überzeugenden Option, um den schnellen Einsatz und die sichere Integration in Stromsysteme von Photovoltaik und Wind zu unterstützen, deren Stromproduktion abhängig von Faktoren wie Wetter und Tages- oder Jahreszeit variieren kann. Mit ihrer Fähigkeit, große Mengen an kohlenstoffarmem Strom nach Bedarf bereitzustellen, ist Wasserkraft ein Schlüsselfaktor für den Aufbau sicherer und sauberer Stromsysteme.

### Wasserkraft ist der vergessene Gigant der kohlenstoffarmen Elektrizität

#### Globale Kennzahlen Wasserkraft

#### Jahr 2020

- Aktuelles Durchschnittsalter der Wasserkraftanlagen	31,3%
- Anteil der Wasserkraft an der gesamten erneuerbaren Kapazität	45,0%
- Anteil der Wasserkraft an der Gesamtstromerzeugung	17,0%
- Ungenutztes wirtschaftliches Potenzial der Wasserkraft	47,0%

*Ungenutzte wirtschaftliche Potenzialerzeugung basierend auf Daten aus The International Journal on Hydropower and Dams (2020), World Atlas & Industry Guide 2020. Wasserkraftanteile von über 100 % beinhalten Exporte. Der Anteil der Wasserkraft an der Gesamterzeugung beinhaltet die Erzeugung aus Pumpspeichern für die Weltschätzung. Bei Daten auf regionaler und Länderebene ist der Anteil ohne Pumpspeicherung.*

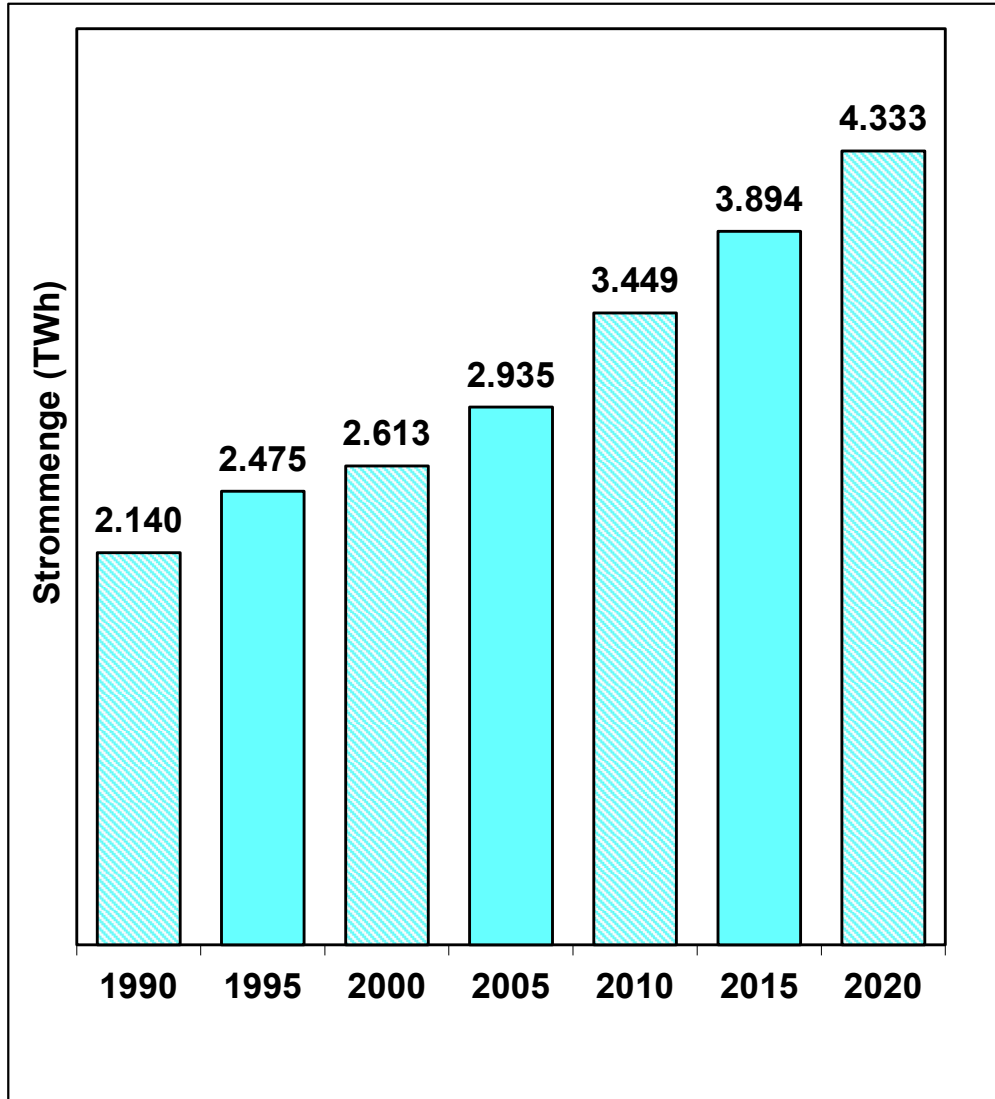
## Globaler Ausblick bis 2030

Erwarteter Nettokapazitätswachstum Hauptfall / beschleunigter Fall 229,6 / 318,2 GW

# Globale Entwicklung nach Stromerzeugung und Anlagen-Kapazität der Wasserkraft 1990-2020 **nach IEA** (2)

## Reg. Stromerzeugung

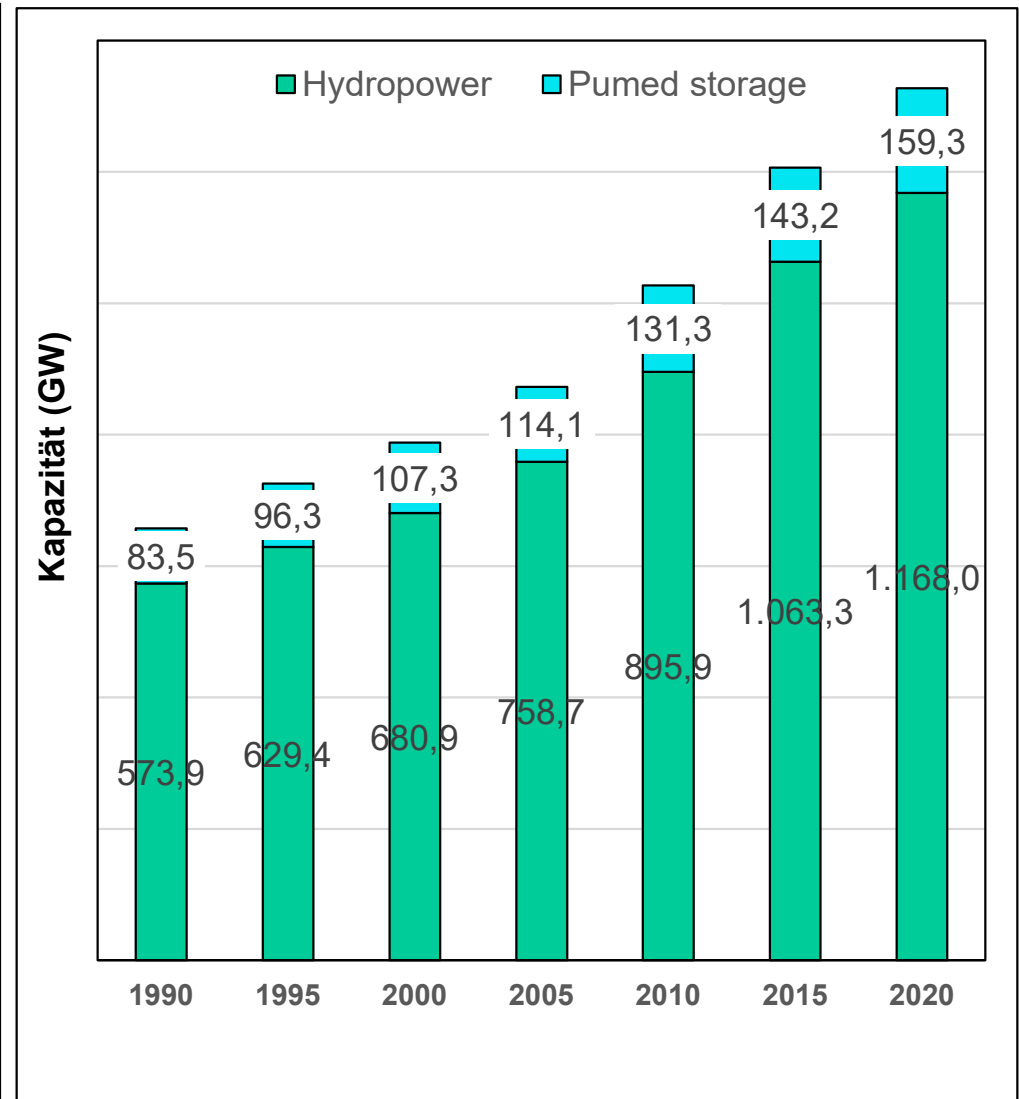
Jahr 2020: 4.333 TWh, Veränderung 90/20 + 102,5%



## Anlagen-Kapazität

Jahr 2020: 1.327,3 GW, Veränderung 90/20 + 79,8%

Aufteilung Hydropower 88,0% / Pumped storage 12,0%



\* Pumped storage = Pumpspeicher

Hydropower = Reg. Wasserkraft

# Ausgewählte Schlüsseldaten zur Strombereitstellung aus Wasserkraft in der Welt im Jahr 2022, Stand 10/2023

## Daten zum Gesamtstrom

- Bruttostromerzeugung (BSE)	29.033 TWh (Mrd. kWh)
- Bruttostromverbrauch (BSV)	27.080 TWh (Mrd. kWh)

## Schlüsseldaten zur reg. Wasserkraft

Technisches Potenzial: k.A. TWh

- Potenzialanteil k.A. %

Stromerzeugung <sup>1)</sup>: 4.378 / k.A. TWh ohne/mit Pumpstrom

- TOP 3 Länderrangfolge China, Kanada, Brasilien

- Weltanteil 15,4 /k.A.% ohne/mit Pumpstrom

Installierte Leistung zum J-Ende <sup>2)</sup>: 1.392 GW ohne Pumpstrom

- TOP 3 Länderrangfolge China, Brasilien, Kanada

Zubau installierte Leistung : 22,0 GW

- TOP 3 Länderrangfolge China, Lagos, Kanada

Jahresvolllaststunden: 3.145 h/Jahr

(Stromproduktion 4.378 TWh x 1.000/ Leistung 1.392 GW)

Beschäftigte Wasserkraft (< 50 > 50 MW): 2,5 Mio. (2021)

Investitionen kleine Wasserkraft (< 50 MW) k.A Bill. US-Dollar\*

\* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

Energie- und Leistungseinheiten: 1 TWh = 1.000 GWh = 1.000.000 MWh

1 GW = 1.000 MW

1) Bei Pumpspeicherkraftwerken nur Stromerzeugung aus natürlichem Zufluss

2) Bei Pumpspeicherkraftwerken ohne natürlichem Zufluss ist die Leistung nicht berücksichtigt

\* Achtung Einheit Bill. USD entspricht Mrd., weil es keine Mrd USD gibt!

# **Strombilanz**

## zur Stromversorgung

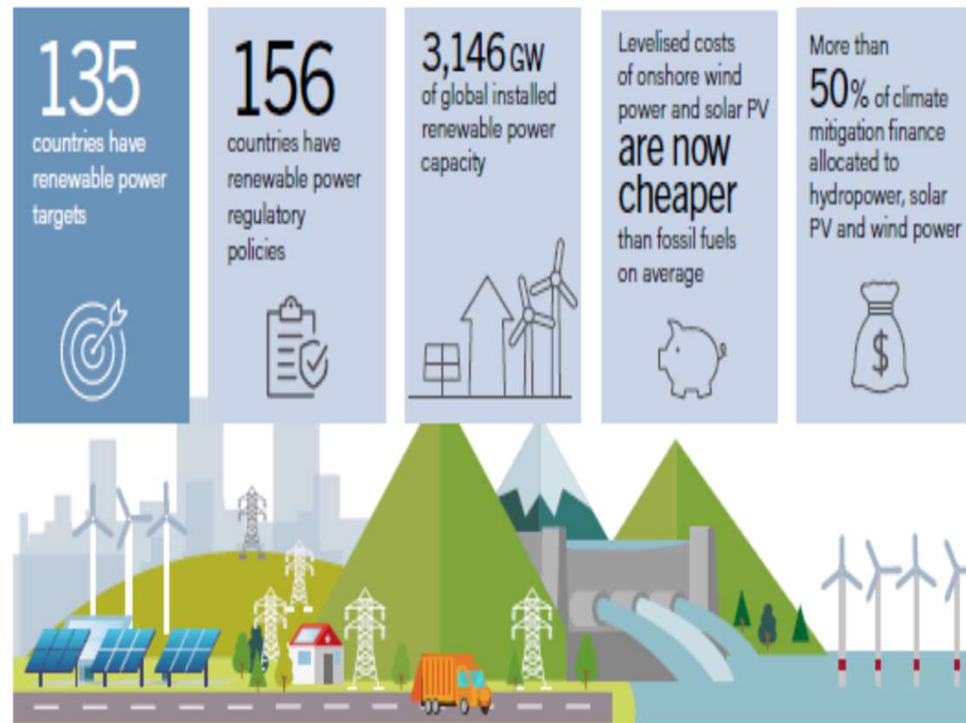
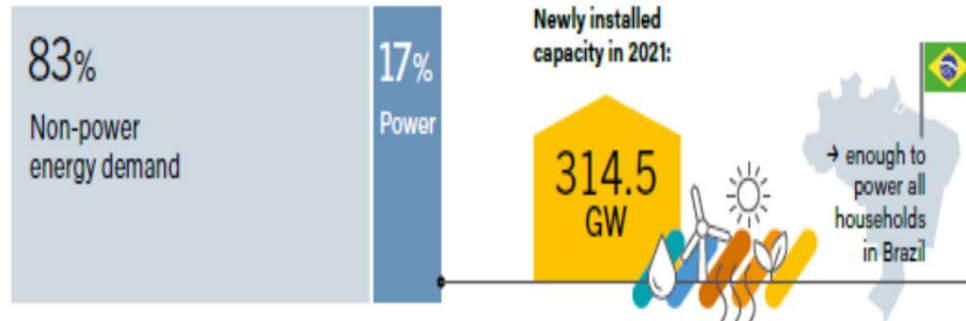


# Globale Übersicht erneuerbare Energien im Stromsektor 2011 und 2021 **nach REN21** (1)

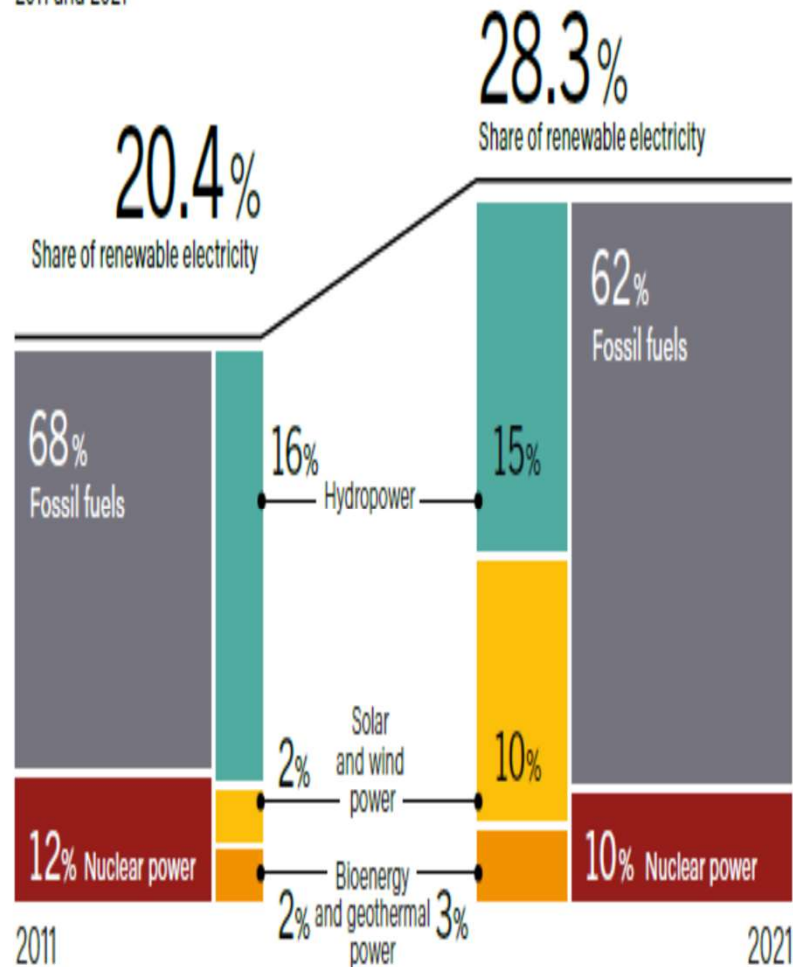


## RENEWABLES IN POWER

Energy demand for power accounts for less than one-fifth of total final energy consumption



Share of Renewable Energy in Power, 2011 and 2021



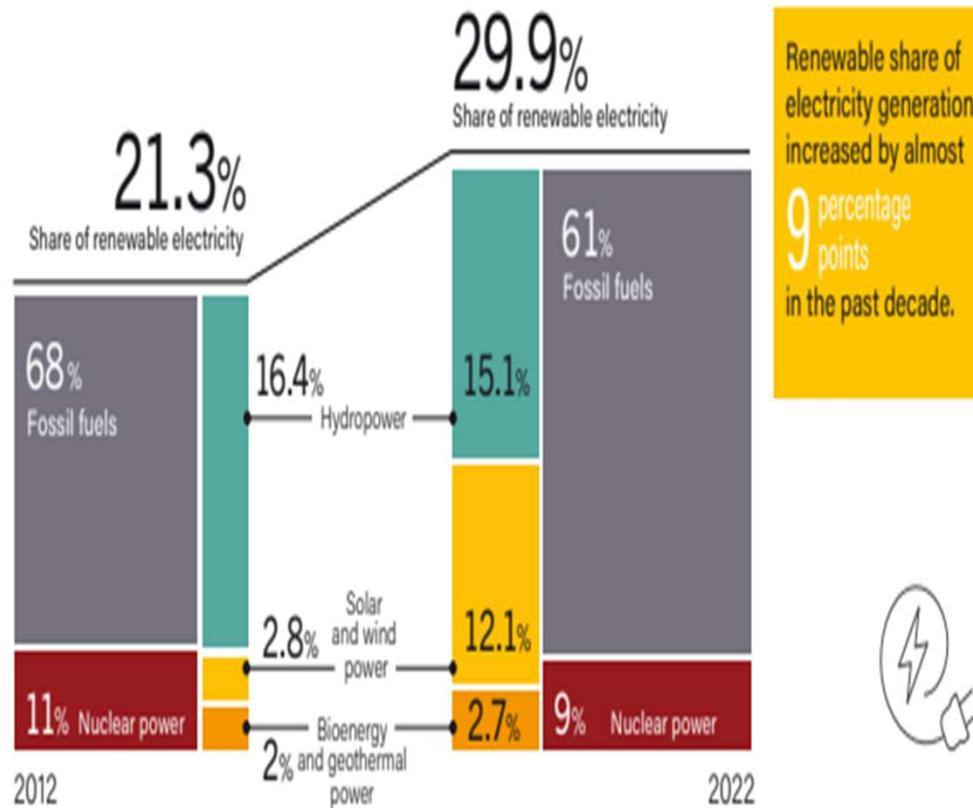
Renewable power share increased by almost 8 percentage points in the past decade.



Source: Based on IEA data. See endnote 60 for this chapter.

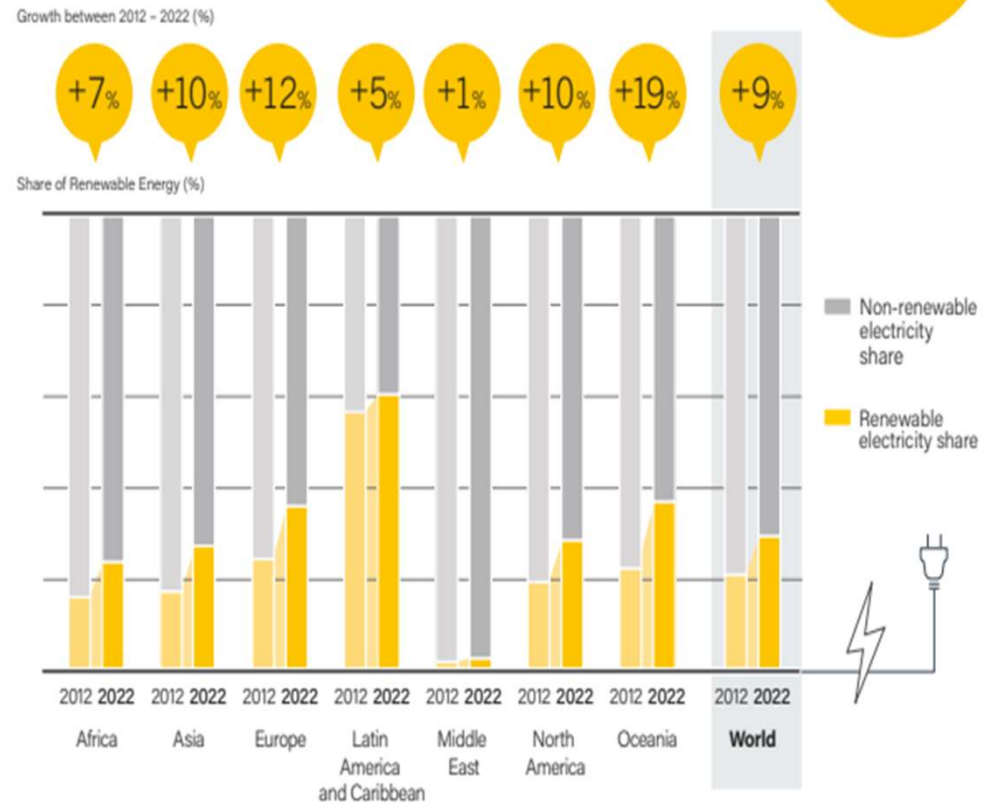
# Globaler Anteil **erneuerbarer** Stromerzeugung nach Energiequellen und Regionen 2012 und 2022 (2)

**FIGURE 2.**  
Share of Renewable Electricity Generation, by Energy Source, 2012 and 2022  
Anteil der erneuerbaren Stromerzeugung nach Energiequelle, 2012 und 2022



Source: See endnote 6 for this section.

**FIGURE 4.**  
Renewable Share of Electricity Generation, by Region, 2012 and 2022  
Anteil erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung nach Regionen, 2012 und 2022



Source: See endnote 28 for this section.

# Entwicklung Bruttostromverbrauch **enthält Netzverluste** (SV) in der Welt mit EU-27 2021-2026 **nach IEA**

Jahr 2022: Welt 27.080 TWh, Veränderung zum VJ + 2,4%

## Summary tables

Regionale Aufteilung des Strombedarfs 2021-2026

### Regional breakdown of electricity demand, 2021-2026

TWh	2021	2022	2023	2026	Growth rate 2021-2022	Growth rate 2022-2023	CAAGR 2024-2026
Africa	753	765	780	887	1.6%	1.9%	4.4%
Americas	6 219	6 382	6 353	6 677	2.6%	-0.4%	1.7%
<i>of which United States</i>	4 170	4 277	4 208	4 404	2.6%	-1.6%	1.5%
Asia Pacific	13 193	13 733	14 394	16 459	4.1%	4.8%	4.6%
<i>of which China</i>	8 307	8 615	9 164	10 573	3.7%	6.4%	4.9%
Eurasia	1 302	1 316	1 335	1 386	1.1%	1.5%	1.3%
Europe	3 813	3 674	3 586	3 845	-3.6%	-2.4%	2.4%
<i>of which European Union</i>	2 736	2 651	2 568	2 749	-3.1%	-3.2%	2.3%
Middle East	1 172	1 210	1 235	1 347	3.3%	2.1%	2.9%
<b>World</b>	<b>26 453</b>	<b>27 080</b>	<b>27 682</b>	<b>30 601</b>	<b>2.4%</b>	<b>2.2%</b>	<b>3.4%</b>

Notes: Data for 2023 are preliminary; 2024-2026 are forecasts. Differences in totals are due to rounding. CAAGR = Compounded average annual growth rate. For the CAAGR 2024-2026 reported, end of 2023 data is taken as base year for the calculation. For the entire period European Union data is for the 27 member states.

**Anmerkungen:** Die Daten für 2023 sind vorläufig; 2026 ist Prognose. Differenzen in den Summen sind auf Rundungen zurückzuführen. CAAGR = Zusammengesetzte durchschnittliche jährliche Wachstumsrate. Für die gemeldete CAAGR 2024–2026 werden die Daten von Ende 2023 als Basisjahr verwendet die Berechnung. Für den gesamten Zeitraum beziehen sich die Daten der Europäischen Union auf die 27 Mitgliedstaaten.

# Globaler Strommarkt nach Energieträgern und CO<sub>2</sub>-Emissionen im Jahr 2021-2022, Prognose bis 2026 nach IEA

**Jahr 2022:**

Bruttostromerzeugung 29.124 TWh, Anteil EE 29,4%

Globale CO<sub>2</sub>-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%

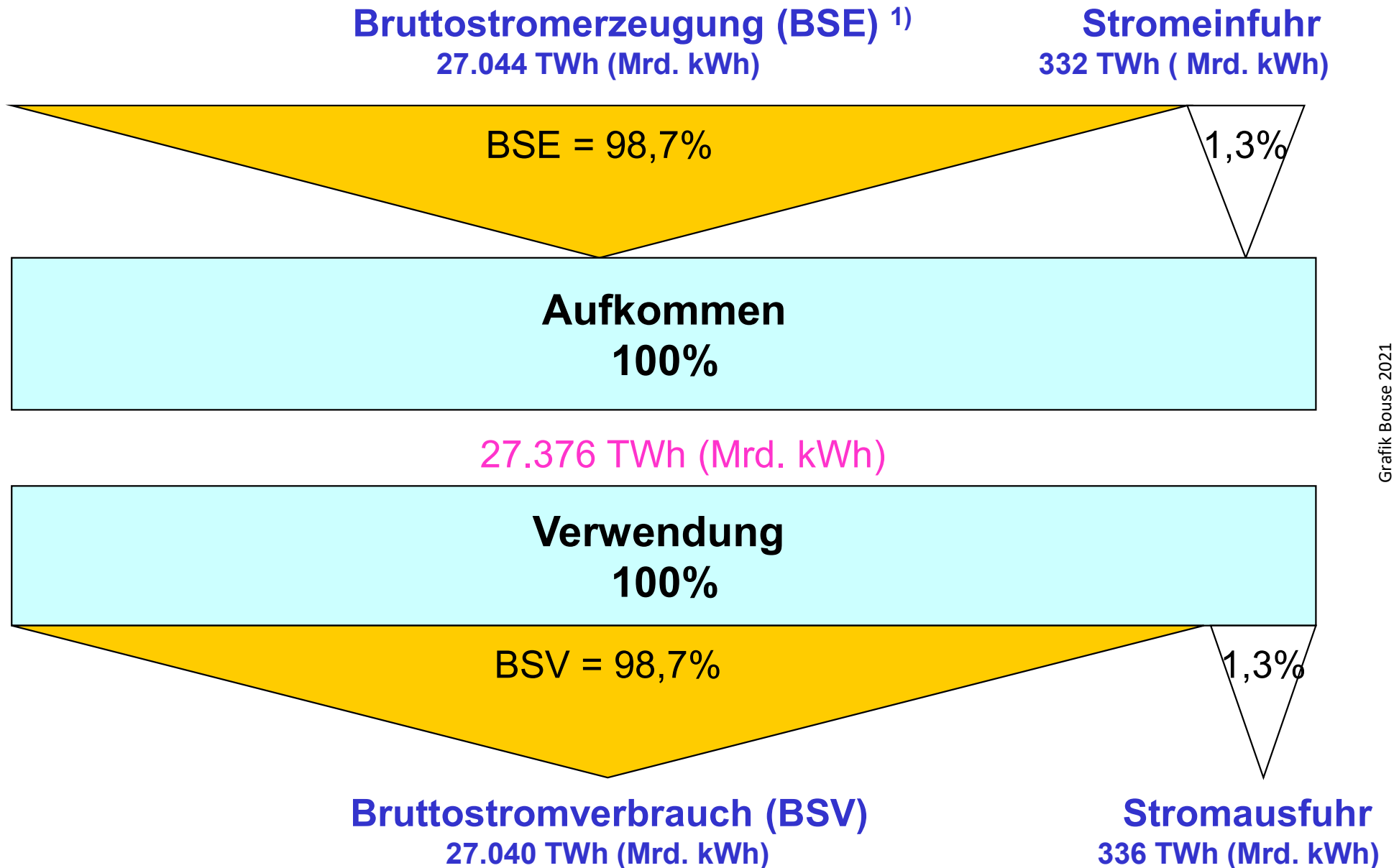
Mt CO <sub>2</sub>	2021	2022	2023	2026	Growth rate 2021-2022	Growth rate 2022-2023	CAAGR 2023-2026
Total emissions	13 263	13 448	13 575	13 111	1.4%	0.9%	-1.2%

\* 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)



1) Gesamte BSE = 26.936 TWh + Pumpspeicherstrom 108 TWh = 27.044 TWh (Mrd. kWh)



## Stromfluss für die Welt 2019 nach IEA (2)

bezogen auf BSE = 100% →	<b>Kernenergie</b> 10,3%	<b>Fossile Energien **</b> 62,8%		<b>EE* 1)</b> 25,9%	<b>So***</b> 0,9%
<b>Stromeinfuhr</b> 332 Mrd. kWh (1,2%)	<b>Brutto-Stromerzeugung (BSE) 3)</b> 27.044 Mrd. kWh (98,8%) (3.536 kWh/Kopf)				
<b>Aufkommen und Verwendung</b> 27.376 TWh (Mrd. kWh)					
<b>Stromausfuhr</b> 336 Mrd. kWh (1,2%)	<b>Brutto-Stromverbrauch (BSV)</b> 27.040 Mrd. kWh (98,8%) (3.528 kWh/Kopf)				
	<b>Netzverluste</b> 2.013 Mrd. kWh	<b>Stromverbrauch (SV) 4)</b> 25.027 Mrd. kWh (3.265 kWh/Kopf)			
	<b>Eigenverbrauch &amp; Netzverluste u.a.</b> 4.175 Mrd. kWh	<b>Stromverbrauch Endenergie (SVE)</b> 22.872 Mrd. kWh (2.984 kWh/Kopf)			
bezogen auf SVE = 100% →	<b>Industrie</b> 41,9%	<b>Haushalte</b> 26,6%	<b>GHD 2)</b> 29,7%	<b>Verkehr</b> 1,8%	

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.)

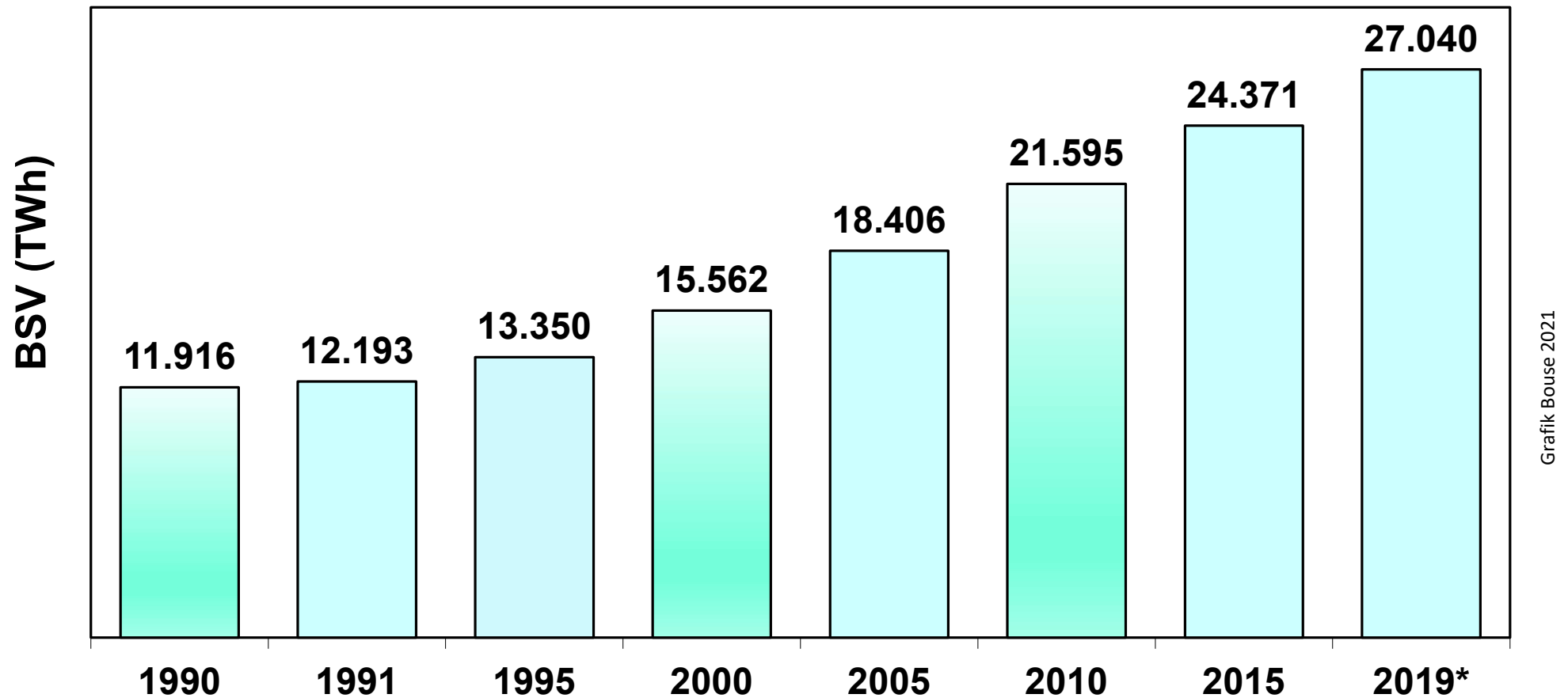
3) Gesamte BSE = 26.936 TWh + Pumpspeicherstrom 108 TWh = 27.044 TWh (Mrd. kWh)

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](http://www.iea.org)

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

Jahr 2019: Gesamt 27.040 TWh (Mrd. kWh) = 27,0 Bill. kWh; Veränderung 1990/2019 + 127,0%  
Ø 3.528 kWh/Kopf\*



**Bruttostromverbrauch (BSV) = Bruttostromerzeugung (BSE) + Einfuhr - Ausfuhr**

\* Daten 2019 vorläufig, Stand 9/2021

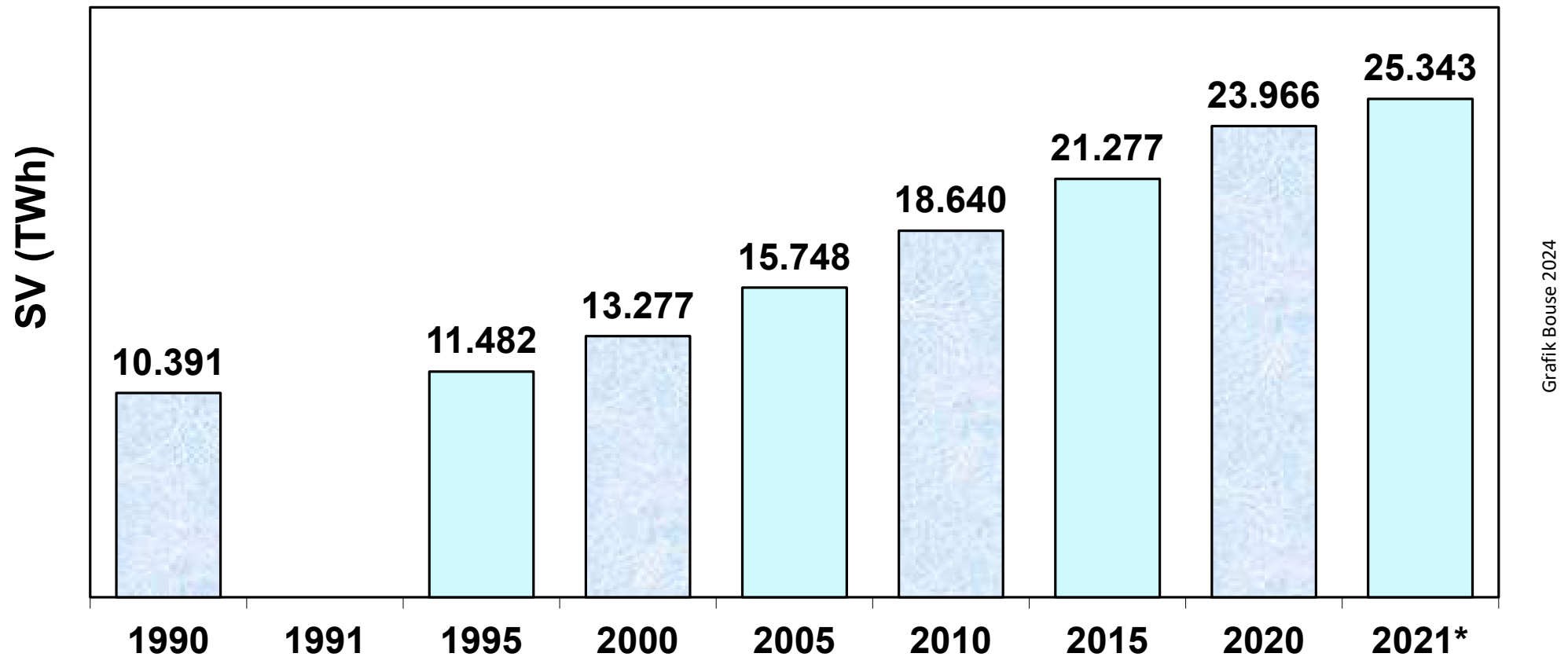
1) Jährlich geringfügige Abweichungen beim BSV gegenüber BSE, z.B. Jahr 2019 BSE = 27.044 TWh

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2019 = 7.666 Mio.

Quelle: IEA - Key World Energy Statistics 2021, S. 33, Ausgabe 9/2021, aus [www.iea.org](http://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



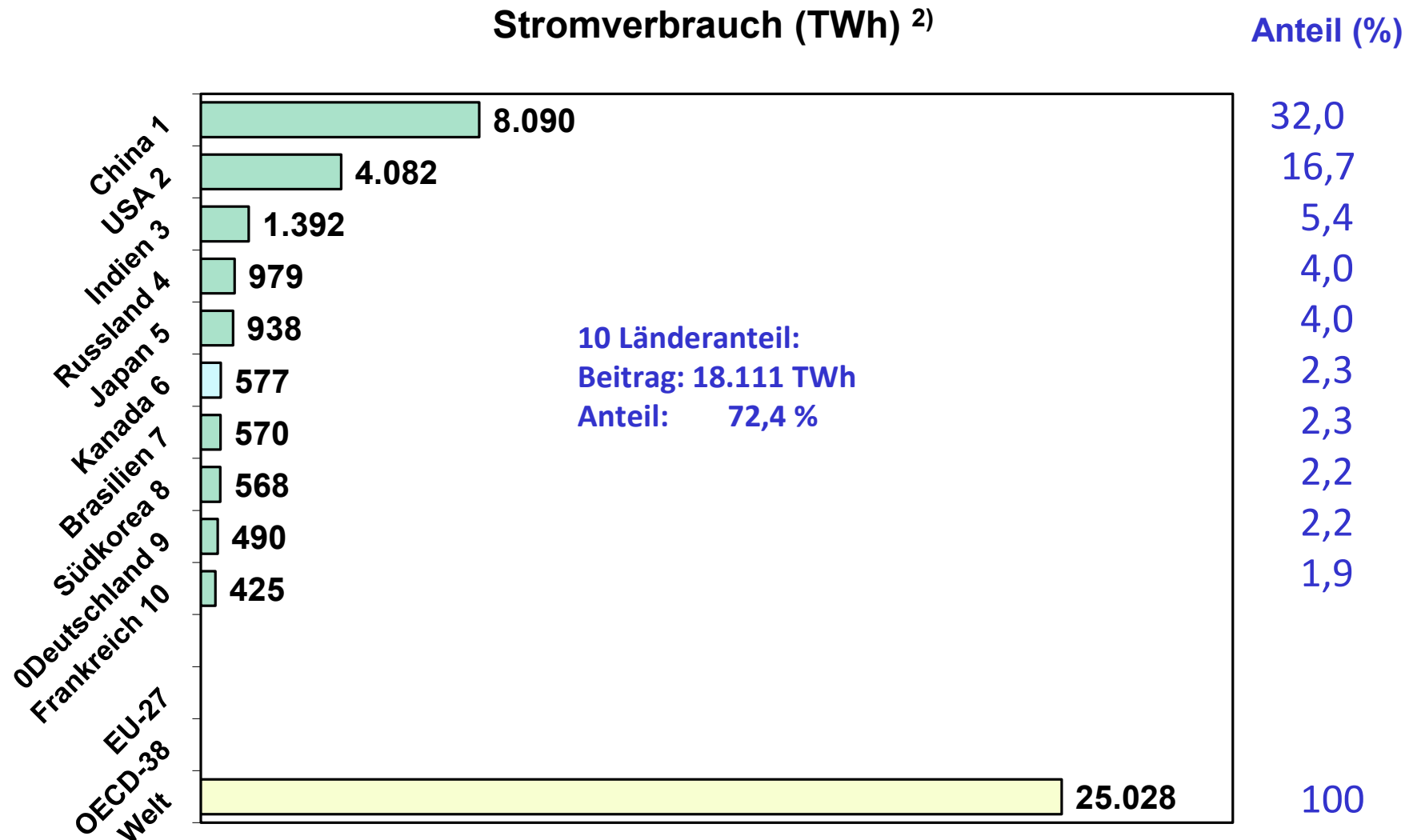
\* Daten 2021 vorläufig, Stand 1/2024

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%  
 Ø 3.148 kWh/Kopf\*



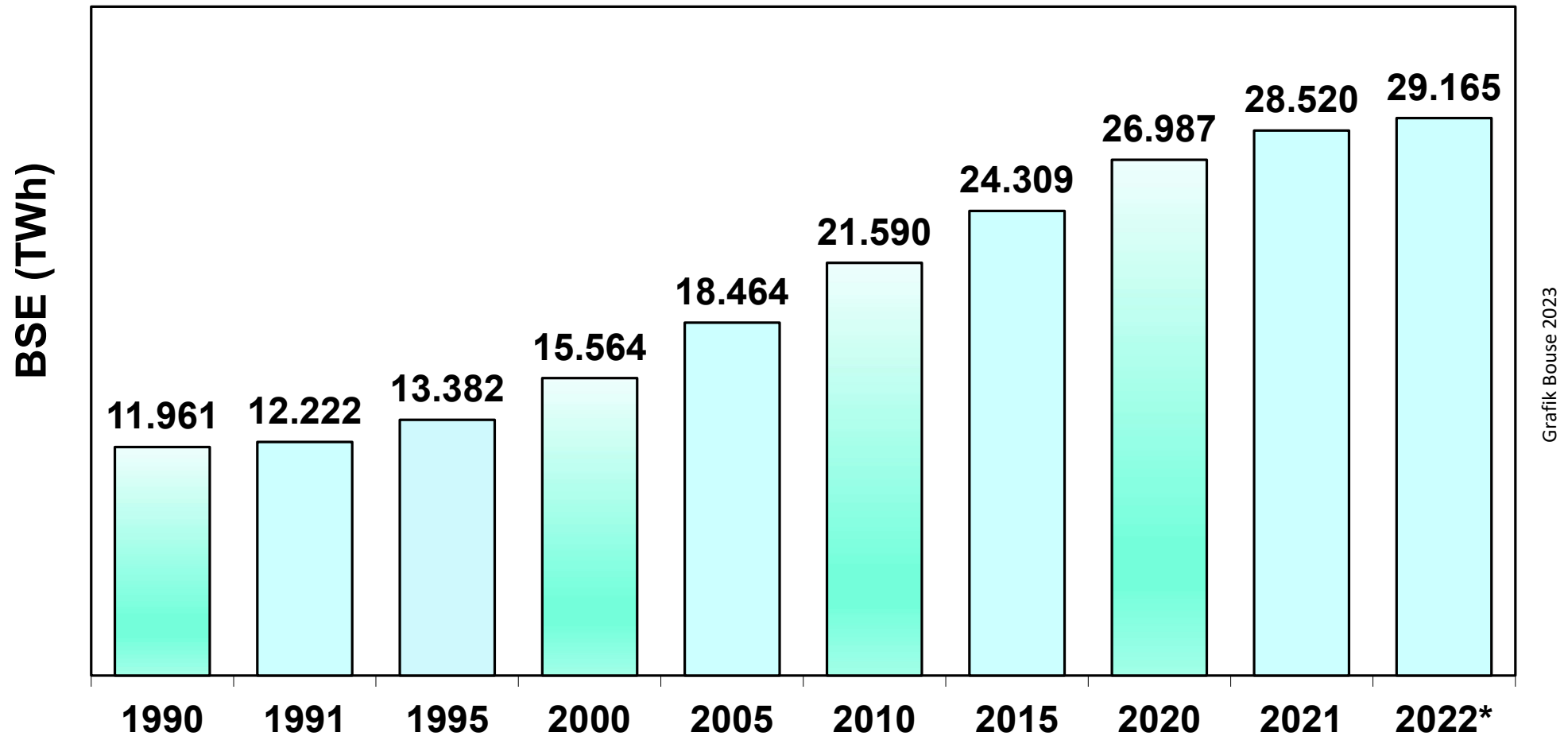
\* Daten 2022 vorläufig, Stand 2023

Bevölkerung- Jahresdurchschnitt 2022: 7.950 Mio.

Quellen: Enerdata – Energie- und Klimastatistik Jahrbuch 2023, 1/2023; BMWI – Energiedaten, Tab. 32a , (nach Umrechnung) 1/2023

# Globale Entwicklung Brutto-Stromerzeugung (BSE) mit Pumpspeicherstrom 1990-2022 nach BP (1)

Jahr 2022: Gesamt 29.165 TWh (Mrd. kWh)\* = 29,2 Bill. kWh; Veränderung 1990/2022 + 143,8%  
Ø 3.655 kWh/Kopf



\* Daten 2022 vorläufig, Stand 6/2023

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2022: 7.980 Mio.

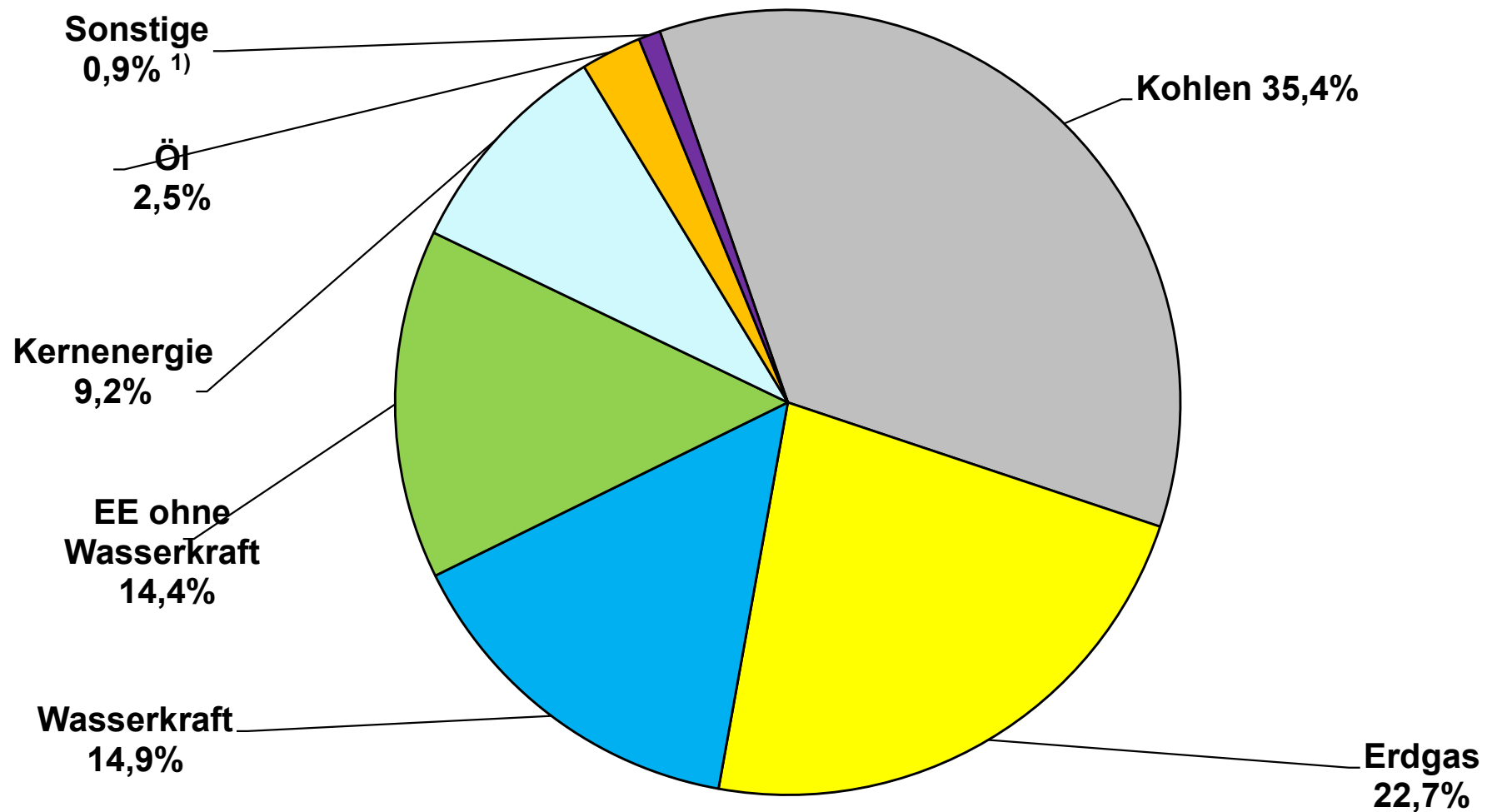
1) Pumpspeicherstrom, z.B. Jahr 2022: 140 TWh (0,5%)

Quelle: BP – Statistik Energie in der Welt 2023, 6/2023 aus [www.bp.org](http://www.bp.org). (siehe Datei in Excel)



# Globale Entwicklung Brutto-Stromerzeugung (BSE) nach Energieträgern mit Pumpspeicherstrom im Jahr 2022 nach BP (2)

Jahr 2022: Gesamt 29.165 TWh (Mrd. kWh)\* = 29,2 Bill. kWh; Veränderung 1990/2022 + 143,8%  
Ø 3.655 kWh/Kopf



Grafik Bouse 2023

\* Daten 2022 vorläufig, Stand 6/2023

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2022: 7.980 Mio.

<sup>1)</sup> 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](http://www.bp.org). (Siehe Datei in Excel)

# **Stromversorgung, mit Beitrag Wasserkraft**

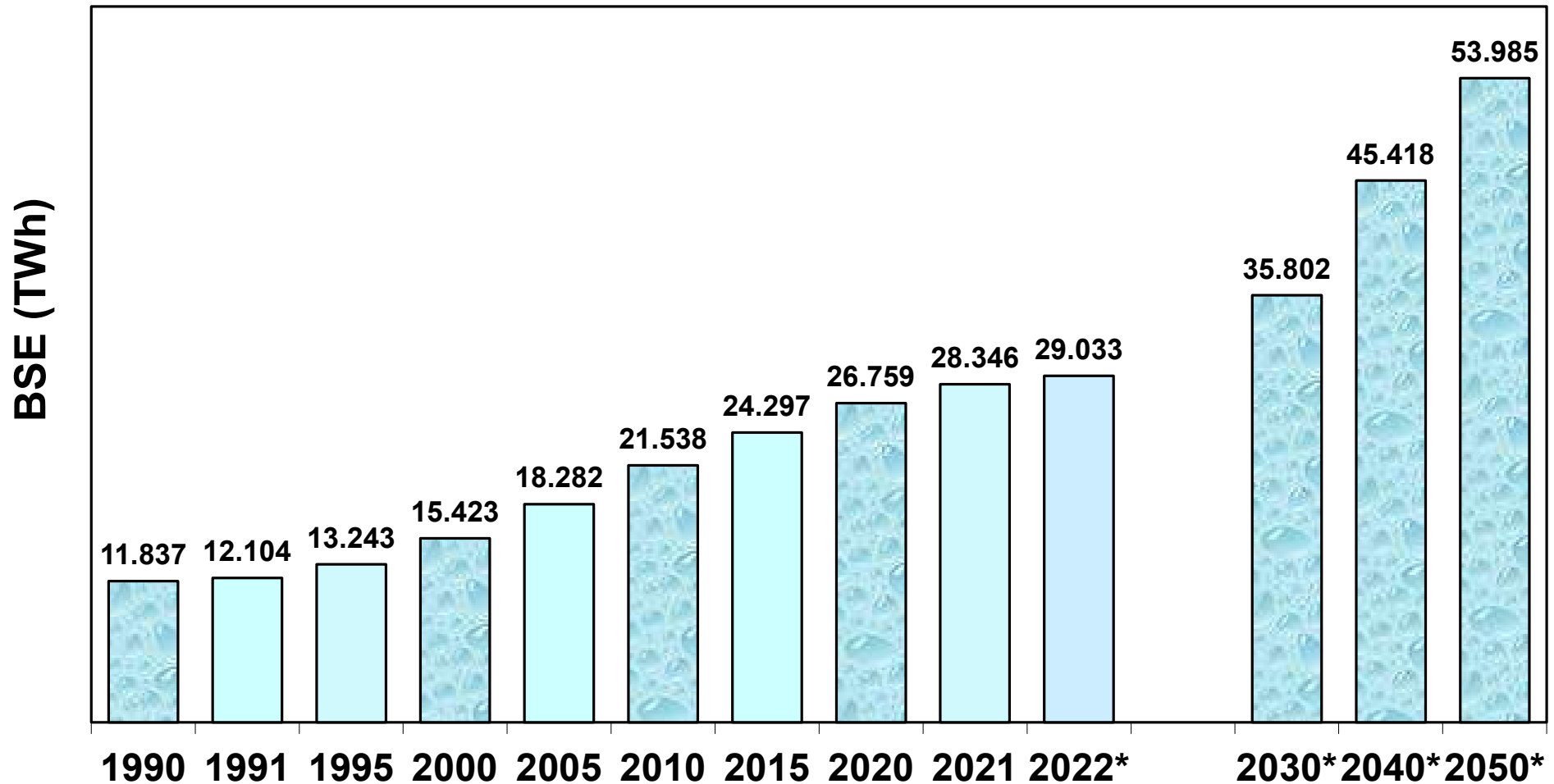
Teil 1 Erzeugung, Verbrauch

# Entwicklung Brutto-Stromerzeugung (BSE) in der Welt 1990-2022, Prognose bis 2050 **nach IEA** (1)

**Jahr 2022: Gesamt 29.033 TWh (Mrd. kWh), Veränderung zum VJ + 2,4%**

3.652 kWh/Kopf

EE-Beitrag 8.599 TWh, Anteil 29,6%



Grafik Bouse 2023

\* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2022: 7.950 Mio.

1) Prognose nach Stated Policies Scenario (STEPS)

2) Inklusiv Pumpspeicherstrom, z.B. Jahr 2022: 120 TWh (0,4%)

Quelle: IEA - World Energy Outlook 2023, Weltenergieausblick (WEO) 2023, S. 267/287; IEA - World Energy Balances Highlights 2023, Weltenergieausblick 2023, 8/2023

# Welt - Stromsektor: Bruttostromerzeugung (BSE) nach Energieträgern von 2010-2022, Prognosen 2030-2050 **nach IEA** (2)

**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.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
<b>Total generation</b>	<b>21 533</b>	<b>28 346</b>	<b>29 033</b>	<b>35 802</b>	<b>40 494</b>	<b>45 418</b>	<b>53 985</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>2.7</b>	<b>2.2</b>
<b>Renewables</b>	<b>4 209</b>	<b>7 964</b>	<b>8 599</b>	<b>16 915</b>	<b>23 051</b>	<b>28 721</b>	<b>37 973</b>	<b>30</b>	<b>47</b>	<b>70</b>	<b>8.8</b>	<b>5.4</b>
Solar PV	32	1 023	1 291	5 405	8 657	11 961	17 220	4	15	32	20	9.7
Wind	342	1 865	2 125	5 229	7 502	9 275	11 801	7	15	22	12	6.3
Hydro	3 456	4 299	4 378	4 981	5 293	5 554	6 351	15	14	12	1.6	1.3
Bioenergy	309	666	687	1 073	1 241	1 410	1 746	2	3	3	5.7	3.4
<i>of which BECCS</i>	-	-	-	4	5	5	5	-	0	0	n.a.	n.a.
CSP	2	15	16	46	91	161	322	0	0	1	14	11
Geothermal	68	96	101	175	247	317	439	0	0	1	7.1	5.4
Marine	1	1	1	6	20	44	93	0	0	0	24	18
<b>Nuclear</b>	<b>2 756</b>	<b>2 810</b>	<b>2 682</b>	<b>3 351</b>	<b>3 665</b>	<b>3 886</b>	<b>4 353</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>2.8</b>	<b>1.7</b>
<b>Hydrogen and ammonia</b>	-	-	-	<b>22</b>	<b>59</b>	<b>82</b>	<b>91</b>	-	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>n.a.</b>	<b>n.a.</b>
<b>Fossil fuels with CCUS</b>	-	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>30</b>	<b>59</b>	<b>90</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>33</b>	<b>19</b>
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.
<b>Unabated fossil fuels</b>	<b>14 479</b>	<b>17 456</b>	<b>17 636</b>	<b>15 406</b>	<b>13 593</b>	<b>12 568</b>	<b>11 373</b>	<b>61</b>	<b>43</b>	<b>21</b>	<b>-1.7</b>	<b>-1.6</b>
Coal	8 669	10 247	10 427	8 333	6 973	6 145	4 949	36	23	9	-2.8	-2.6
Natural gas	4 847	6 526	6 500	6 611	6 222	6 067	6 150	22	18	11	0.2	-0.2
Oil	963	683	709	462	398	356	274	2	1	1	-5.2	-3.3

\* Daten vorläufig, Stand 11/2022

Energieeinheiten: 1 Mio. t RÖE (Mtoe) = 1,429 Mio. t SKE = 11,63 Mrd. kWh (TWh) = 41,869 PJ

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2022: 7.950 Mio.

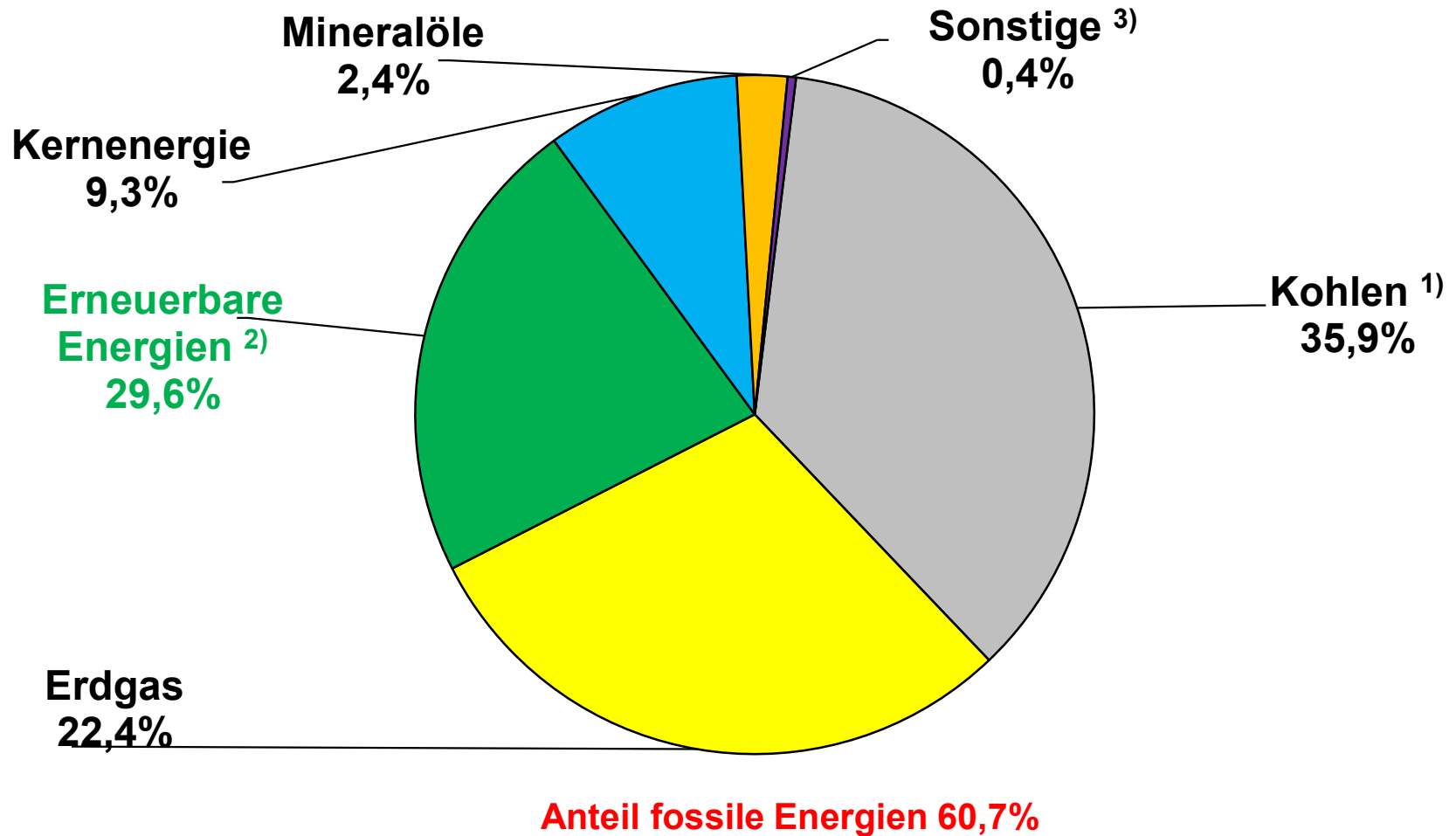
Quelle: IEA - World Energy Outlook 2023, WEO Weltenergieausblick 2023, S. 276, 11/2023 EN

# Brutto-Stromerzeugung (BSE) mit Pumpspeicherstrom nach Energieträgern mit **Anteile erneuerbare Energien** in der Welt 2022 **nach IEA** (3)

Jahr 2022: Gesamt 29.033 TWh (Mrd. kWh), Veränderung zum VJ + 2,4%

3.652 kWh/Kopf

EE-Beitrag 8.599 TWh, Anteil 29,6%



Grafik Bouse 2023

\* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

Weltbevölkerung (Jahresdurchschnitt) 7.950 Mio.

1) Kohle einschließlich Torf

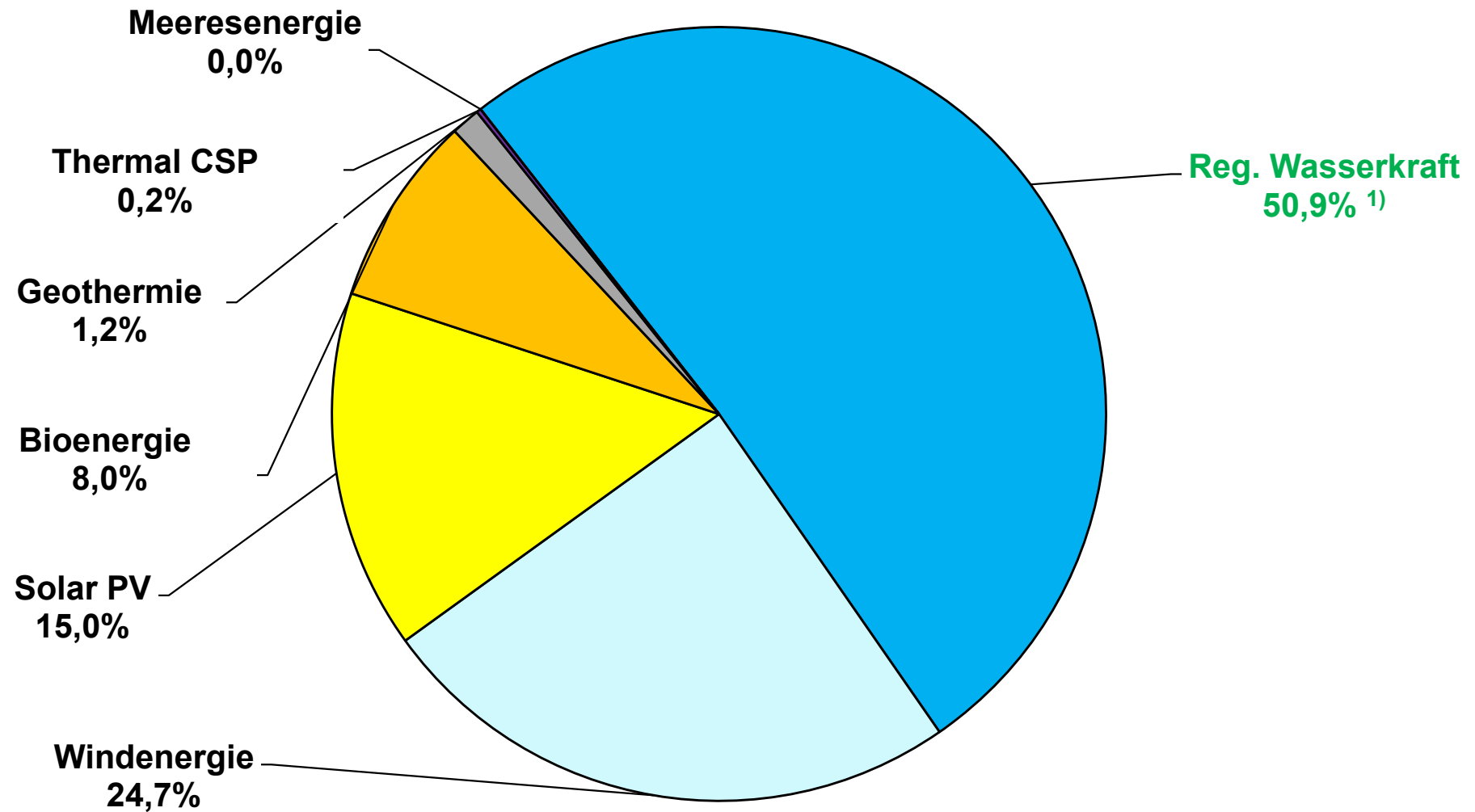
2) **Erneuerbare Energien 8.599 TWh**: reg. Wasserkraft 4.378 TWh, Windkraft 2.125 TWh, Solar PV 1.1291 TWh, Bioenergie 687 TWh, Geothermie 101 TWh, CSP 16 TWh, Meeresenergie 1 TWh

3) Nicht biogener Abfall 50%, Wärme, Pumpstrom u.a. (114 TWh)



# Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in der Welt Ende 2022 nach IEA (4)

Gesamt 8.599 TWh,  
Anteil 29,6% von 29.033 TWh (Mrd. kWh)



Grafik Bouse 2023

\* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

**1) Reg. Wasserkraft enthält nicht erneuerbaren Strom aus Pumpspeicherkraftwerken**

2) Erneuerbare Energien (TWh) 8.599, davon reg. Wasserkraft 4.378, Windenergie 2.125, Solar PV 1.291, Bioenergie mit Bioabfall 687, Geothermie 101, Thermal CSP 16 und Meeresenergie 1

Quellen: IEA – World World Energy Outlook 2023, Weltenergieausblick (WEO) S. 267, 10/2023 aus [www.iea.org](http://www.iea.org); IEA - World Energy Balances Highlights 2023, Weltenergieausblick 2023, 8/2023

# Welt - Stromsektor: Bruttostromerzeugung (BSE) nach Regionen von 2010-2022, Prognosen 2030-2050 **nach IEA** (5)

**Jahr 2022:**

**Welt-Bruttostromerzeugung (BSE) 29.033 TWh (Mrd. kWh), Veränderung zum VJ + 2,4%**

EE-Beitrag 8.599 TWh, Anteil 29,6%

**Table A.16: Electricity generation (TWh)**

	Historical			Stated Policies		Announced Pledges	
	2010	2021	2022	2030	2050	2030	2050
<b>World</b>	<b>21 533</b>	<b>28 346</b>	<b>29 033</b>	<b>35 802</b>	<b>53 985</b>	<b>36 370</b>	<b>66 760</b>
<b>North America</b>	<b>5 233</b>	<b>5 377</b>	<b>5 524</b>	<b>5 945</b>	<b>8 381</b>	<b>6 235</b>	<b>10 986</b>
United States	4 354	4 354	4 491	4 805	6 855	5 042	9 013
<b>Central and South America</b>	<b>1 129</b>	<b>1 347</b>	<b>1 389</b>	<b>1 646</b>	<b>2 626</b>	<b>1 723</b>	<b>3 930</b>
Brazil	516	656	677	779	1 199	779	1 428
<b>Europe</b>	<b>4 119</b>	<b>4 126</b>	<b>3 996</b>	<b>4 708</b>	<b>6 419</b>	<b>4 989</b>	<b>7 964</b>
European Union	2 955	2 885	2 795	3 256	4 403	3 473	5 441
<b>Africa</b>	<b>686</b>	<b>874</b>	<b>890</b>	<b>1 203</b>	<b>2 294</b>	<b>1 327</b>	<b>3 859</b>
<b>Middle East</b>	<b>829</b>	<b>1 246</b>	<b>1 276</b>	<b>1 716</b>	<b>2 956</b>	<b>1 694</b>	<b>3 919</b>
<b>Eurasia</b>	<b>1 251</b>	<b>1 446</b>	<b>1 476</b>	<b>1 540</b>	<b>1 923</b>	<b>1 502</b>	<b>2 023</b>
Russia	1 036	1 158	1 170	1 177	1 376	1 143	1 380
<b>Asia Pacific</b>	<b>8 285</b>	<b>13 930</b>	<b>14 483</b>	<b>19 043</b>	<b>29 385</b>	<b>18 900</b>	<b>34 079</b>
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 Brutto-Stromerzeugung (BSE) nach Energieträgern mit Pumpspeicherstrom und Anteile erneuerbare Energien im Jahr 2022 nach IEA (6)

**Gesamt: 29.033 TWh (Mrd kWh) mit Pumpstrom**

3.652 kWh/Kopf

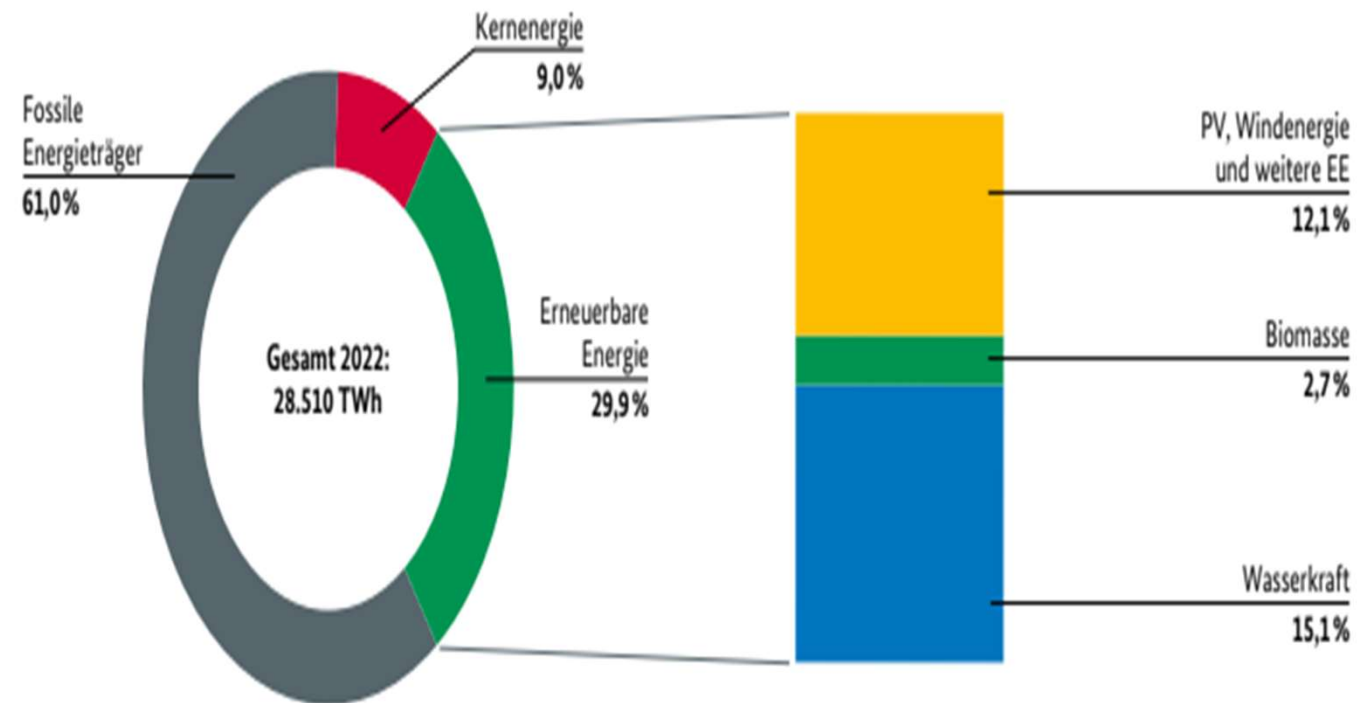
Beitrag Erneuerbare Energien 8.599 TWh (Mrd. kWh), Anteil 29,9%

## Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien

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

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

Abbildung 52: Aufteilung der globalen Stromerzeugung im Jahr 2022



Quelle: Internationale Energieagentur (IEA) [42]

\* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2022: 7.950 Mio.

Quellen: REN21 und IEA aus BMWI – EE in Zahlen, Nationale und internationale Entwicklung 2022, S. 92/93, 10/2023

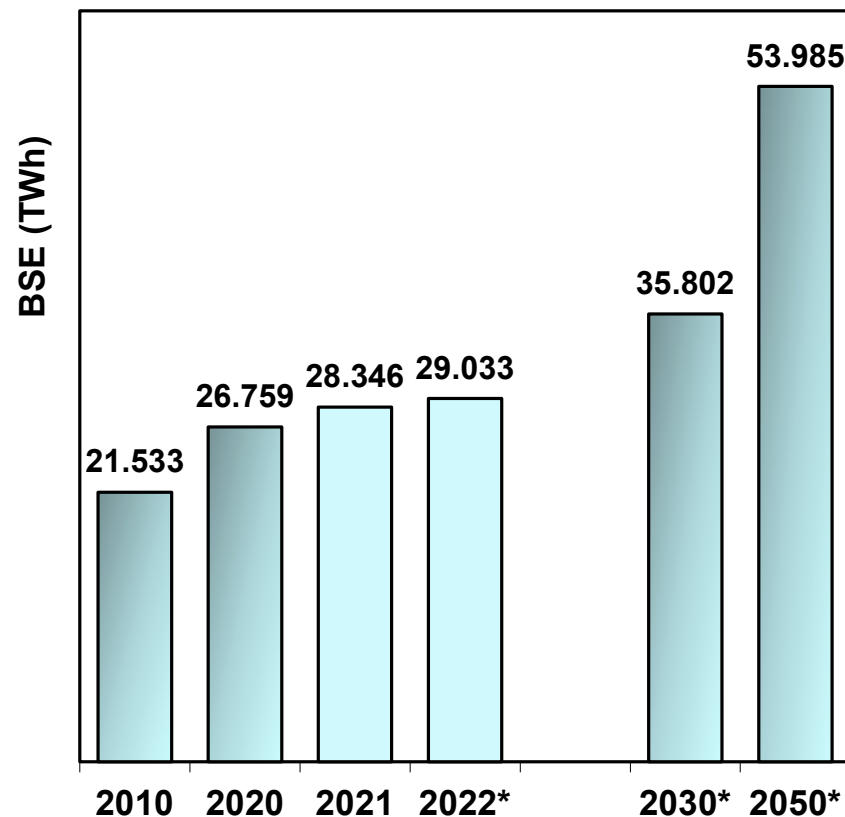
# Globale Entwicklung Bruttostromerzeugung (BSE) nach ausgewählten Ländern mit EU-27 2010-2022, Prognose bis 2050 nach IEA (7)

Jahr 2022: Gesamt 29.033 TWh (Mrd. kWh), Veränderung zum VJ + 2,4%

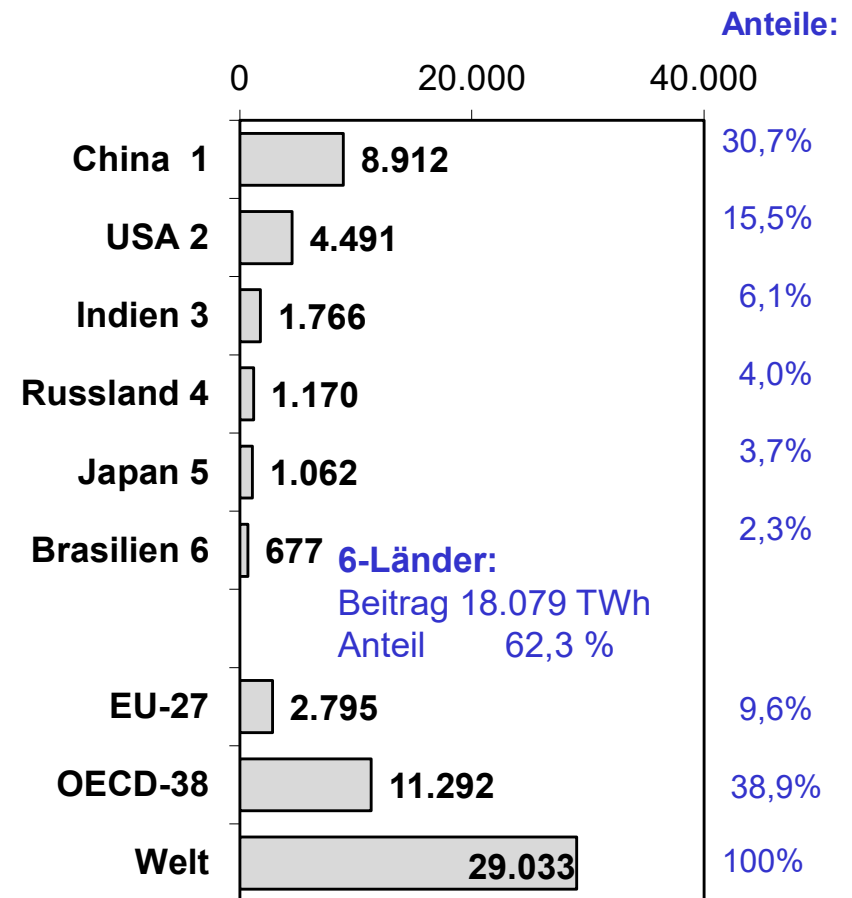
3.652 kWh/Kopf

Beitrag EU-27: 2.795 TWh, Weltanteil 9,6%

Gesamtentwicklung 2010-2022,  
Prognose 2030/50



Ausgewählte Länder im Jahr 2022



Grafik Bouse 2023

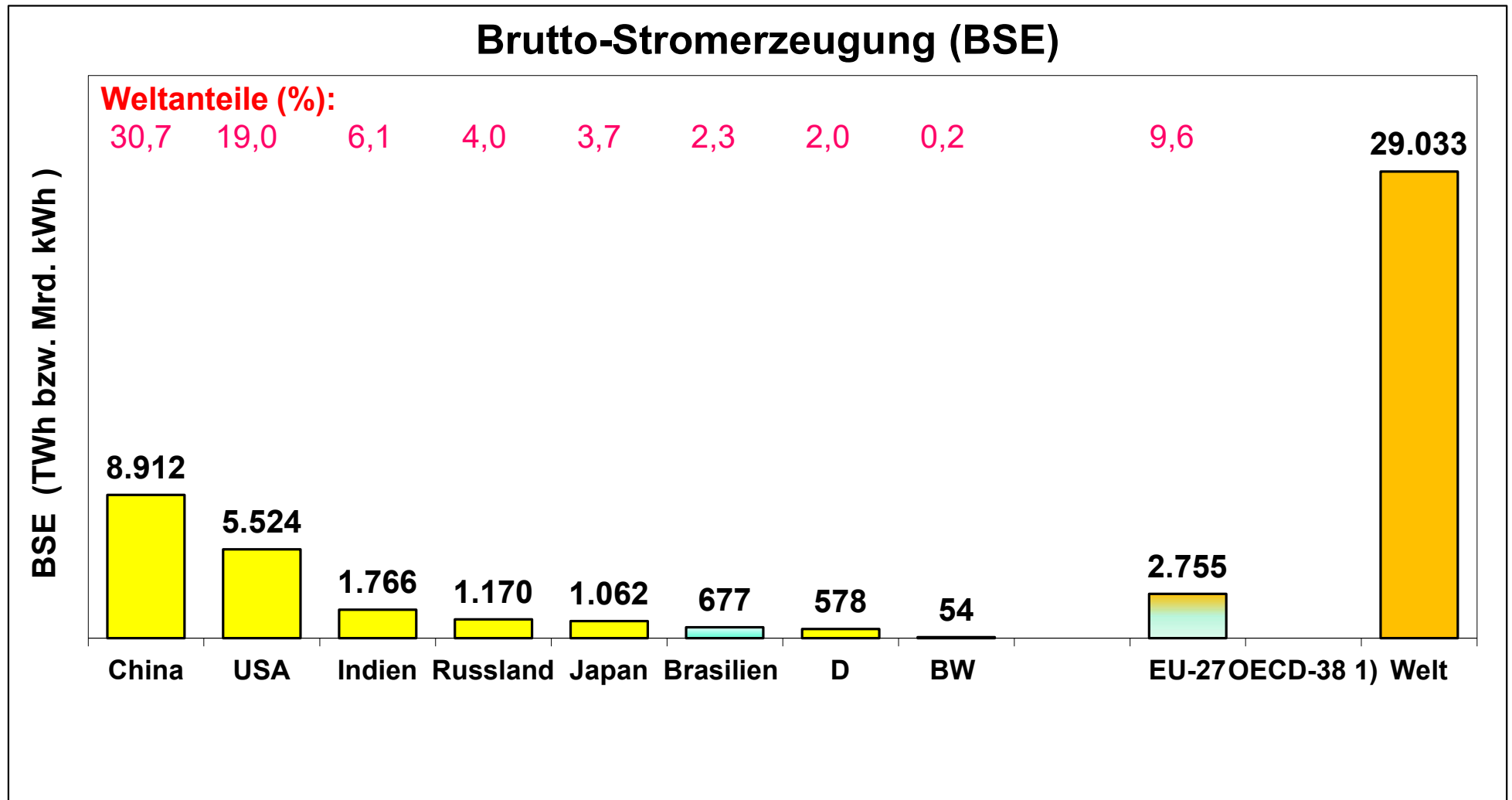
\* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2022: 7.950 Mio.

Quelle: IEA - World Energy Outlook 2023, Weltenergieausblick (WEO) 2023, S. 287, 10/2023

# Brutto-Stromerzeugung (BSE) im internationalen Vergleich 2022 nach IEA (8)

Veränderung 1990/2022: Welt + 245%



\* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

Weltbevölkerung 7.950 Mio.

1) OECD Organisation für Wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (38 Industrieländer); [www.oecd.org](http://www.oecd.org)

Quellen: IEA aus BMWI – EE in Zahlen, Nationale und internationale Entwicklung 2022, S. 287, 10/2023 u.a.



# Stromversorgung, **mit Beitrag Wasserkraft**

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 Wasserkraft 1.392 GW, Anteil 16,1%

**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
<b>Total capacity</b>	<b>5 187</b>	<b>8 230</b>	<b>8 643</b>	<b>14 168</b>	<b>17 923</b>	<b>21 328</b>	<b>25 956</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>6.4</b>	<b>4.0</b>
<b>Renewables</b>	<b>1 333</b>	<b>3 292</b>	<b>3 629</b>	<b>8 611</b>	<b>11 949</b>	<b>14 965</b>	<b>19 120</b>	<b>42</b>	<b>61</b>	<b>74</b>	<b>11</b>	<b>6.1</b>
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
<b>Nuclear</b>	<b>403</b>	<b>413</b>	<b>417</b>	<b>482</b>	<b>521</b>	<b>557</b>	<b>622</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1.8</b>	<b>1.4</b>
<b>Hydrogen and ammonia</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>8</b>	<b>17</b>	<b>24</b>	<b>19</b>	<b>-</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>n.a.</b>	<b>n.a.</b>
<b>Fossil fuels with CCUS</b>	<b>-</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>12</b>	<b>22</b>	<b>31</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>41</b>	<b>22</b>
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.
<b>Unabated fossil fuels</b>	<b>3 439</b>	<b>4 480</b>	<b>4 535</b>	<b>4 498</b>	<b>4 364</b>	<b>4 216</b>	<b>3 800</b>	<b>52</b>	<b>32</b>	<b>15</b>	<b>-0.1</b>	<b>-0.6</b>
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
<b>Battery storage</b>	<b>1</b>	<b>27</b>	<b>45</b>	<b>552</b>	<b>1 047</b>	<b>1 531</b>	<b>2 352</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>9</b>	<b>37</b>	<b>15</b>

\* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

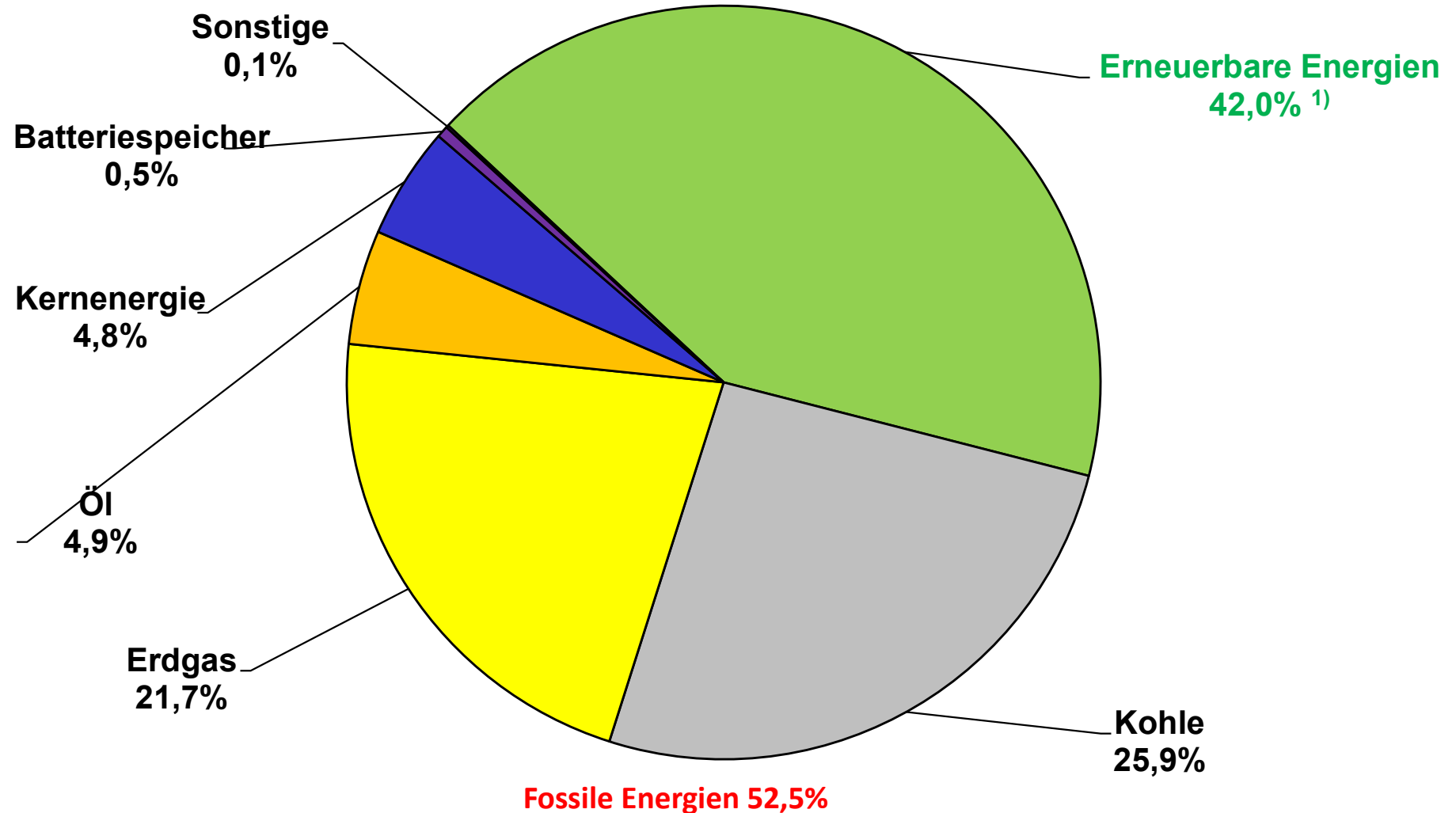
Daten 2022: Gesamte elektrische Leistung 8.643 GW; EE elektrische Leistung 3.629 GW

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2022: 7.950 Mio.

# Gesamte installierte Leistung zur Stromerzeugung **nach Energieträgern** in der Welt Ende 2022 **nach IEA (2)**

**Jahr 2022: Gesamt 8.643 GW <sup>2)</sup>, Veränderung zum VJ + 5,0%**

Beitrag EE 3.629 GW, Anteil 42,0%



Grafik Bouse 2023

\* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

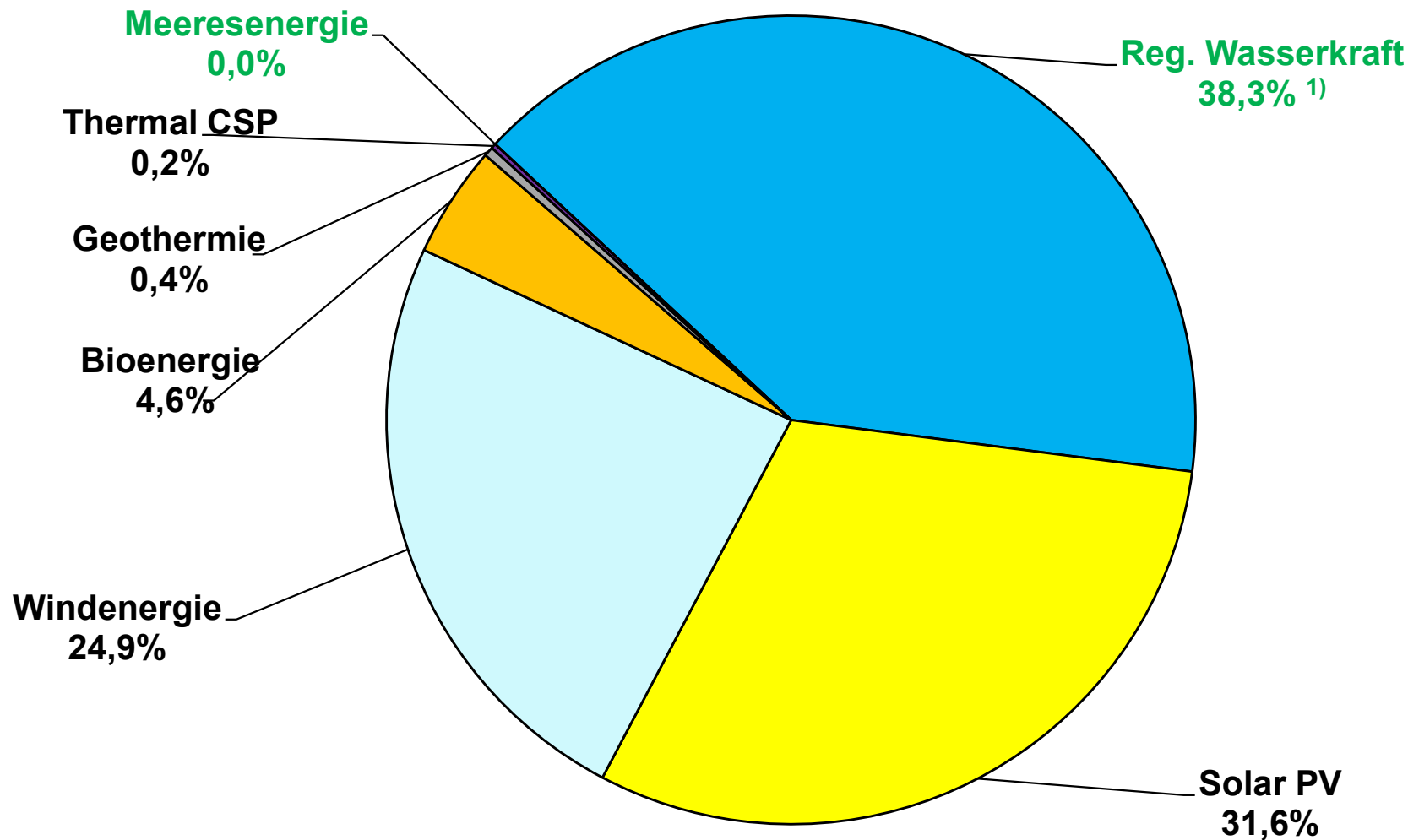
1) Erneuerbare Energien (GW) 3.629, davon reg. Wasserkraft 1.392, Solar-PV 1.145, Windenergie 902, Bioenergie mit Bioabfall 168, Geothermie 15, Thermal CSP 7 und Meeresenergie 1

2) Gesamte installierte Leistung 8.643 (GW), davon EE 3.639, Kohle 2.236, Erdgas 1.875, Öl 423, Kernenergie 417, Batterie 45, Sonstige 5

Quellen: IEA – World Energy Outlook 2023, Weltenergieausblick (WEO) 2023, S. 267, 10/2023 aus [www.iea.org](http://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) <sup>1,2</sup>  
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](http://www.iea.org)

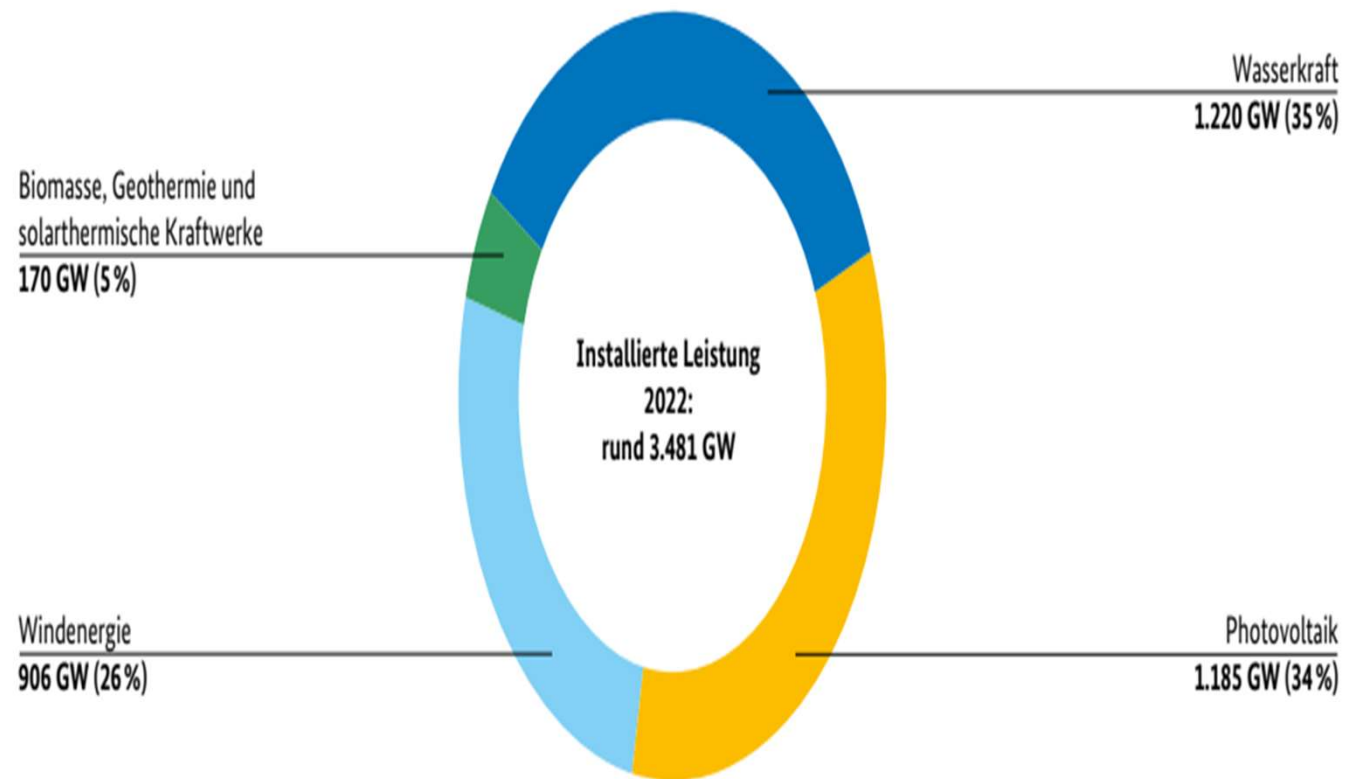
# Gesamte installierte Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in der Welt Ende 2022 nach REN21 (4)

**Gesamt 3.481 GW (Mio. kW)**

## Stromerzeugungskapazitäten aus erneuerbaren Energien

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

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



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

\* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2022: 7.980 Mio.

Quelle: REN21 2023 aus BMWI – EE in Zahlen, Nationale und internationale Entwicklung 2022, S. 93, 10/2023



## Entwicklung jährlicher **Zubau erneuerbarer Energiekapazitäten** nach Technologie 2017–2022 und bis 2030 erforderliche Zuwächse erreichen Sie das Netto-Null-Szenario der IEA (5)

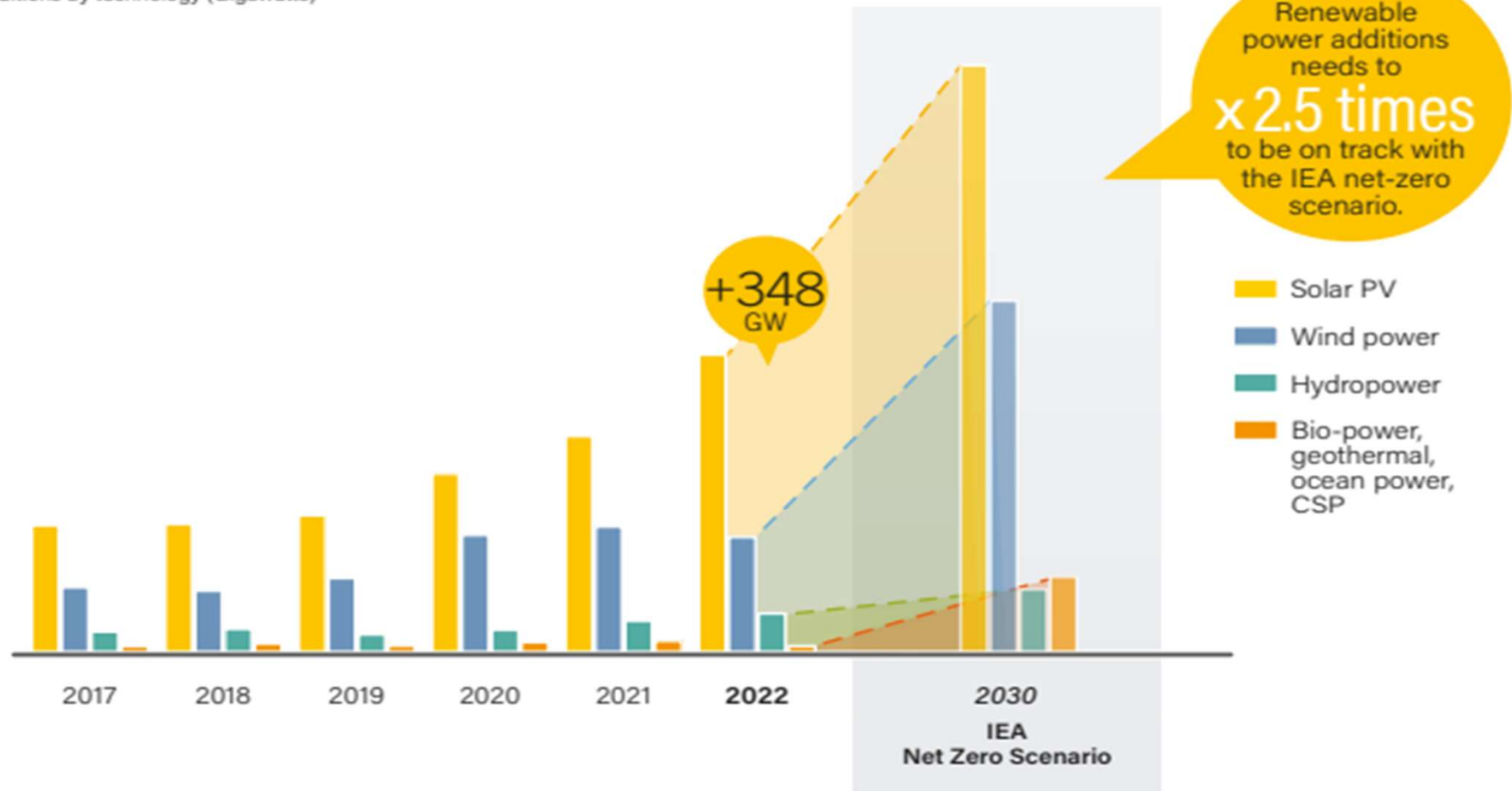


FIGURE 6.

**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

Additions by technology (Gigawatts)



Source: See endnote 48 for this section.

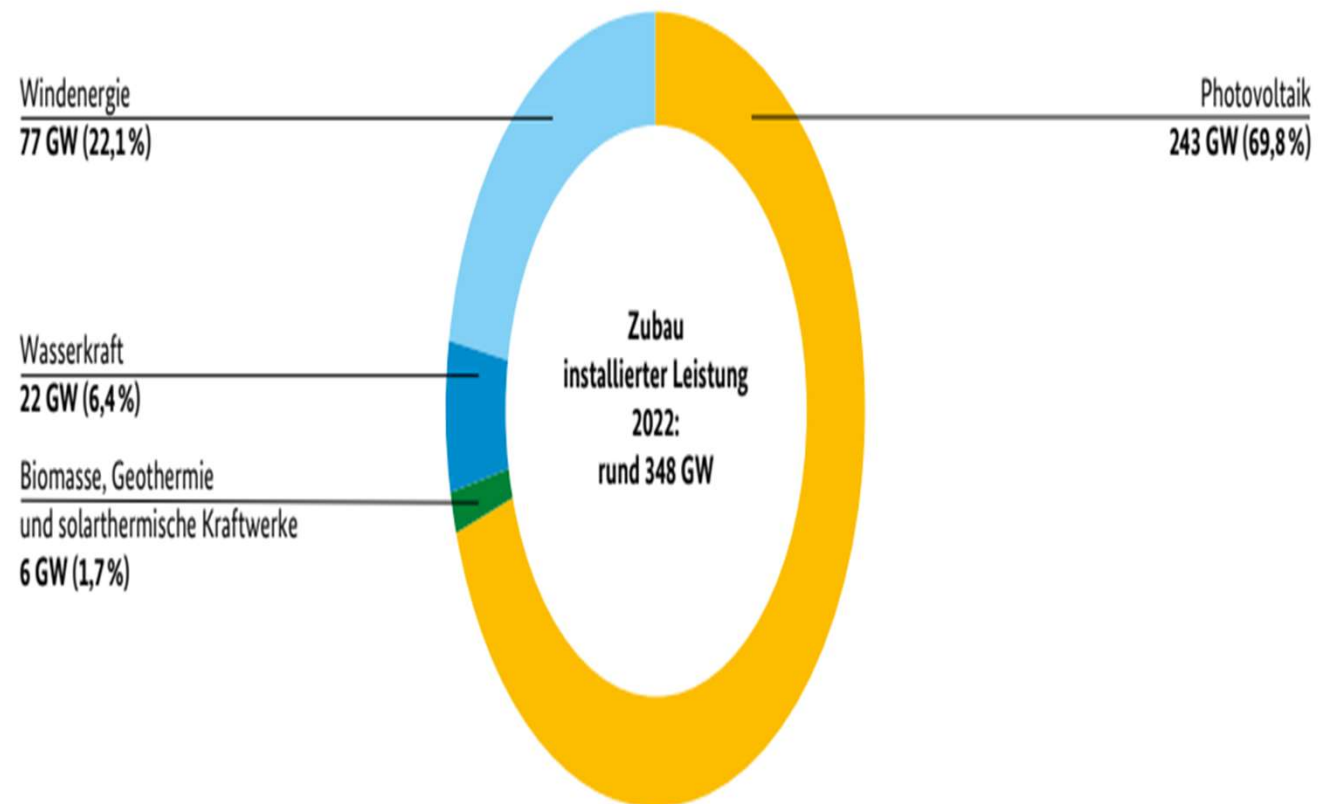
# Zubau installierte Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in der Welt Ende 2022 nach REN21 (6)

**Zubau 348 GW (Mio. kW)**  
EE-Anteil 83% von gesamt 419,3 GW

## Zubau EE-Stromerzeugungskapazitäten

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

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



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

\* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2022: 7.980 Mio.

Quellen: REN21 2023 aus BMWI – EE in Zahlen, Nationale und internationale Entwicklung 2022, S. 95, 10/2023

# TOP 5 Länder der installierten Kapazitäten aus erneuerbare Energien zur Energie- und Stromerzeugung in der Welt Ende 2022 nach REN21 (7)

TABLE 1.  
Top Five Countries 2022

Total Power Capacity as of end 2022 Gesamtstromkapazität per Ende 2022

	1	2	3	4	5
<b>POWER</b>					
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
<b>HEAT</b>					
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
<b>TOTAL ADDITIONS PER TECHNOLOGY</b>					
Biopower capacity	China	Japan (+3) ▲	Brazil	Indonesia (+12) ▲	Türkiye (-1) ▼
Geothermal capacity	Kenya (New)	Indonesia	United States (-2) ▼	Türkiye (-1) ▼	Chile (New)
Hydropower capacity	China	Lao PDR (+3) ▲	Canada (-1) ▼	France (New)	Ethiopia (New)
Solar PV capacity	China	United States	India	Brazil (+1) ▲	Netherlands (+8) ▲
Concentrated Solar Thermal Power (CSP) capacity	China (New)	United Arab Emirates (New)	-	-	-
Wind capacity	China	United States	Brazil	United Kingdom (+1) ▲	Germany (+2) ▲
Solar water heating capacity	China	Türkiye	Brazil	India	United States

Note: New = Country did not have a ranking in 2021.

# Wasserkraft

Stromversorgung

# Globale Wasserkraft 2022 **nach REN21** (1)

**Kapazität 1.220 GW, davon Netto-Zubau 22,2 GW;  
Bruttostromerzeugung 4.429 TWh**



## KEY FACTS HYDROPOWER

- Global installed hydropower capacity reached 1,220 GW in 2022, up 22.2 GW from 2021.
- China grew its lead in installed hydropower capacity, bringing the total to 368 GW in 2022, more than in Brazil, Canada, the United States and the Russian Federation combined.
- Hydropower generation reached 4,429 TWh in 2022, half of it produced by only four countries (China, Brazil, Canada and the United States).
- European hydropower production dropped 19% in 2022 due to extreme drought.
- Hydropower provides crucial services including load following, grid support and caseload electricity; in areas where hydroelectric production has declined due to drought, in some cases coal has been used to supplement these services.

## Wichtige Fakten zur Wasserkraft

- ☐ Weltweit installierte Wasserkraftkapazität erreichte im Jahr 2022 1.220 GW, ein Plus von Netto 22,2 GW ab 2021.
- ☐ China baute seinen Vorsprung bei der installierten Wasserkraft aus Kapazität, was einer Gesamtkapazität von 368 GW entspricht 2022, mehr als in Brasilien, Kanada, dem Vereinigte Staaten und die Russische Föderation kombiniert.
- ☐ Die Wasserkrafterzeugung erreichte 4.429 TWh im Jahr 2022 wurde die Hälfte davon von nur vier produziert Länder (China, Brasilien, Kanada und die Vereinigte Staaten).
- ☐ Die europäische Wasserkraftproduktion ging zurück 19 % im Jahr 2022 aufgrund extremer Dürre.
- ☐ Wasserkraft leistet entscheidende Dienste inklusive Lastfolge, Netzstützung und Falllaststrom; in Bereichen, in denen die Wasserkraftproduktion zurück gegangen ist Aufgrund der Dürre wurde in einigen Fällen Kohle benötigt zur Ergänzung dieser Dienste genutzt.



## Globale Wasserkraft 2022, Auszug, **nach REN21** (2)

Global hydropower markets added at least 22.2 GW in 2022, for a total installed capacity of 1,220 GW.<sup>1</sup> Generation increased 5% over 2021 to reach 4,429 TWh.<sup>2</sup> However, as in 2021, the capacity added in 2022 was well below the estimated 30 GW of hydropower additions that are needed annually to keep global temperature rise below 2°C by 2050.<sup>3</sup> In 2022, hydropower represented 37% of the world's total installed renewable energy capacity and added 2% of the total capacity of all renewables.<sup>4</sup>

Fluctuating water levels, related in part to climate change, have raised concerns about hydropower infrastructure and the development of future facilities and storage. Africa, Asia, Europe and North America all experienced severe droughts in 2022, reducing water supplies and the capacity use of plants.<sup>5</sup> In the Zambezi river basin between Zambia and Zimbabwe, the 2.13 GW Kariba reservoir (the world's largest) dropped to 0.97% of its usable storage in December 2022, leading to power rationing and outages.<sup>6</sup> Many drought-stricken areas have turned to coal to supplement power needs.<sup>7</sup> Climate change also could alter seasonal production, causing snowy regions to produce more hydropower in winter as rain replaces snow, and less power in spring and summer due to reduced snowmelt.<sup>8</sup> (→ See Sidebar 2.)

As with solar PV and wind, China dominated the global hydropower market in 2022, with a total installed capacity exceeding that of the next four leading countries combined (Brazil, the United States, Canada and the Russian Federation).<sup>9</sup> (→ See Figures 22 and 23). The top four countries in hydropower generation (China, Brazil, Canada and the United States) produced more than the rest of the world combined.<sup>10</sup> Developing countries continued to lead in shares of hydropower in the energy mix, with Costa Rica generating 73% of its electricity from hydropower, and Venezuela, the world's tenth largest producer, generating 68 TWh.<sup>11</sup>

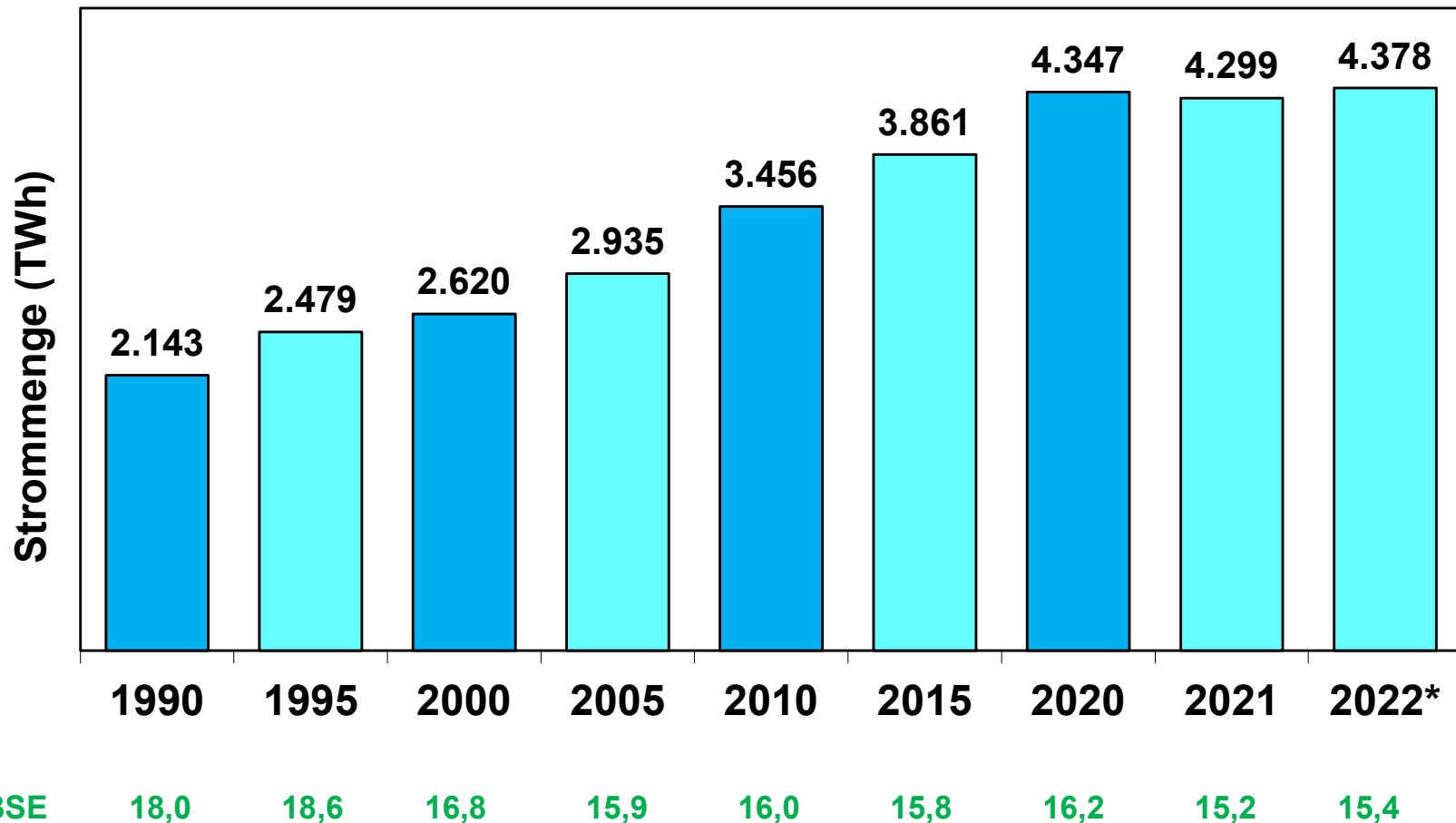
Die globalen Wasserkraftmärkte haben im Jahr 2022 mindestens 22,2 GW hinzugefügt eine installierte Gesamtkapazität von 1.220 GW.<sup>1</sup> Erzeugung um 5 % gestiegen im Laufe des Jahres 2021 auf 4.429 TWh.<sup>2</sup> Allerdings ist wie im Jahr 2021 die Kapazität der Zubau im Jahr 2022 lag deutlich unter den geschätzten 30 GW Wasserkraft Zusätze, die jährlich benötigt werden, um den globalen Temperaturanstieg einzudämmen bis 2050 unter 2°C sinken.<sup>3</sup> Im Jahr 2022 machte die Wasserkraft 37 % des Stroms aus weltweit insgesamt installierte Kapazität für erneuerbare Energien und fügte 2 % hinzu die Gesamtkapazität aller erneuerbaren Energien.<sup>4</sup>

Schwankende Wasserstände, teilweise im Zusammenhang mit dem Klimawandel, haben dazu geführt äußerte Bedenken hinsichtlich der Wasserkraftinfrastruktur und der Entwicklung zukünftiger Anlagen und Lager. Afrika, Asien, Europa und Nordamerika erlebten im Jahr 2022 allesamt schwere Dürren. Verringerung der Wasserversorgung und der Kapazitätsauslastung der Anlagen.<sup>5</sup> Im Einzugsgebiet des Sambesi zwischen Sambia und Simbabwe, 2,13 GW Das Kariba-Reservoir (das größte der Welt) sank auf 0,97 % seines Volumens nutzbaren Speicher im Dezember 2022, was zu einer Stromrationierung führt und Ausfälle.<sup>6</sup> Viele von der Dürre betroffene Gebiete haben auf Kohle umgestellt um den Strombedarf zu decken.<sup>7</sup> Auch der Klimawandel könnte sich ändern saisonale Produktion, was dazu führt, dass schneereiche Regionen mehr produzieren Wasserkraft im Winter, da Regen den Schnee ersetzt, und weniger Strom Frühling und Sommer aufgrund der geringeren Schneeschmelze.<sup>8</sup> (p Siehe Seitenleiste 2.)

Wie bei Solar-PV und Wind dominiert China auch die Wasserkraft weltweit Markt im Jahr 2022, wobei die installierte Gesamtkapazität diesen Wert übersteigt der nächsten vier führenden Länder zusammen (Brasilien, die Vereinigten Staaten). Staaten, Kanada und die Russische Föderation).<sup>9</sup> (p Siehe Abbildungen 22 und 23). Die vier führenden Länder in der Wasserkrafterzeugung (China, Brasilien, Kanada und die Vereinigten Staaten) produzierten mehr als die Rest der Welt zusammen.<sup>10</sup> Entwicklungsländer machten weiter der Anteil der Wasserkraft am Energiemix liegt mit Costa Rica an der Spitze erzeugt 73 % seines Stroms aus Wasserkraft, und Venezuela, der zehntgrößte Produzent der Welt mit einer Erzeugung von 68 TWh.<sup>11</sup>

# Entwicklung Bruttostromerzeugung (BSE) aus regenerativer Wasserkraft (WK) <sup>1)</sup> in der Welt 1990-2023 nach IEA

Jahr 2022: Gesamt 4.478 TWh (Mrd. kWh), Veränderung 1990/2022 + 104,3%  
Anteil 15,4% von gesamt 29.033 TWh



Grafik Bouse 2023

\* Daten ab 2022 vorläufig, Stand 11/20223

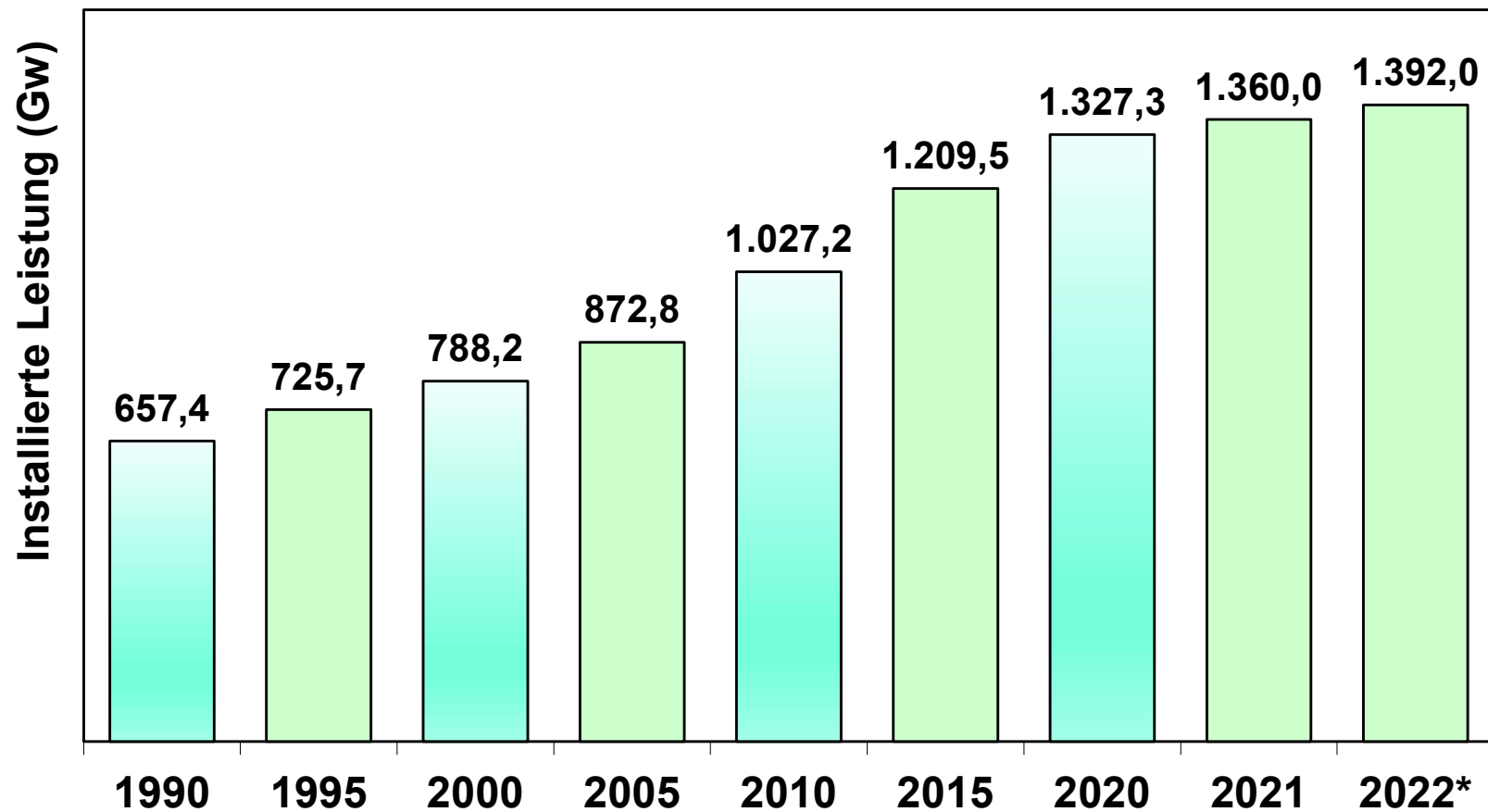
Energieeinheiten: 1 Mio. t RÖE (Mtoe) = 1,429 Mio. t SKE = 11,63 Mrd. kWh (TWh) = 41,869 PJ

1) Stromerzeugung aus Lauf- und Speicherwasser einschließlich Erzeugung aus natürlichem Zufluss in Pumpspeicherkraftwerken (EE),  
aber ohne Pumpspeicherstrom aus Nicht-EE (Jahr 2022): ca. 0,4% von der BSE 29.033 TWh

Quellen: IEA – Statistik Energiebilanz Hydro in der Welt bis 2015, 8/2020 aus [www.iea.de](http://www.iea.de); IEA - World Energy Outlook 2023, WEO Weltenergieausblick 2023, S. 276, 11/2023 EN

## Entwicklung globale installierte Leistung von reg. Wasserkraft (WK) <sup>1)</sup> in der Welt 1990-2022 (1)

Jahr 2022: Gesamt 1.392 GW, Veränderung 90/22 + 111,7%



Grafik Bouse 2023

\* Daten 2023 vorläufig, Stand 11/2023  
ohne Pumped storage = Pumpspeicher

Hydropower = Reg. Wasserkraft

# Globale TOP-10 Länder-Rangfolge Zubau Wasserkraftkapazität Ende 2022 (2)

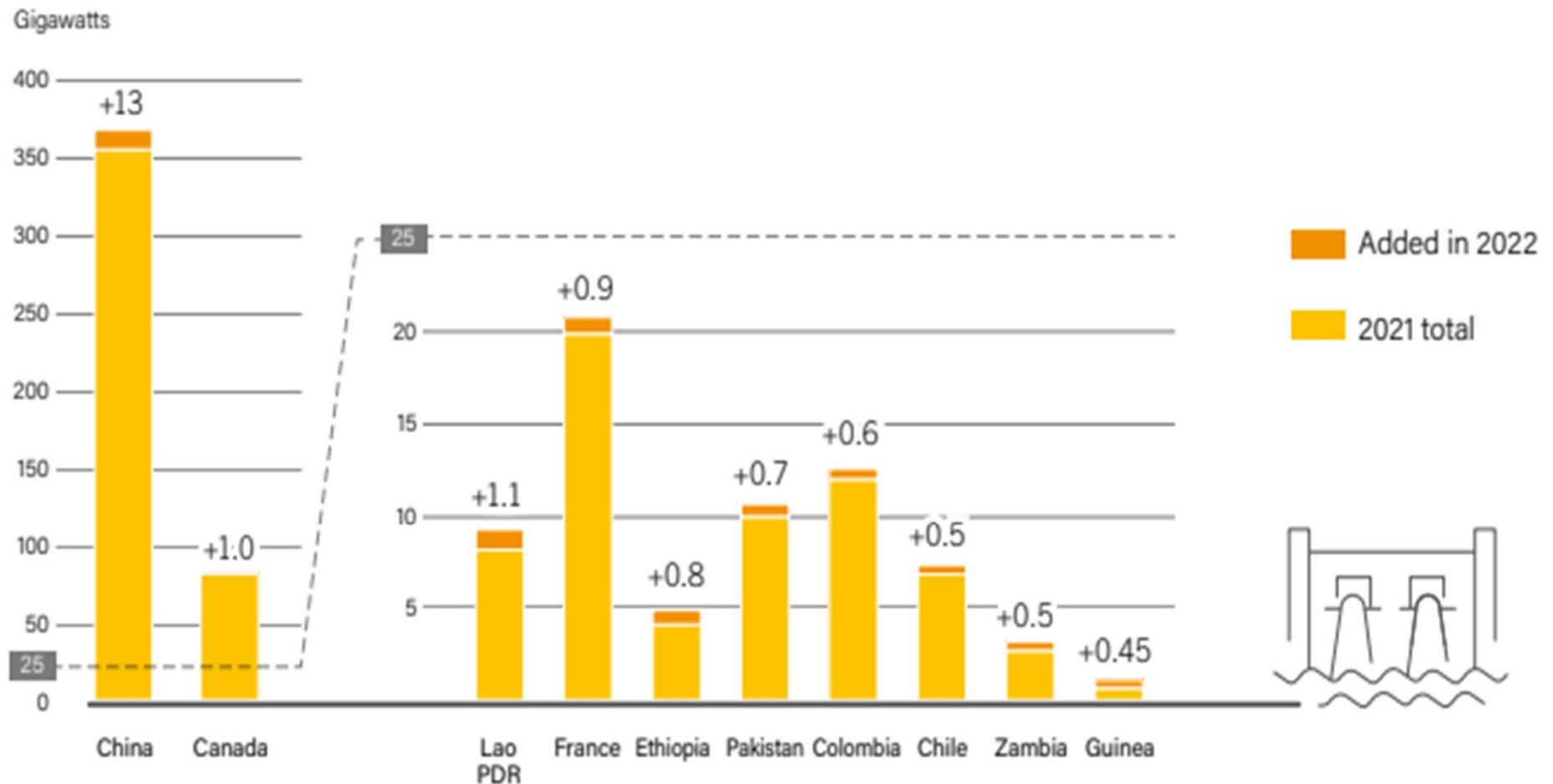
TOP-10 Kapazitätszugänge 19,55 GW von gesamt 22,2 GW



FIGURE 23.

Hydropower Global Capacity and Additions, Shares of Top 10 Countries, 2022

Globale Wasserkraftkapazität und -zugänge, Anteile der Top-10-Länder, 2022



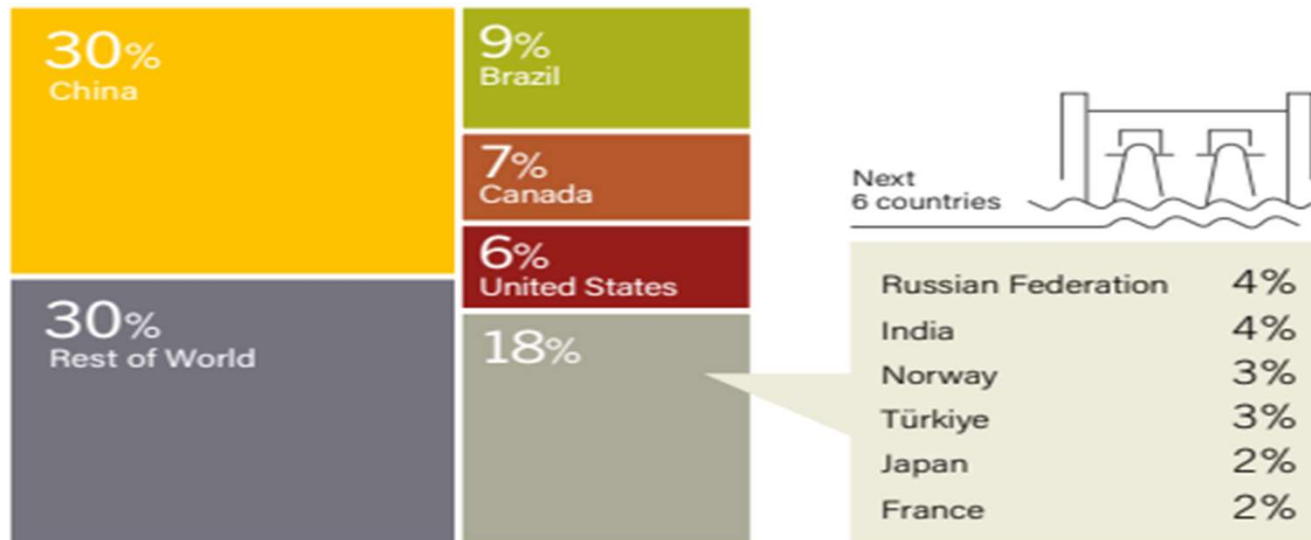
Source: See endnote 9 for this section.

## Globale TOP-10 Länder-Rangfolge der Anteile Wasserkraftkapazität Ende 2022 (3)

Gesamtkapazität 1.220 GW, davon Netto-Zubau 22,2 GW;



**FIGURE 22.**  
**Hydropower Global Capacity, Shares of Top 10 Countries and Rest of World, 2022**  
Globale Wasserkraftkapazität, Anteile der Top-10-Länder und des Rests der Welt, 2022



Source: See endnote 9 for this section.

During 2001-2020,  
**China**  
invested a total of  
USD 29.9 billion in  
hydropower projects  
globally.

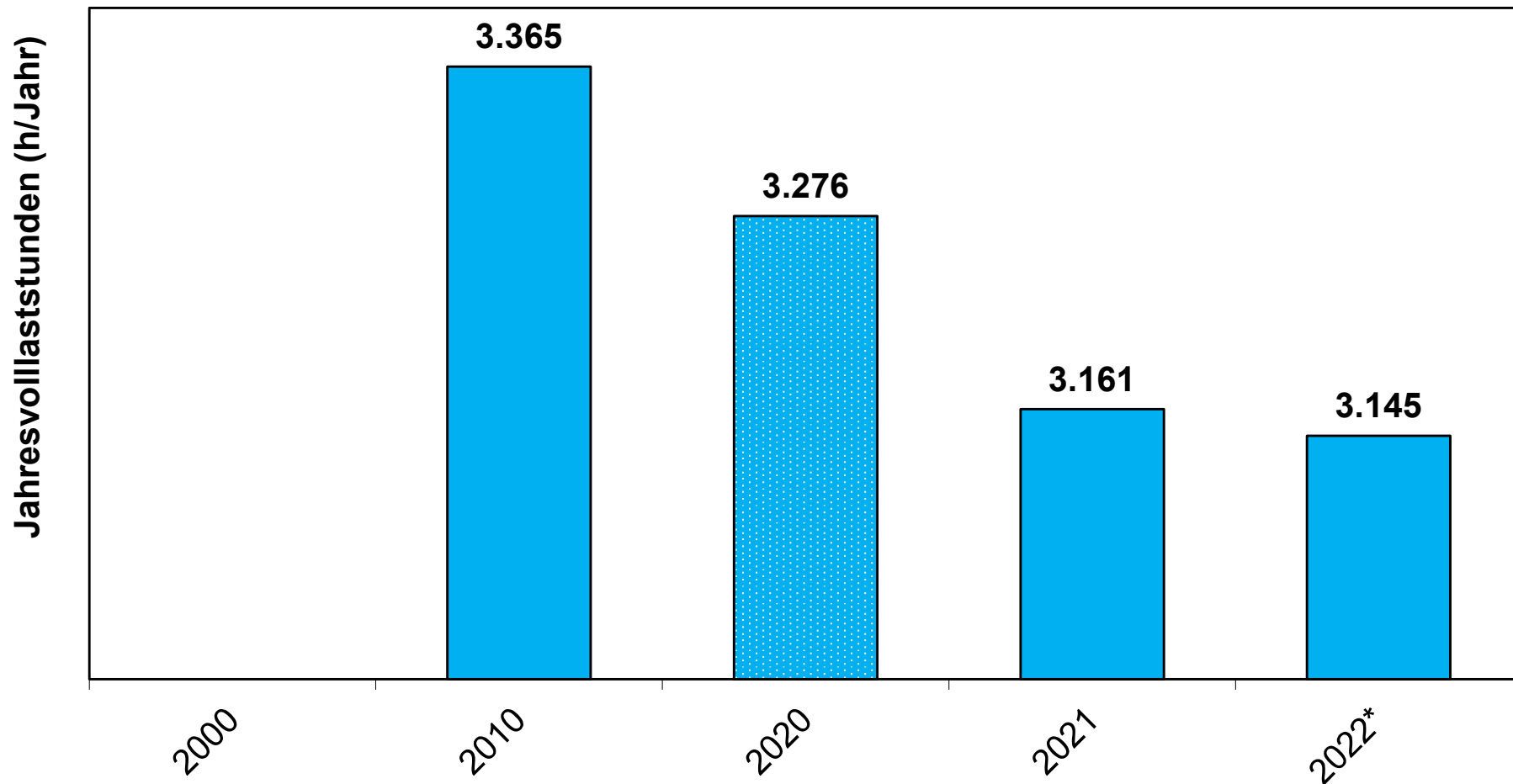




# **Energie & Wirtschaft, Energieeffizienz**

# Entwicklung der globalen Jahresvolllaststunden (JVLS) von **regenerativen Wasserkraftanlagen** 2000-2022 **nach IEA, REN21**

**Jahr 2022:** Wasserkraftanlagen N.N. Stück  
Brutto-Stromerzeugung 4.378 TWh (Mrd. kWh)  
Installierte Leistung zum J-Ende 1.392 GW  
**Jahresvolllaststunden** 3.145 h/a <sup>1)</sup>  
(Stromerzeugung 4.378 TWh x 1.000 / Leistung 1,392 GW)



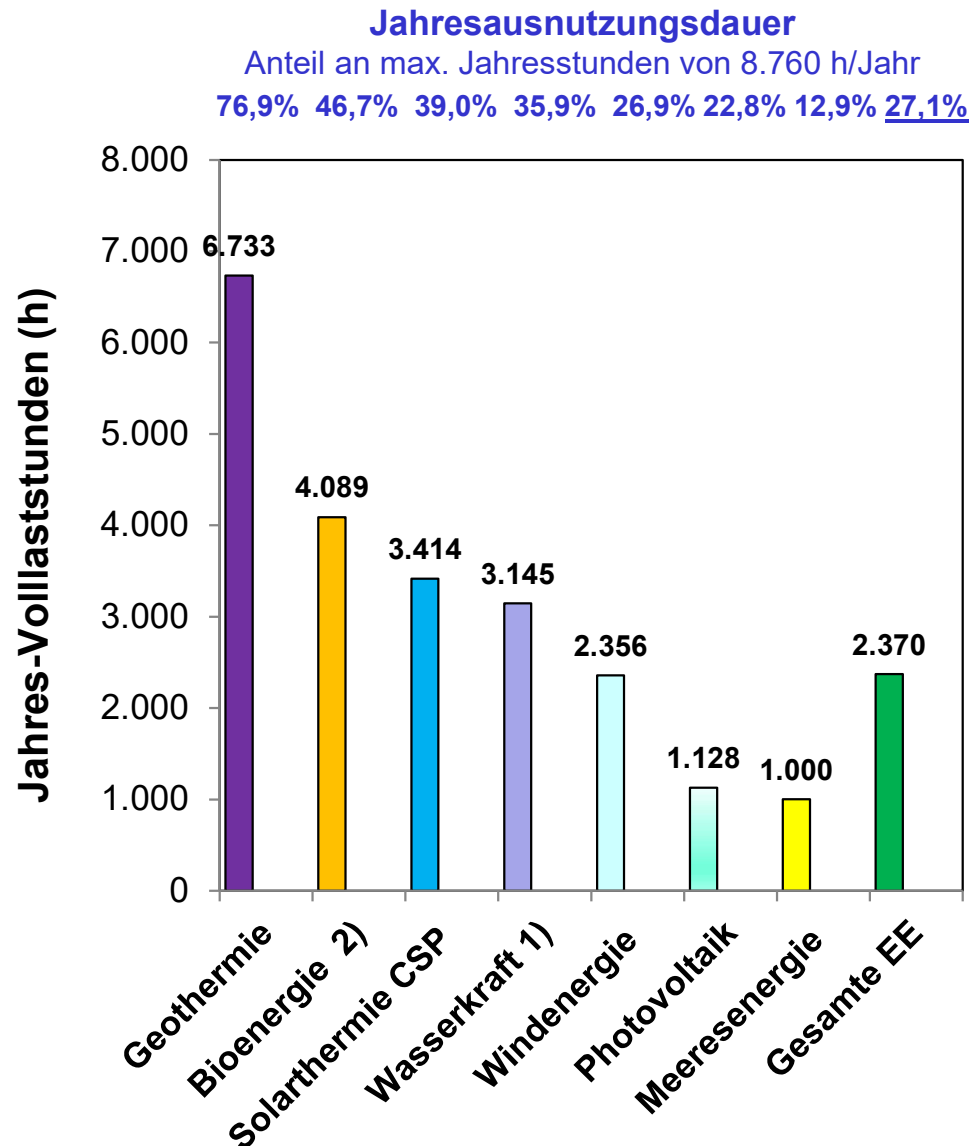
Grafik Bouse 2023

\* Daten 2022 vorläufig, Stand 10/2023

**1) JVLS jeweils mit installierten Leistung zum Jahresende berechnet, genauere Ergebnisse mit J-Durchschnittsleistung**

Quellen: IEA - World Energy Outlook 2023, Weltenergieausblick 2023, S. 267/276, 10/2023

# 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
<b>Gesamte EE</b>	<b>8.599</b>	<b>3.629</b>	<b>2.370</b>

**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,

**Mittlere Energieeffizienz bei der Stromerzeugung aus Wasserkraft**  
Jahresvolllaststunden 3.145 h/a = 35,9% Jahresausnutzungsdauer von max. 8.760 h/a

# Weltweite Investitionen in erneuerbare Energien nach Regionen und ausgewählten Länder 2022 (1)

## Weltweite Investitionen in erneuerbare Energien

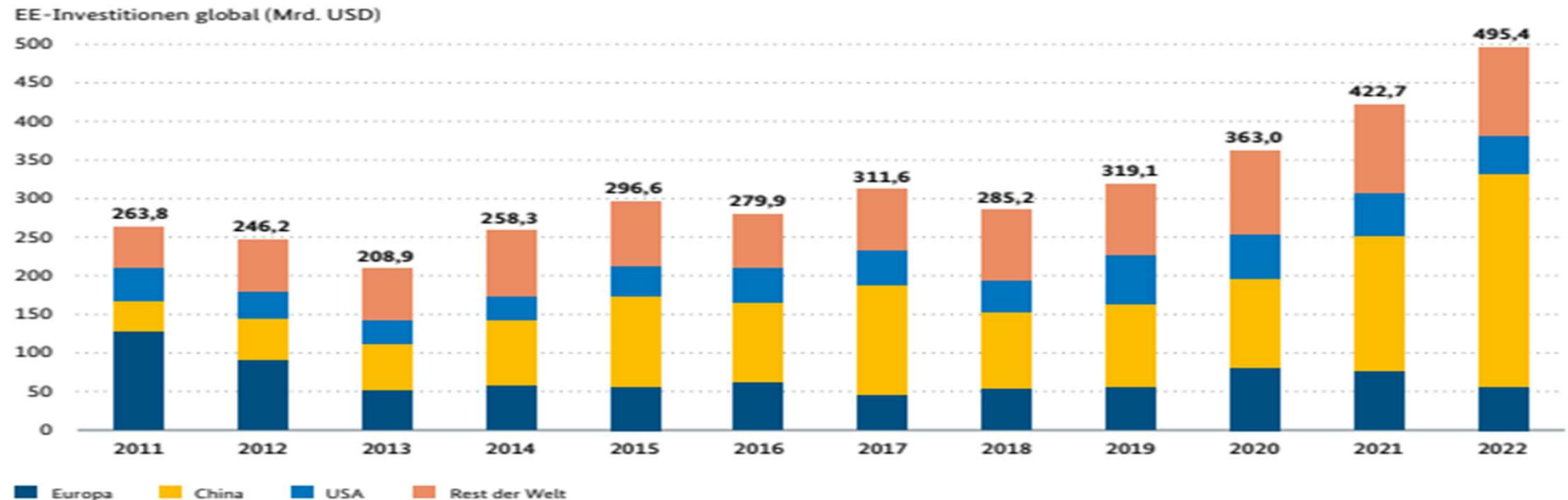
Seit Jahren sind Investitionen in Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien weltweit ein bedeutender Wirtschaftsfaktor. Die Höhe der jährlichen Investitionen war in der Vergangenheit Schwankungen unterlegen, weist jedoch seit nunmehr vier Jahren einen stabilen Aufwärtstrend auf. Die weltweiten Investitionen in erneuerbare Energien zur Stromerzeugung (ohne große Wasserkraft) erreichten im Jahr 2022 mit über 495 Mrd. US-Dollar – 17 % mehr als im Vorjahr – ein neues Allzeithoch. Klarer Treiber der steigenden Investitionen war im Jahr 2022 die Photovoltaik, die gegenüber dem Vorjahr um 36 % auf 307,5 Mrd. Dollar zulegte. Die Investitionen in Photovoltaik machten damit 62 % der gesamten Investitionen in erneuerbare Energien zur Stromerzeugung (ohne große Wasserkraft) aus. Betrachtet man die gesamten weltweiten Investitionen in Stromerzeugungskapazitäten, machten die erneuerbaren Energien im Jahr 2022 bereits 74 % aus – dreimal so viel, wie in fossile und nukleare Kraftwerke zusammen investiert wurde. Dennoch bleiben die Investitionen in erneuerbare Energien hinter dem zurück, was für das Erreichen des 1,5-Grad-Ziels notwendig wäre: Laut IRENA (WETO 2023) braucht es hierfür nahezu eine Verdreifachung der jährlichen Investitionen in erneuerbare Energien auf 1,3 Billionen USD. Zu beachten ist, dass hier Investitionen in Infrastruktur sowie Elektrifizierung, die beide für den Umbau des Energiesystems und effektiven Klimaschutz benötigt werden, noch nicht miteinberechnet sind – diese aber ebenfalls zu einer weltweiten Energiewende beitragen.

China war im Jahr 2022 allein für mehr als 274 Mrd. US-Dollar und damit rund 55 % der gesamten Investitionen verantwortlich. Das waren 56 % mehr als im Vorjahr, was vor allem auf die Investitionen in Photovoltaik zurückzuführen war, die mit über 164 Mrd. US-Dollar fast 80 % höher als noch im Vorjahr waren. In den USA hingegen sind die Investitionen abermals um 10 % auf 49,5 Mrd. US-Dollar zurückgegangen, in Europa sogar um 26 % auf knapp 56 Mrd. US-Dollar [43]. Weiterhin bleiben Entwicklungs- und Schwellenländer und regional insbesondere Afrika bei den Investitionen in erneuerbare Energien deutlich zurück (IRENA WETO 2023).

# Globale Entwicklung Investitionen in erneuerbare Energien nach Regionen und ausgewählten Länder 2011-2022 (2)

**Jahr 2022: Gesamt 495,4 Mrd. US-Dollar\*, Veränderung zum VJ + 17,2%**  
 Beitrag Windenergie 174,5 Mrd USD, Anteil 35,2%

Abbildung 56: Investitionen in erneuerbare Energien nach Regionen



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]



# 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.<sup>113</sup> (→ 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).<sup>114</sup> 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.<sup>115</sup> Employment in solar heating and cooling totalled 0.77 million and in "other" technologies totalled 0.43 million.<sup>116</sup>

By region, Asia accounted for around two-thirds of all renewable energy jobs in 2021, while the Americas represented 21% and Europe 12%.<sup>117</sup> China was the largest renewable energy employer worldwide with 5.36 million jobs (42% of the global total).<sup>118</sup> Most of the jobs in the solar PV industry, around 3.39 million or 79%, were in Asia.<sup>119</sup> (→ See Figure 3.) China alone employed around 2.7 million people, representing 63% of the solar PV jobs in 2021.<sup>120</sup>

For bioenergy, the Americas accounted for 43% of the global workforce, closely followed by Asia with 39%, while Europe represented only 17%.<sup>121</sup> 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%).<sup>122</sup> 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%.<sup>123</sup> 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.<sup>124</sup>

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%.<sup>125</sup> 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.<sup>126</sup>

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.<sup>127</sup> 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).<sup>128</sup> 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.<sup>129</sup>

## Beschäftigung

Im Jahr 2021 stieg die Beschäftigung im Bereich der erneuerbaren Energien auf Rekordhoch von 12,7 Millionen Arbeitsplätzen.<sup>113</sup> (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 <sup>116</sup>.

Nach Regionen entfielen rund zwei Drittel aller erneuerbaren Energien auf Asien Energiearbeitsplätze im Jahr 2021, während Amerika 21 % ausmachte und Europa 12 % <sup>117</sup>. China war der größte Arbeitgeber im Bereich erneuerbare Energien weltweit mit 5,36 Millionen Arbeitsplätzen (42 % der weltweiten Gesamtzahl) <sup>118</sup>. Die meisten der Arbeitsplätze in der Solar-PV-Branche, rund 3,39 Millionen oder 79 %, befanden sich in Asien. (p Siehe Abbildung 3.) <sup>119</sup>. Allein in China waren rund 100.000 Menschen beschäftigt 2,7 Millionen Menschen, was 63 % der Solar-PV-Arbeitsplätze im Jahr 2021 entspricht <sup>120</sup>.

Bei der Bioenergie entfielen 43 % des globalen Energiebedarfs auf den amerikanischen Kontinent Arbeitskräfte, dicht gefolgt von Asien mit 39 % und Europamachte nur 17 % aus <sup>121</sup>. Rund 70 % der Arbeitsplätze entfallen auf die Wasserkraft befanden sich in Asien, der Rest in Amerika (18 %) und Europa (7 %) und der Rest der Welt (4,5 %) <sup>122</sup>. Asien hatte die meisten davon Die Beschäftigung in der Windenergie liegt bei fast 60 % (allein China). (47 % der Gesamtzahl), gefolgt von Europa mit 25 % und Amerika bei 16 % und Afrika und Ozeanien bei 2 %. <sup>123</sup> 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. <sup>124</sup>

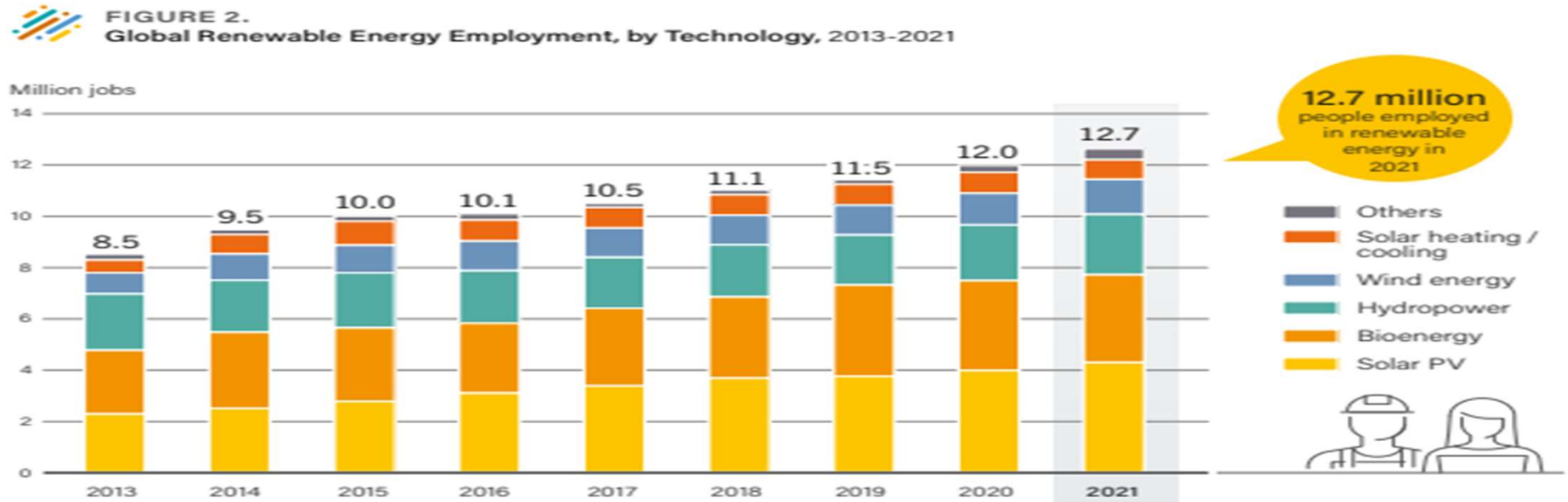
Auf Frauen entfielen ein Drittel (32 %) der erneuerbaren Energien Gesamtbelegschaft im Jahr 2021 und der Anteil weiblicher Beschäftigter im Jahr 2021 Die Solarbranche liegt mit 40 % über dem Durchschnitt. <sup>125</sup> Allerdings am meisten Frauen in der Solar-PV-Branche arbeiten in der Verwaltung (58 %) und überall auf der Welt Im Energiesektor bleiben die Gehälter weiblicher Arbeitnehmer um 20 % niedriger als die von Männern in gleichwertigen Positionen. <sup>126</sup>

Allerdings führte die COVID-19-Pandemie zu einem Rückgang der Beschäftigung Im Bereich dezentraler erneuerbarer Energien erholte sich der Sektor schnell und in einigen Ländern überstieg die Beschäftigungsquote die vor der Pandemie vorhandene Zahl bis 2021. <sup>127</sup> 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). <sup>128</sup> 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 Gasbranche Industrie. <sup>129</sup>

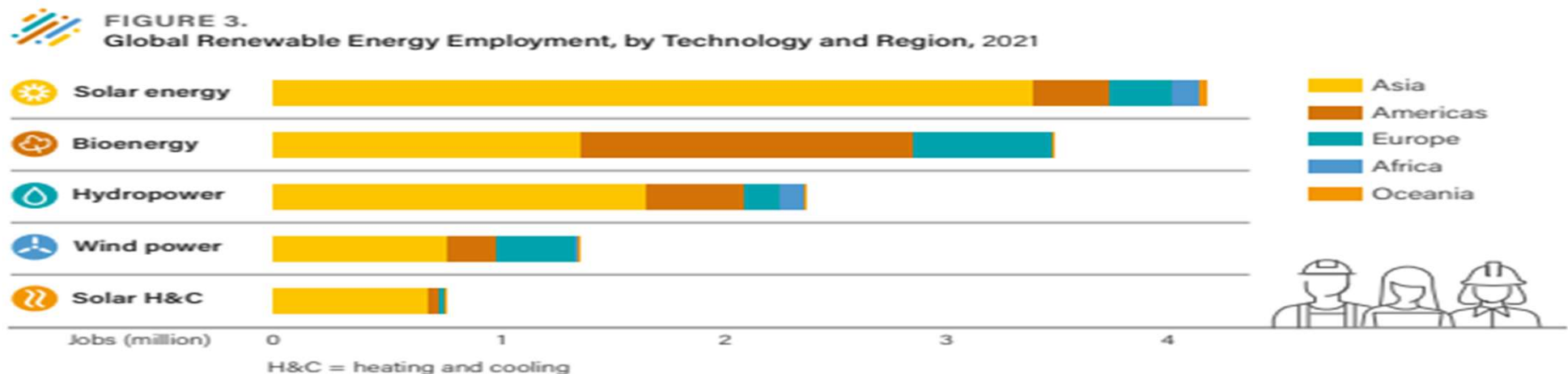
Hinweis: Note 113-129 siehe S. 32 beim Modul 2

# Entwicklung globale Beschäftigte nach Erneuerbare-Energien-Technologien und Regionen 2013-2021 (2)

**Jahr 2021: Gesamt 12,7 Mio. Beschäftigte**  
 Beitrag Wasserkraft 2,5 Mio., Anteil 18,1%



Source: See endnote 113 for this module.



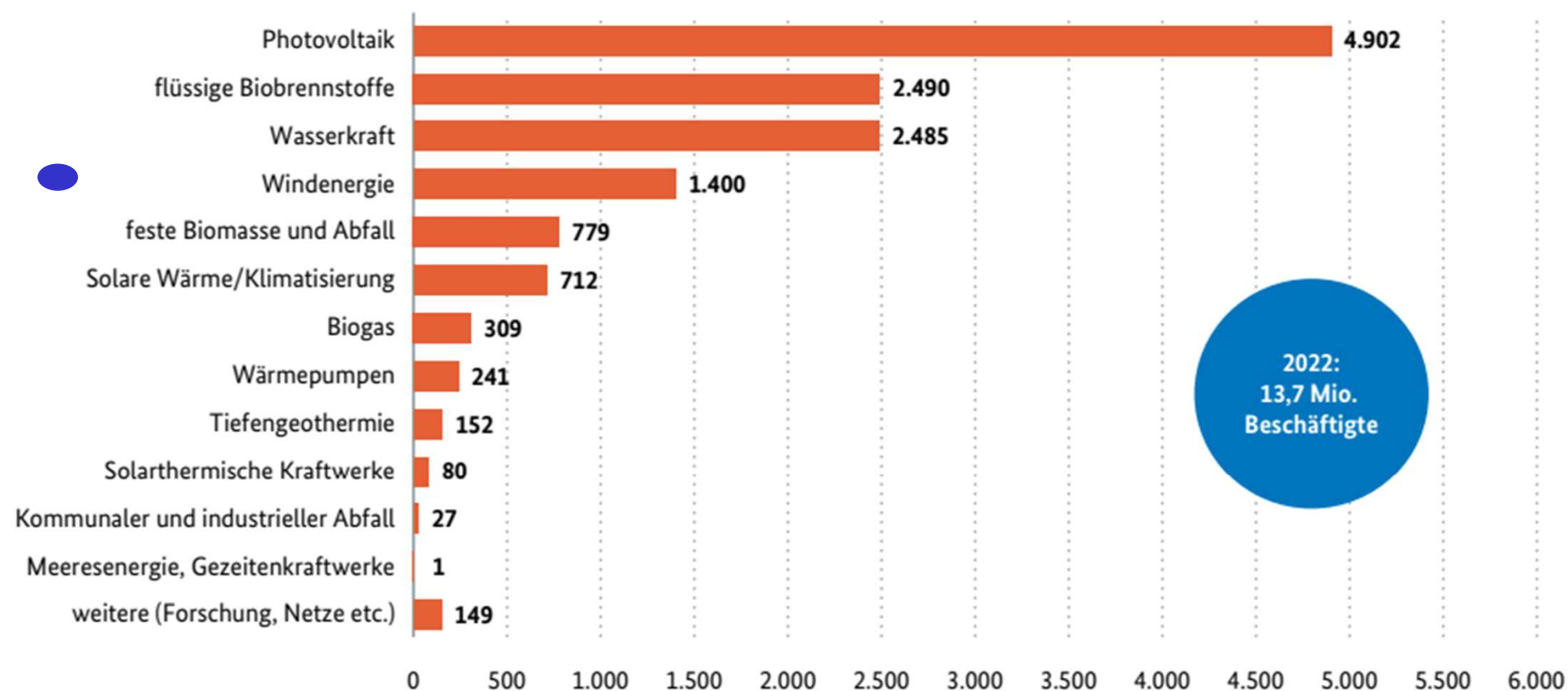
Source: See endnote 119 for this module.

# Globale Beschäftigte in den Erneuerbare-Energien-Sektoren im Jahr 2022 (3)

**Gesamt: 13,7 Mio. Beschäftigte**  
Beitrag Wasserkraft 2,5 Mio., Anteil 18,1%

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

in 1.000 Beschäftigten



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

Quelle: Erneuerbare Energien in Zahlen, Nationale und Internationale Entwicklung 2022, S. 89, Stand 10/2023

# **Energie & Klimaschutz, Treibhausgase**

# Globale energiebezogene Treibhaus-Emissionen nach Quellen 2010-2022 (1)

## ENERGY-RELATED EMISSIONS

Total energy-related greenhouse gas emissions increased 1% in 2022, reaching a record 41.5 gigatonnes of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) equivalent.<sup>27</sup> (→ See Figure 4.) However, this was slower growth than the rebound of more than 6% in 2021.<sup>28</sup> Energy combustion and industrial processes contributed 89% of energy-related emissions, which were dominated by CO<sub>2</sub>.<sup>29</sup> 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).<sup>30</sup>

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.<sup>31</sup> Despite the increased cost-effectiveness of methane abatement technologies, methane emissions rose around 2.6% in 2022.<sup>32</sup>

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<sub>2</sub> per kWh globally.<sup>33</sup> (→ See Figure 5.) This decline is explained by the significant growth of wind power and solar PV in the global electricity mix.<sup>34</sup> In China, despite the growing demand for electricity, the emission intensity of the power sector decreased notably in 2022, falling 2.5%.<sup>35</sup> The countries with the highest power sector emission intensity during the year were Kosovo, Mongolia and South Africa.<sup>36</sup>

## ENERGIEBEZOGENE EMISSIONEN

Die gesamten energiebedingten Treibhausgasemissionen stiegen im Jahr um 1 % 2022 und erreicht einen Rekordwert von **41,5 Gigatonnen Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) Äquivalent**.<sup>27</sup> (p Siehe Abbildung 4.) Dies war jedoch ein langsames Wachstum als die Erholung von mehr als 6 % im Jahr 2021.<sup>28</sup> Energieverbrennung und industrielle Prozesse trugen 89 % zum Energiebedarf bei Emissionen, die von CO<sub>2</sub> dominiert wurden.<sup>29</sup> 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).<sup>30</sup>

Methanemissionen aus Energieverbrennung, Lecks und Entlüftung sind für 10 % der energiebedingten Treibhausgasemissionen verantwortlich, stammen hauptsächlich aus Onshore-Öl- und Gasbetrieben und Dampfkohleproduktion.<sup>31</sup> Trotz der erhöhten Kosteneffizienz von Methanvermeidungstechnologien stiegen die Methanemissionen rund 2,6 % im Jahr 2022.<sup>32</sup>

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 CO<sub>2</sub> pro kWh weltweit**.<sup>33</sup> (p Siehe Abbildung 5.) Dieser Rückgang wird durch die erklärt signifikantes Wachstum von Windkraft und Solar-PV auf der Weltelektricity mix.<sup>34</sup> In China, despite the growing demand for electricity, the emission intensity of the power sector decreased notably in 2022, falling 2.5%.<sup>35</sup> The countries with the highest power sector emission intensity during the year were Kosovo, Mongolia and South Africa.<sup>36</sup>

Hinweis Note 28-36 siehe S. 44 beim Modul 1

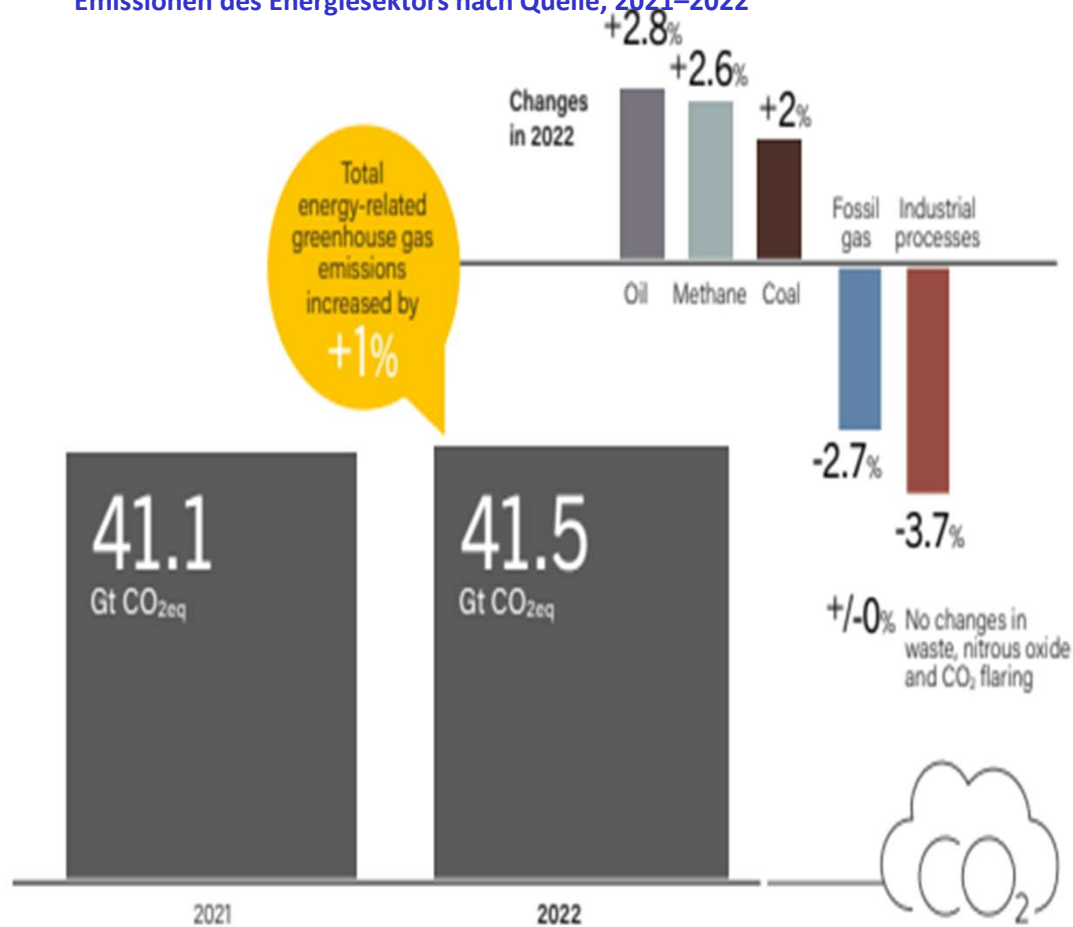


# Globale energiebezogene Treibhaus-Emissionen nach Quellen 2010-2022 (2)

**Jahr 2022: Gesamt: 41,5 Gt CO<sub>2eq</sub>**

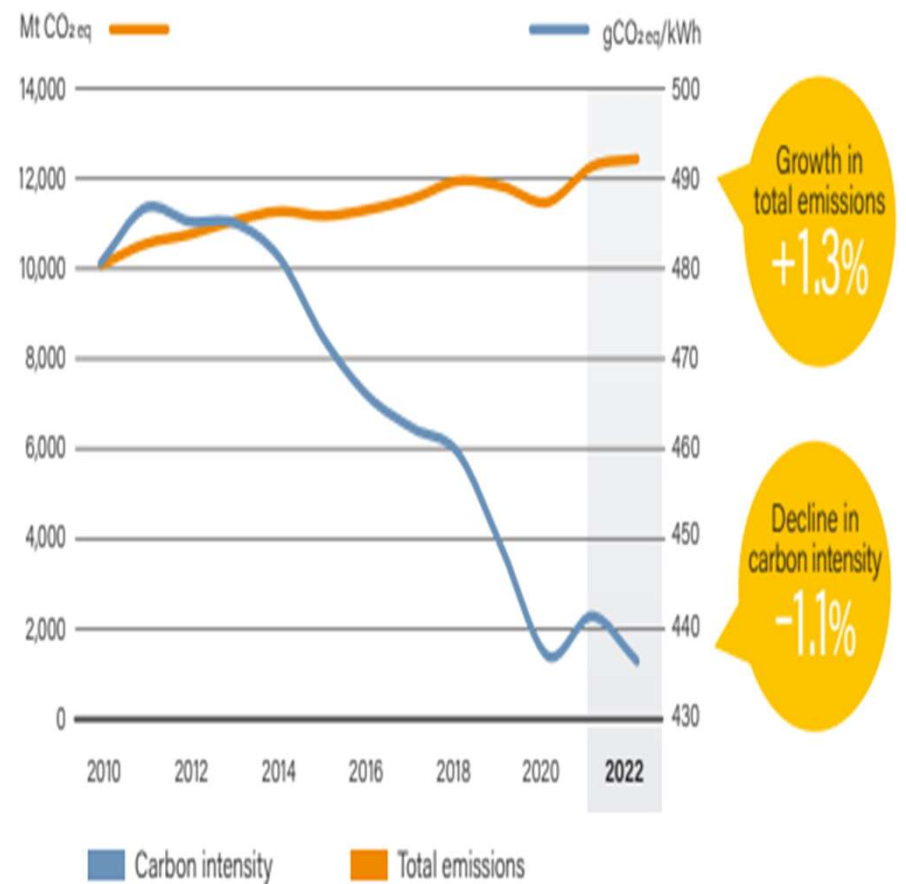
Kohlenstoffintensität von Elektrizität 436 Gramm CO<sub>2</sub> pro kWh

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.

# **Beispiele aus der Praxis**

## Beispiel eines Wasserkraftturbinenhauses zur Stromerzeugung



## Beispiel Wasserspeicherkraftwerk in den Alpen



# Fazit und Ausblick



# Fazit und Ausblick

## Globale Wasserkraft bis 2030

Die IEA liefert die weltweit ersten detaillierten Prognosen bis 2030 für drei Arten von Wasserkraft: Speicher-, Lauf- und Pumpspeicherkraftwerke. Die Hälfte des Netto-Wasserkraftzubaues bis 2030 entfallen in unserer Prognose auf Reservoir-Wasserkraftwerke, darunter Staudämme, die eine Wasserspeicherung über viele Monate ermöglichen. Kostengünstiger Stromzugang, grenzüberschreitende Exportmöglichkeiten und die Mehrzwecknutzung von Staudämmen sind die Haupttreiber für den Ausbau von Speicherprojekten. Pumpspeicherkraftwerke speichern Strom, indem sie Wasser von einem Unterbecken in ein Oberbecken pumpen und bei Bedarf über Turbinen abgeben. Sie machen in unserer Prognose 30 % des Nettozubaues von Wasserkraft bis 2030 aus. Der steigende Bedarf in vielen Märkten an Systemflexibilität und Speicher, um die Integration größerer Anteile variabler erneuerbarer Energien zu erleichtern, führt zwischen 2021 und 2030 zu einem Rekordwachstum bei Pumpspeicherprojekten.

**Weltweit ist rund die Hälfte des wirtschaftlich tragfähigen Potenzials der Wasserkraft ungenutzt.**

Besonders hoch ist das Potenzial in Schwellen- und Entwicklungsländern und erreicht fast 60 %. Über den Lebenszyklus eines Kraftwerks bietet Wasserkraft einige der niedrigsten Treibhausgasemissionen pro erzeugter Energieeinheit – sowie zahlreiche Vorteile für die Umwelt.

**Regierungen spielen eine wichtige Rolle, um sicherzustellen, dass das Potenzial der Wasserkraft nachhaltig ausgeschöpft wird.**

Robuste Nachhaltigkeitsstandards und -maßnahmen sind erforderlich, um das Vertrauen der Anleger zu stärken und die öffentliche Akzeptanz zu gewinnen. Umweltprüfungen von Wasserkraftwerken können heute sehr langwierig, kostspielig und riskant sein, was Investitionen abschrecken kann. Daher müssen Wasserkraftprojekte klare und allgemein akzeptierte Nachhaltigkeitsstandards erfüllen, um sie zukunftsfähig zu machen. Die Sicherstellung, dass Wasserkraftprojekte strengen Richtlinien und Best Practices entsprechen, kann Nachhaltigkeitsrisiken minimieren und gleichzeitig soziale, wirtschaftliche und ökologische Vorteile maximieren. Dieser Ansatz reduziert auch die Durchlaufzeiten für Projekte.

**Starke Nachhaltigkeitsstandards sind entscheidend, um das enorme Potenzial der Wasserkraft zu erschließen**

**Politische Maßnahmen, die mehr Sicherheit in Bezug auf zukünftige Einnahmen bieten, können Investitionsrisiken reduzieren und die Wirtschaftlichkeit von Wasserkraftprojekten sicherstellen.**

Seit den 1950er Jahren wurden über 90 % der Wasserkraftwerke unter Bedingungen entwickelt, die durch Stromabnahmegarantien oder langfristige Verträge Erlössicherheit bieten. Dies ist sowohl auf vertikal integrierten als auch auf liberalisierten Strommärkten geschehen. Herausforderungen in Bezug auf komplexe Genehmigungsverfahren, ökologische und soziale Akzeptanz sowie lange Bauzeiten können heute zu erhöhten Investitionsrisiken führen. In fortgeschrittenen Volkswirtschaften hat sich das Business Case für Wasserkraftwerke aufgrund sinkender Strompreise und mangelnder langfristiger Einnahmensicherheit verschlechtert. Langfristige Transparenz der Einnahmen, insbesondere bei großen Wasserkraftprojekten mit langen Vorlaufzeiten, senkt die Finanzierungskosten erheblich und erhöht die Rentabilität des Projekts, wodurch Investitionen erleichtert werden. Dies ist besonders wichtig, wenn die Privatwirtschaft beteiligt ist.

**Eine bessere Transparenz der Einnahmen ist der Schlüssel, um Investitionen in großem Umfang anzuziehen.**

# Globale Meeresenergie

## Ocean Energy + EU-27plus

### Meeresenergie in EU-27plus und in der Welt

Meeresenergie ist eine Form der erneuerbaren Energie, die die natürlichen Bewegungen und Kräfte des Meeres nutzt, um Strom zu erzeugen. Meeresenergie umfasst verschiedene Technologien, wie z.B. Wellenenergie, Gezeitenenergie, Strömungsenergie, Salzgradientenenergie und thermische Energie. Meeresenergie hat ein großes Potenzial, zur globalen Energiewende beizutragen, da sie eine saubere, zuverlässige und vielfältige Energiequelle darstellt. Allerdings stehen Meeresenergieprojekte noch vor vielen technischen, ökologischen und wirtschaftlichen Herausforderungen, die ihre Entwicklung und Verbreitung behindern.

Laut Statista Marktprognose <sup>1</sup> wird die Stromerzeugung im Markt Meeresenergie weltweit im Jahr 2023 etwa 0,88 Milliarden kWh betragen. Es wird ein jährliches Wachstum von 2,59% (CAGR 2023-2028) erwartet. Die Schlüsselregionen für Meeresenergie sind Spanien, Vereinigtes Königreich, China und Frankreich. Die Umsätze der Top-Unternehmen im Bereich Meeresenergie sind in der Quelle <sup>1</sup> aufgeführt.

In Europa ist Meeresenergie ein wichtiger Bestandteil der EU-Energiepolitik, die darauf abzielt, die Treibhausgasemissionen zu reduzieren, die Energieversorgungssicherheit zu erhöhen und die Wettbewerbsfähigkeit zu fördern. Die EU hat verschiedene Initiativen und Förderprogramme ins Leben gerufen, um die Forschung und Entwicklung von Meeresenergiotechnologien zu unterstützen. Laut Statista <sup>2</sup> betrug die Kapazität von Meeresenergie in Europa im Jahr 2022 insgesamt 241 Megawatt. Die führenden Länder in Europa sind das Vereinigte Königreich, Frankreich, Irland und die Niederlande.

Die Agentur für Erneuerbare Energien <sup>3</sup> gibt einen Überblick über die verschiedenen Meeresenergiotechnologien und ihre Vorteile und Herausforderungen. Das Umweltbundesamt <sup>4</sup> beschreibt die Energiegewinnung im Meer und ihre Umweltauswirkungen. Die DKE <sup>5</sup> informiert über die Normung im Bereich Meeresenergie und die Rolle der Normenreihe IEC 62600.

### Weitere Informationen:

1. [de.statista.com](https://www.de.statista.com); 2. [de.statista.com](https://www.de.statista.com); 3. [unendlich-viel-energie.de](https://www.unendlich-viel-energie.de); 4. [umweltbundesamt.de](https://www.umweltbundesamt.de); 5. [dke.de](https://www.dke.de)

Quelle: Microsoft BING Chat mit GPT 4 (KI), 12/2023

**Meeresenergie = Ocean Energy**  
**EU-27plus**

# Einleitung und Ausgangslage

## Meeresenergie in der EU-27 im Jahr 2021 (1)

### OCEAN ENERGY BAROMETER

FREE DOWNLOAD

ENGLISH: [www.eurobserv-er.org/ocean-energy-barometer-2022/](http://www.eurobserv-er.org/ocean-energy-barometer-2022/)

**249,2 MW Projekte zur Nutzung von Meeresenergien, die im Jahr 2021 in der EU 27 aktiv waren**

Meeresenergie, auch Meeresenergie genannt, bietet Küstenländern ein erhebliches Diversifizierungspotenzial für ihren Strommix. Der Wettbewerb im europäischen Sektor ist weit verbreitet, da Unternehmen versuchen, sich gegenseitig zu übertrumpfen und ihre Konzepte für Schiffsturbinen oder Wellenenergiekonverter für die Massenproduktion durchzusetzen.

Der Gezeitenstromsektor, der Meeresströmungsenergie nutzt, hat sich einen leichten Vorsprung erarbeitet, indem er seine ersten kommerziellen Projekte gestartet hat, um von Stromabnahmeverträgen zu profitieren. Es sammelt derzeit Feedback zu seinen Prototypen in Originalgröße, d.h. MW-Turbinen in „kommerzieller“ Größe. Der Sektor Wellenenergiekonverter (WEC) ist ihm dicht auf den Fersen und testet Prototypen mit einer Dimensionierung von mehreren hundert kW, die an die unterschiedlichen europäischen Küstenwellenbedingungen angepasst sind.

Meeresenergie, auch Meeresenergie genannt, bietet Küstenländern die Möglichkeit, erheblich ihren Strommix diversifizieren. Es ist ein starker Raster freundliche Energiequelle aufgrund seiner sehr stabilen und vorhersehbarer Aspekt. Die Europäische Union befindet sich in einem einzigartige Position, um die Meeresenergie weiterzuentwickeln Technologie wegen seiner Meeresbecken im Atlantik Ozean, Ostsee, Schwarzes Meer, Mittelmeer, und Nordsee.

Im Jahr 2021 wird die EurObserv'ER-Meeresenergiekapazität Zahl für die EU-27, einschließlich der Kapazität von 240 MW des Gezeitenkraftwerks La Rance in Frankreich und die 4,5 MW Kapazität des LNG-Terminals von Enagas Meereswärmekraftwerk in Spanien stieg auf 249,2 MW. Europäische Unternehmen konzentrieren sich darauf, Sektor zu sein Marktführer durch die Schaffung von Meeresturbinen oder Wellenenergie Umrichterkonzepte für die Massenproduktion. Der Gezeitenstromsektor, der Meeresströmungen nutzt Energie, hat einen leichten Vorsprung, weil es die gestartet erste kommerzielle Projekte, die von Strom profitieren Kaufverträge.

Beachten Sie, dass der Sektor immer noch weitgehend abhängig ist die Unterstützung der Europäischen Union, die teilweise finanziert fast alle Prototypen.

Nach zu Ozean Energie Europa, die repräsentiert 120 Gezeiten Strom, Welle Energie, und andere Meeresenergiehersteller und Organisationen, 100 GW Kapazität mit Wave Energie und Gezeitenströmungen eingesetzt werden könnten Europa bis 2050 und decken 10 % des europäischen Stroms ab Strom braucht. Der Einsatz von 100 GW von Meeresenergie würde auch eine neue Industrie schaffen fest in Europa verwurzelter Sektor mit 400.000 Fachkräften Arbeitsplätze entlang der Lieferkette.

Ocean energy, also known as marine energy, offers coastal countries the opportunity to significantly diversify their electricity mixes. It is a highly grid friendly source of power due to its very stable and predictable aspect. The European Union is in a unique position to further develop ocean energy technology because of its sea basins in the Atlantic Ocean, Baltic Sea, Black Sea, Mediterranean Sea, and North Sea.

In 2021, the EurObserv'ER marine energy capacity figure for the EU-27, including the 240 MW capacity of the La Rance tidal range plant in France and the 4.5 MW capacity of the Enagas LNG terminal's ocean thermal plant in Spain, rose to 249.2 MW. European companies are focused on being sector leaders by creating marine turbine or wave energy converter concepts for mass production. The

tidal stream sector, which uses ocean current energy, has a slight lead because it launched the first commercial projects to benefit from power purchase agreements.

Note that the sector is still largely dependent on the support of the European Union, which partly finances almost all the prototypes.

According to Ocean Energy Europe, which represents 120 tidal stream, wave energy, and other marine energy manufacturers and organisations, 100 GW of capacity using wave energy and tidal currents could be deployed in Europe by 2050 and satisfy 10% of Europe's current electricity needs. The deployment of 100 GW of marine energy would also create a new industrial sector firmly rooted in Europe, and 400,000 skilled jobs along the supply chain.



# Einleitung und Ausgangslage

## Meeresenergie in der EU-27 im Jahr 2021 (2)

**Table No. 1**

Capacity projects\* using ocean energies having been active during the year 2021 in the European Union

	Tidal range	Wave energy	Tidal current	OTEC**	Salinity gradient	Total
<b>Total capacity in MW</b>	<b>240</b>	<b>2,085</b>	<b>2,6</b>	<b>4,5</b>	<b>0,05</b>	<b>249,24</b>

\*Including demonstrators and prototypes during the test phase.  
 \*\* Ocean Thermal Energy Conversion.  
 Sources: EurObserv'ER 2022

### Achtung:

Das Unterschied in Kapazitäten zwischen den Tabellen Nr. 1 und Nr. 2 kommt daher, dass Tabelle Nr. 1 berücksichtigt auch die Kapazität von zahlreich Prototypen, während die Kapazität in Tabelle Nr. 2 berücksichtigt nur Daten die an Eurostat übermittelt wurden.

**Table No. 2**

Capacity\* and electricity production from ocean energy in European Union in 2020 and 2021 (in MW and GWh)

	2020		2021	
	MW	GWh	MW	GWh
France**	211.8	481.8	211.4	483.8
Spain	4.8	27.0	4.8	19.0
<b>Total EU 27</b>	<b>216.6</b>	<b>508.8</b>	<b>216.2</b>	<b>502.8</b>

\*Net maximum electrical capacity. \*\* Electricity production excluding pumped storage. For information, production from pumping of the Rance tidal power plant was 65 GWh in 2020, 66 GWh in 2021. Note: Most countries with marine energy demonstrators or prototypes do not officially include them in the capacity and production data communicated to Eurostat. Sources: EurObserv'ER 2022

The difference in capacities between Tables No. 1 and No. 2 comes from the fact that Table No. 1 also takes into account the capacity of numerous prototypes, while capacity in Table No. 2 only considers data communicated to Eurostat.

### FURTHER INFORMATION

ANNUAL REPORT: "The State of renewable energies in Europe", 20th edition, [www.eurobserv-er.org/20th-annual-overview-barometer](http://www.eurobserv-er.org/20th-annual-overview-barometer)

DATABASE: [www.eurobserv-er.org/online-database](http://www.eurobserv-er.org/online-database)

GRAPHS: [www.eurobserv-er.org/press-corner-graphs-and-tables](http://www.eurobserv-er.org/press-corner-graphs-and-tables)

TWITTER: [twitter.com/EurObserv\\_ER](https://twitter.com/EurObserv_ER)

PRESS RELEASES: [www.eurobserv-er.org/download-press-releases](http://www.eurobserv-er.org/download-press-releases)

The next barometer will be about renewable energies in transport.

### HAFTUNGSAUSSCHLUSS

Dieses Barometer wurde von Observ'ER im Rahmen des EurObserv'ER-Projekts erstellt, in dem Observ'ER (FR), TNO (NL), Renewables Academy (DE), Fraunhofer-ISI (DE), VITO (BE) zusammengeschlossen sind. und CBS-Statistiken Niederlande (NL). Die in dieser Veröffentlichung enthaltenen Informationen und Ansichten sind die des Autors bzw. der Autoren und spiegeln nicht unbedingt die offizielle Meinung der Kommission wider. Die Kommission garantiert dies nicht Genauigkeit der in dieser Studie enthaltenen Daten. Weder die Kommission noch im Namen der Kommission handelnde Personen können für die Verwendung der darin enthaltenen Informationen verantwortlich gemacht werden



# Kraftwerke zur Stromgewinnung aus der Kraft des Meeres (1)

## Wie funktioniert ein Wellenkraftwerk?

Bisher gibt es verschiedene Versuchsprojekte, die Energie aus der Kraft der Wellen gewinnen. Ein wirtschaftlicher Betrieb dieser Kraftwerke ist noch nicht möglich.

Bei einer ersten Technik werden auflaufende Wellen in so genannte pneumatische Kammern geleitet. Diese Kammern haben eine Öffnung für das Wasser und eine für ein- und ausströmende Luft. Wenn das Wasser in diesen Kammern mit den Wellen steigt und sinkt, wird Luft im Wechsel aus der Kammer ausgeblasen und wieder eingesogen. Diese Luftbewegungen treiben Turbinen an.

Ein zweiter Typ von Wellenkraftwerken arbeitet mit einem Teppich von kurzen, auf der Wasseroberfläche schwimmenden Röhren. Die Röhren verschieben sich mit der Bewegung durchlaufender Wellen gegeneinander. In den Gelenken zwischen den Röhren befinden sich Hydraulikzylinder, die eine Arbeitsflüssigkeit antreiben, die wiederum kleine Turbinen in Bewegung setzt.

Bei einem dritten Typ von Wellenkraftwerken werden Wellen durch eine V-förmige Barriere konzentriert. Die Wellen laufen über eine Rampe auf eine Turbine zu, die einen Generator antreibt. Dieses Wellenkraftwerk ist als schwimmende Offshore-Anlage für den Einsatz auf hoher See konzipiert. Das größte Problem der Wellenkraftwerke ist die außerordentliche Belastung der Anlagen bei Stürmen und bei extremem Wellengang.

## Wie funktioniert ein Gezeitenkraftwerk?

Im Gegensatz zu den Wellenkraftwerken werden Gezeitenkraftwerke heute schon wirtschaftlich betrieben. Sie nutzen den Tidenhub, d.h. den Unterschied des Wasserspiegels zwischen Ebbe und Flut, zur Stromproduktion. Das auf- bzw. ablaufende Wasser wird durch einen Deich aufgestaut, in dem sich Turbinen befinden. Durch das Aufstauen unterscheiden sich die Wasserspiegel vor und hinter dem Deich. Wasser strömt zu der Seite des Deichs mit dem niedrigeren Wasserspiegel und treibt dabei die Turbinen an. Als Standort für Gezeitenkraftwerke eignen sich vor allem Meeresbuchten und Flussmündungen. Solche Buchten können relativ einfach durch Stauanlagen verschlossen werden und der Tidenhub ist an diesen Stellen am höchsten.

Das einzige europäische Gezeitenkraftwerk befindet sich an der französischen Atlantikküste, wo der Tidenhub bei der Mündung der Rance 12 bis 16 Meter beträgt. Die Anlage hat eine Leistung von 240 MW und wird seit 1967 betrieben. Weitere Anlagen befinden sich beispielsweise in Annapolis Royal (Kanada, 20 MW) oder Jiangxia (China, 10 MW). Das weltweit größte Gezeitenkraftwerk wird momentan in Shiva (Südkorea) gebaut und wird eine Leistung von 260 MW haben. Die britische Regierung prüft aktuell den Bau eines riesigen Gezeitenkraftwerkes im Bristol-Kanal. Je nach technischer Umsetzung könnten dort Kraftwerke mit mehr als 8.500 MW Leistung installiert werden.

Das weltweite Potenzial von Gezeitenkraftwerken ist begrenzt, da es nur eine kleine Anzahl von Buchten gibt, in denen der Tidenhub ausreicht, um wirtschaftlich Strom produzieren zu können. Darüber hinaus gibt es auch ökologische Bedenken, da die Wanderung von Meerestieren durch die Stauanlagen behindert wird und sich der Rhythmus von Ebbe und Flut verschiebt.

## Kraftwerke zur Stromgewinnung aus der Kraft des Meeres (2)

### Wie funktioniert ein Meeresströmungskraftwerk?

Auch wenn „Meeresströmungskraftwerk“ eigentlich ein Überbegriff für alle Kraftwerke ist, die Strömungen des Meeres nutzen, wird an dieser Stelle nur ein bestimmter Typ vorgestellt. Hierbei handelt es sich um Anlagen, die unter der Wasseroberfläche installiert sind und große Meeresströmungen nutzen. Dazu zählen auch die auf- und ablaufenden Gezeiten. Zumeist erinnern solche Anlagen an im Meer versenkte Windkraftanlagen. Die Meeresströmung versetzt eine große Turbine in Rotation. Durch die Rotationsenergie wird ein Generator angetrieben und Strom produziert.

Beispiele für solche Meeresströmungskraftwerke unterhalb der Meeresoberfläche sind das Seaflow-Projekt vor der britischen Küste, die Kobold-Anlage in der Straße von Messina oder die Anlagen von The Blue Concept bei Hammerfest in Norwegen. Das Potenzial der Meeresströmungskraftwerke liegt in Deutschland eher in der technischen Weiterentwicklung als in der Nutzung. Vor allem durch die Parallelen zur Windenergie sind technologische Transfers möglich.

### Wie funktionieren Osmose- und Meereswärmekraftwerke?

Neben den Kraftwerkstypen, die Energie aus Meeresströmungen nutzen, gibt es so genannte Osmosekraftwerke, die sich den hohen Salzgehalt von Meerwasser zunutze machen. Die Technologie der Meereswärmekraftwerke wandelt den Temperaturunterschied zwischen Wassermassen in unterschiedlichen Meerestiefen in Energie um.

In Osmosekraftwerken werden das Süßwasser aus Flüssen und das Salzwasser aus dem Meer durch eine Membran voneinander getrennt. Diese dünne Trennschicht ist nur für Wasser durchlässig, nicht aber für die gelösten Salze. Da verschieden stark konzentrierte Salzlösungen einen Konzentrationsausgleich anstreben, gelangt Süßwasser durch die Membran in das Salzwasser. In dem Salzwasserbassin steigt der Druck. Dieser kann genutzt werden, um eine Turbine anzutreiben. Die größten technischen Schwierigkeiten bestehen darin, eine funktionierende und lange haltbare Membran zu produzieren, die für Wasser nicht aber für Salz durchlässig ist. Bisher ist weltweit noch kein Osmosekraftwerk realisiert worden. In konkreter Planung ist ein solches Kraftwerk am Oslofjord in Norwegen. Die Stromerzeugung aus Osmosekraftwerken hat lediglich das Potenzial für einen geringen Beitrag zur weltweiten Stromproduktion.

Meereswärmekraftwerke nutzen deutliche Temperaturunterschiede zwischen Oberflächenwasser und Tiefenwasser in bestimmten Meeresgebieten. Beträgt dieser Unterschied mehr als 20°C, ist es möglich durch das OTEC-Verfahren (Ocean Thermal Energy Conversion) Strom zu produzieren. Der Vorteil dieser Energiequelle ist, dass sie rund um die Uhr zur Verfügung steht und sich ständig erneuert. Der gravierende Nachteil ist, dass die Anlagen im Verhältnis zur Energieausbeute sehr groß sein müssen. Das hat bisher die wirtschaftliche Nutzung von Meereswärme verhindert. Teure Rohrleitungen müssen bis in eine Tiefe von 1.000 m verlegt werden, um das Tiefenwasser fördern zu können.

Insgesamt bestehen vor allem in tropischen Regionen Potenziale für den kommerziellen Betrieb von Meereswärmekraftwerken. Es gibt einige Versuchsanlagen zur Stromproduktion aus Meereswärme auf Hawaii, wo günstige Bedingungen vorliegen. In Deutschland wird der kommerzielle Betrieb von Meereswärmekraftwerken auch in Zukunft nicht möglich sein.

# Entwicklung der Meeresenergiekapazität zur Stromerzeugung in den Ländern der Europäischen Union (EU-27 plus) bis Ende 2022

**EU-27 Ende 2022: Installierte gesamte Meereskapazität 247,6 MW**

## 1 Liste der Projekte\* zur Nutzung von Meeresenergien, die im Jahr 2022 in der Europäischen Union und in Europa aktiv waren

List of projects\* using ocean energy having been active during the year 2022 in the European Union

Summary	Device Developer	Device Name	Technology	Location	Date	Total capacity (MW)
<b>France</b>						
Rance tidal power plant (EDF)	Alstom	Bulb Turbine (La Rance)	Tidal range	Brittany - La Rance	1966	240.00
DIKWE Project	Groupe Legendre & GEPS techno	DIKWE	Wave Energy	Brest	2022	0.01
Ushant Island	Sabella	D10	Tidal current		2021	1.00
Bordeaux	Hydrokinetic	Evo25	Tidal current	Bordeaux	2022	0.025
Brest	EEL Energy	EEL	Tidal current	Brest	2022	0.03
<b>Total France</b>						<b>241.07</b>
<b>Spain</b>						
Enagas Huelva plant**	Enagas	Enagas Huelva plant	OTEC***	Huelva. Andalusia	2013	4.5
Ente Vasco de la Energia (EVE)	Voith Hydro	Mutriku	Wave energy	Pais Vasco	2011	0.296
<b>Total Spain</b>						<b>4.80</b>
<b>Netherlands</b>						
	Tocado	T2	Tidal_Stream	Oosterscheldedam	2015	1.25
Oosterscheldedam	Tocado	T2	Tidal current	Oosterscheldedam	2015	1.25
100 kW VAWT for Vlissingen	Water2Energy	VAWT	Tidal current	Vlissingen	2021	0.1
<b>Total Netherlands</b>						<b>1.35</b>
<b>Denmark</b>						
Pilot plant at the Afsluitdijk	Redstack	TRL7	Salinity Gradient	Breezanddijk on the Afsluitdijk	2014	0.05
First commercial project SEV	Minesto	DG100	Tidal current	Vestmannasund (Faroe Islands)	2020	0.1
Second commercial project SEV	Minesto	DG100	Tidal current	Vestmannasund (Faroe Islands)	2021	0.1
<b>Total Denmark</b>						<b>0.25</b>
<b>Italy</b>						
Messina Strait test project	ADAG	Kobold	Tidal current	Strait of Messina	2000	0.05
Civitavecchia test project	Wavenergy	REWEC3	Wave energy	Civitavecchia	2016	0.02
<b>Total Italy</b>						<b>0.07</b>
<b>Slovenia</b>						
Adriatic	Sigma Energy	Sigma WEC	Wave energy	Adriatic Sea	2022	0.03
<b>Total Slovenia</b>						<b>0.03</b>
<b>Total UE 27</b>						<b>247.6</b>
* including demonstrators and prototypes during the test phase. ** The Huelva project exploits the temperature difference between the ocean and liquefied natural gas. *** Ocean Thermal Energy Conversion. Source: Ocean Energy Europe						

\* inklusive Demonstratoren und Prototypen während der Testphase. \*\* Das Huelva-Projekt nutzt den Temperaturunterschied zwischen das Meer und Flüssigerdgas.

\*\*\* Umwandlung thermischer Meeresenergie. Quelle: Ocean Energy Europe

Übersetzung Meeresenergiearten : Wave energy = Wellenenergie; Tidal current energy = Gezeitenströmungsenergie; Tidal range energy = Gezeitenenergie; Others = Sonstige

# Kapazität und Stromproduktion aus Meeresenergie = Ocean-Energy in der EU-27 im Jahr 2021/22

Jahr 2022: Kapazität 216,9 MW, Stromproduktion 513,5 GWh (Mio. kWh)

2

Capacity\* and electricity production from ocean energy in European Union in 2021 et 2022 (GWh)

	2021		2022	
	MW	GWh	MW	GWh
France**	211.2	483.8	212.1	490.5
Espagne	4.8	19.0	4.8	23.0
Total EU-27	216.0	502.8	216.9	513.5
<i>*Net maximum electrical capacity. ** Electricity production excluding pumped storage. For information, production from pumping of the Rance tidal power plant was 65 GWh in 2022, 66 GWh in 2021. Note: Most countries with marine energy demonstrators or prototypes do not officially include them in the capacity and production data communicated to Eurostat. Source: Eurostat.</i>				

- Maximale Nettostromkapazität.

\*\* Stromproduktion ohne Pumpspeicherung. Zur Information: Produktion aus Pump-Der Stromverbrauch des Gezeitenkraftwerks Rance betrug 65 GWh im Jahr 2022 und 66 GWh im Jahr 2021.

## Hinweis:

In den meisten Ländern gibt es Demonstratoren für Meeresenergie oder Prototypen berücksichtigen sie nicht offiziell in den an Eurostat übermittelten Kapazitäts- und Produktionsdaten. Quelle: Eurostat.

\* Daten 2022 vorläufig. Stand 2/2024

Quelle: EUR-Observ'ER „Stand der erneuerbaren Energien in Europa 2023“, S. 92/93 Ausgabe 2/2024

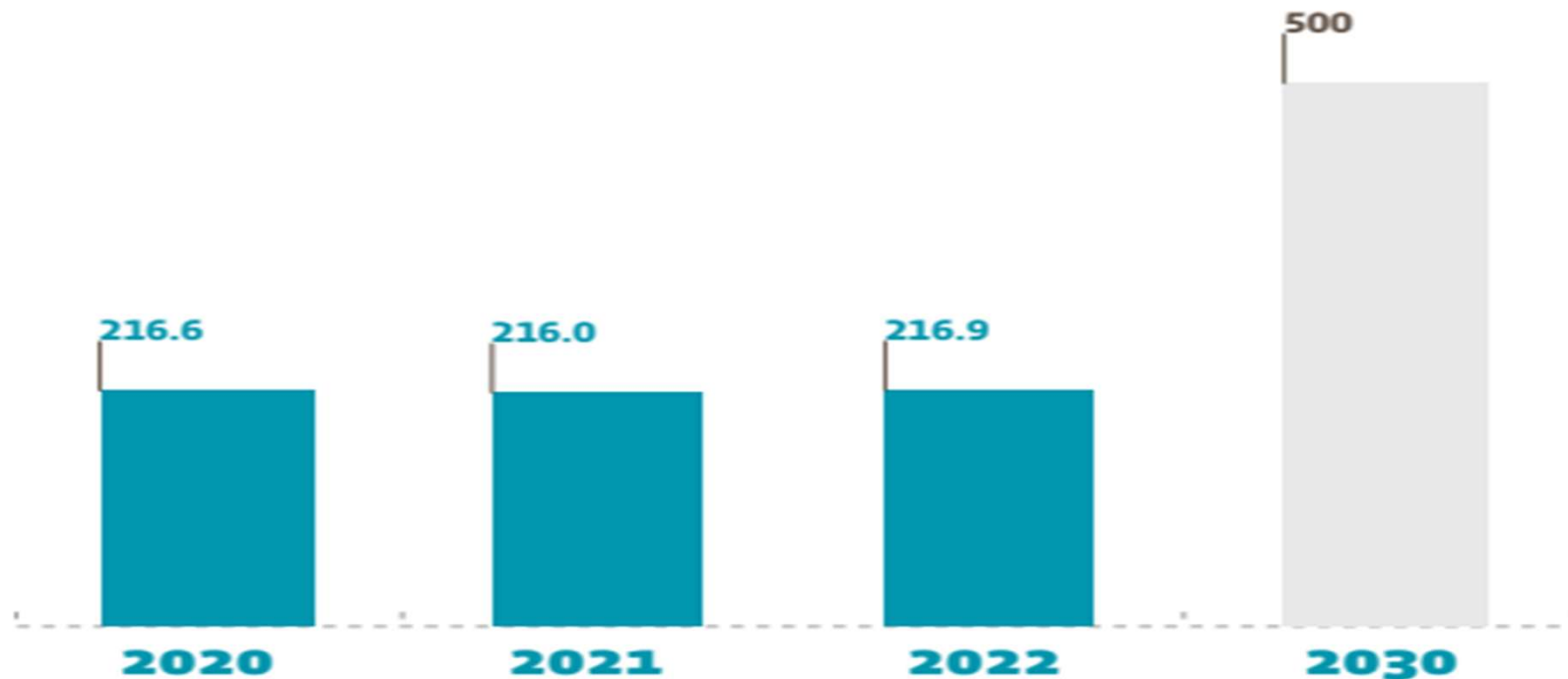
# EurObserv'ER-Projektion der Entwicklung der Meeresenergie-Nettokapazität in der EU 27 von 2020-22, Ziel 2030

Jahr 2022/30: Installierte Leistung (Kapazität) 216,9 MW / 500 MW

3

EurObserv'ER-Projektion der Entwicklung der Meeresenergie-Nettokapazität\* in der EU 27 (in MW)

*EurObserv'ER projection of the evolution of ocean energy net capacity\* in the EU-27 (in MW)*



*\*Net maximum electrical capacity. Note: Most countries with marine energy demonstrators or prototypes do not officially include them in the capacity and production data communicated to Eurostat. Source: EurObserv'ER*

\* Daten 2022 vorläufig. Stand 2/2024

Maximale elektrische Nettokapazität. Hinweis: Die meisten Länder mit Meeresenergie-Demonstratoren oder -Prototypen beziehen diese nicht offiziell in die Kapazität und Produktion ein an Eurostat übermittelte Daten. Quelle: EurObserv'ER 2022.

Quelle: EUR'Observ'ER „Stand der erneuerbaren Energien in Europa 2023“, S. 92/93 Ausgabe 2/2024



## **Gezeitenkraftwerk La Rance befindet sich zwischen den Gemeinden von La Richardais und Saint-Malo, Ille-et-Villaine (Bretagne)**



## Gezeitenkraftwerk beim Jachthafen Zeeland, Niederlande 2021

Das 100-kW-Wasser mit vertikaler Achse Turbine VAWT, entwickelt von das niederländische Start-up Water2Energy. Diese Turbine wurde in installiert die Aussparungen eines Abflusskanals durch die Seeschleusen des Flushing Jachthafen in Zeeland, Niederlande westlichste Provinz



# **Meeresenergie = Ocean Energy in der Welt**



# Globale Erneuerbare-Energien-Kennzahlen 2020 und 2021, Auszug Kapazitäten zur Stromerzeugung nach REN21

**Jahr 2021: Gesamtkapazität 3.146 GW, davon 0,5 GW Ocean Energy = Meeresenergie**



**TABLE 1.**  
Renewable Energy Indicators 2020 and 2021

		2020	2021
<b>POWER</b>			
● Renewable power capacity (including hydropower)	GW	2,840	<b>3,146</b>
Renewable power capacity (not including hydropower)	GW	1,672	<b>1,945</b>
💧 Hydropower capacity <sup>2</sup>	GW	1,168	<b>1,195</b>
☀️ Solar PV capacity <sup>3</sup>	GW	767	<b>942</b>
🌀 Wind power capacity <sup>4</sup>	GW	745	<b>845</b>
🌱 Bio-power capacity	GW	133	<b>143</b>
🌋 Geothermal power capacity	GW	14.2	<b>14.5</b>
☀️ Concentrating solar thermal power (CSP) capacity	GW	6.2	<b>6.0</b>
● 💧 Ocean power capacity	GW	0.5	<b>0.5</b>

2 The GSR strives to exclude pure pumped storage capacity from hydropower capacity data.

3 Solar PV data are provided in direct current (DC). See Methodological Notes for more information.

4 Wind power additions in 2021 reported as 102 GW are gross and thus maybe not be equivalent to the difference between total installed capacity in 2021 and 2020.

2 Die GSR strebt an, reine Pumpspeicherleistung von den Wasserkraftleistungsdaten auszuschließen.

3 Solar-PV-Daten werden in Gleichstrom (DC) angegeben. Weitere Informationen finden Sie unter Methodische Hinweise.

4 Der mit 102 GW gemeldete Windkraftzubau im Jahr 2021 ist brutto und entspricht daher möglicherweise nicht der Differenz zwischen der installierten Gesamtleistung in den Jahren 2021 und 2020.

# Globale Meeresenergie (Ocean Energy) zur Stromerzeugung, Stand 6/2022 (1)



The resource potential of ocean energy is enormous but remains largely untapped, and ocean power represents the smallest portion of the renewable energy market.

Following significant delays to planned deployments, the industry rebounded in 2021 as supply chains recovered from disruptions caused by the COVID-19 pandemic. Around 4.6 MW of capacity was added during the year, bringing the total operating installed capacity to 524 MW. While the focus remains on small-scale (less than 1 MW) demonstration and pilot projects, the industry is progressing towards semi-permanent installations and arrays of devices.

Development activity is concentrated mainly in Europe, particularly Scotland, but policy support and deployments have increased steadily in China, the United States and Canada. Financial and other support from governments is critical for leveraging private finance and supporting commercialisation of ocean power technologies.

## MEERESKRAFT – Ozean Energy

Das Ressourcenpotenzial der Meeresenergie ist aber enorm bleibt weitgehend ungenutzt, und die Meeresmacht repräsentiert der kleinste Teil des Marktes für erneuerbare Energien.

Nach erheblichen Verzögerungen bei geplanten Einsätzen, der Die Industrie erholte sich 2021, als sich die Lieferketten erholten Störungen durch die COVID-19-Pandemie. Um 4,6 MW Kapazität wurden im Laufe des Jahres hinzugefügt, wodurch die installierte Gesamtleistung auf 524 MW. Während der Fokus bleibt bei Demonstrationen im kleinen Maßstab (weniger als 1 MW) und Pilotprojekten entwickelt sich die Branche in Richtung Semi dauerhaft Installationen und Anordnungen von Geräten.

Die Entwicklungstätigkeit konzentriert sich hauptsächlich auf Europa, insbesondere Schottland, aber politische Unterstützung und Einsätze haben in China, den Vereinigten Staaten und Kanada stetig zugenommen. Finanzielle und andere Unterstützung von Regierungen ist entscheidend für Nutzung privater Finanzmittel und Unterstützung der Kommerzialisierung von Meeresenergiotechnologien.

## Schlüsseldaten Meeresenergie (Ocean Energy) in der Welt 2021

Stromerzeugung: 1,064 TWh  
Gesamte installierte Leistung : 524 MW  
TOP 3 Länder: Südkorea, Frankreich, Kanada  
Anteil EU-27: 219 MW (Anteil 41,8%)  
Zubau: 0 MW  
Jahresvolllaststunden: 2031 h/Jahr



# Globale Meeresenergie (Ocean Energy) zur Stromerzeugung, Auszug, Stand 6/2023 (2)

## KEY FACTS OCEAN POWER

- Europe still leads the race to commercialisation of ocean power, but ambitious support programmes are spurring developments in Canada, China and the United States.
- Five tidal stream devices (2.7 MW) and six wave power devices (165 kW) were deployed in 2022.
- Tidal stream has demonstrated its reliability, with total generation surpassing 80 GWh in 2022.
- The UK government's Contracts for Difference scheme earmarked 41 MW for tidal power in 2022, for the first time ever.
- Developers of ocean power attracted EUR 16 million (USD 17 million) in funding from diverse sources during the year.

## WICHTIGE FAKTEN

- ☐ Europa liegt immer noch vorne Kommerzialisierung der Meeresenergie, aber ambitionierte Förderprogramme sind treibende Entwicklungen in Kanada und China voran und die Vereinigten Staaten.
- ☐ Fünf Gezeitenstromanlagen (2,7 MW) und sechs Wellenkraftgeräte (165 kW) waren im Jahr 2022 eingesetzt.
- ☐ Der Gezeitenstrom hat sein Potenzial bewiesen Zuverlässigkeit, wobei die Gesamterzeugung übertraffen wird 80 GWh im Jahr 2022.
- ☐ Die Verträge der britischen Regierung für Differenzregelung sieht 41 MW vor Gezeitenkraft im Jahr 2022, zum ersten Mal überhaupt.
- ☐ Entwickler von Meeresenergie angezogen 16 Millionen Euro (17 Millionen US-Dollar) an Fördermitteln aus verschiedenen Quellen im Laufe des Jahres.

Quelle: RENEWABLES 2023 GLOBAL STATUS REPORT – RENEWABLES IN ENERGY SUPPLY, S. 59, 6/2023

Ocean power technologies<sup>1</sup> represent the smallest share of the renewable energy market, although there is a vast global resource.<sup>1</sup> Deployments slowed in 2022, following the large increase in 2021 in the aftermath of the COVID-19 pandemic.<sup>2</sup> A total of 1.9 MW was deployed in 2022, down from 4.6 MW in 2021.<sup>3</sup> The estimated operating installed capacity in 2022 was 514 MW.<sup>4</sup>

Two tidal range systems – the 240 MW La Rance station in France and the 254 MW Sihwa plant in the Republic of Korea – account for the majority of this capacity. Potential locations are limited and large-scale environmental engineering is required; thus, few proposals have been advanced to expand the use of this type of system.

**Tidal stream** devices and wave energy converters are the focus of development efforts. Advancements have been concentrated largely in Europe, although revenue support and ambitious research and development (R&D) programmes in other regions have spurred increased development and deployment, particularly in Canada, the United States and China.<sup>5</sup>

Tidal stream devices are approaching maturity, and pre-commercial projects are under way. Around 41 MW of tidal stream capacity has been deployed since 2010.<sup>6</sup> Most projects targeting industrial-scale production are based on horizontal-axis turbines mounted on the sea floor or on a floating platform.<sup>7</sup> These devices have demonstrated considerable reliability, and total generation surpassed 80 GWh as of the end of 2022.<sup>8</sup>

**Wave power** devices are yet to see the same level of design convergence. Developers are generally aiming to tap into utility-scale electricity markets with devices above 100 kW or to fulfil specialised applications with devices below 50 kW.<sup>9</sup> Around 25 MW of wave power has been deployed since 2010.<sup>10</sup>

## OZEANSTROMMÄRKTE

Meeresenergie-technologien **i** stellen den kleinsten Anteil dar der Markt für erneuerbare Energien, obwohl es einen riesigen globalen Markt gibt Ressource.<sup>1</sup> Die Bereitstellungen verlangsamten sich im Jahr 2022 nach dem großen Anstieg im Jahr 2021 aufgrund der COVID-19-Pandemie.<sup>2</sup> Im Jahr 2022 wurden insgesamt 1,9 MW installiert, gegenüber 4,6 MW im Jahr 2021.<sup>3</sup> Die geschätzte installierte Betriebskapazität im Jahr 2022 betrug 514 MW.<sup>4</sup>

Zwei Tidenhubsysteme – die 240-MW-Station La Rance in Frankreich und das 254-MW-Kraftwerk Sihwa in der Republik Korea – machen den Großteil dieser Kapazität aus. Mögliche Standorte sind begrenzte und groß angelegte Umwelttechnik ist erforderlich; Daher wurden nur wenige Vorschläge gemacht, um die Verwendung von zu erweitern diese Art von System.

Im Fokus stehen **Gezeitenstromgeräte** und Wellenenergiekonverter der Entwicklungsbemühungen. Fortschritte wurden konzentriert größtenteils in Europa, wenn auch umsatzsteigernd und ehrgeizig Forschungs- und Entwicklungsprogramme (F&E) in anderen Regionen haben eine verstärkte Entwicklung und Bereitstellung vorangetrieben, insbesondere in Kanada, den Vereinigten Staaten und China. <sup>5</sup>

Gezeitenstromgeräte nähern sich der Reife, und vor- kommerzielle Projekte sind im Gange. Etwa 41 MW Gezeitenstrom Kapazität ist seit 2010 im Einsatz. <sup>6</sup> Die meisten Projekte zielen darauf ab Die Produktion im industriellen Maßstab basiert auf Turbinen mit horizontaler Achse montiert auf dem Meeresboden oder auf einer schwimmenden Plattform. <sup>7</sup> Diese Geräte haben eine beträchtliche Zuverlässigkeit und Gesamterzeugung bewiesen überstieg Ende 2022 80 GWh. <sup>8</sup>

**Wellenenergiegeräte** haben noch nicht das gleiche Designniveau erreicht Konvergenz. Entwickler zielen im Allgemeinen darauf ab, Nutzen- Strommärkte mit Geräten über 100 kW zu skalieren oder zu erfüllen Spezialanwendungen mit Geräten unter 50 kW. <sup>9</sup> Um Seit 2010 wurden 25 MW Wellenenergie eingesetzt. <sup>10</sup>

# Entwicklung installierte Leistung von Meeresenergieanlagen (Ocean Energy Anlagen) zur Stromerzeugung nach Ländern in der Welt Ende 2013-2022 **nach IRENA** (1)

Welt Ende 2022: Installierte Leistung 524 MW, davon EU-27 218 MW (Anteil 41,6%)

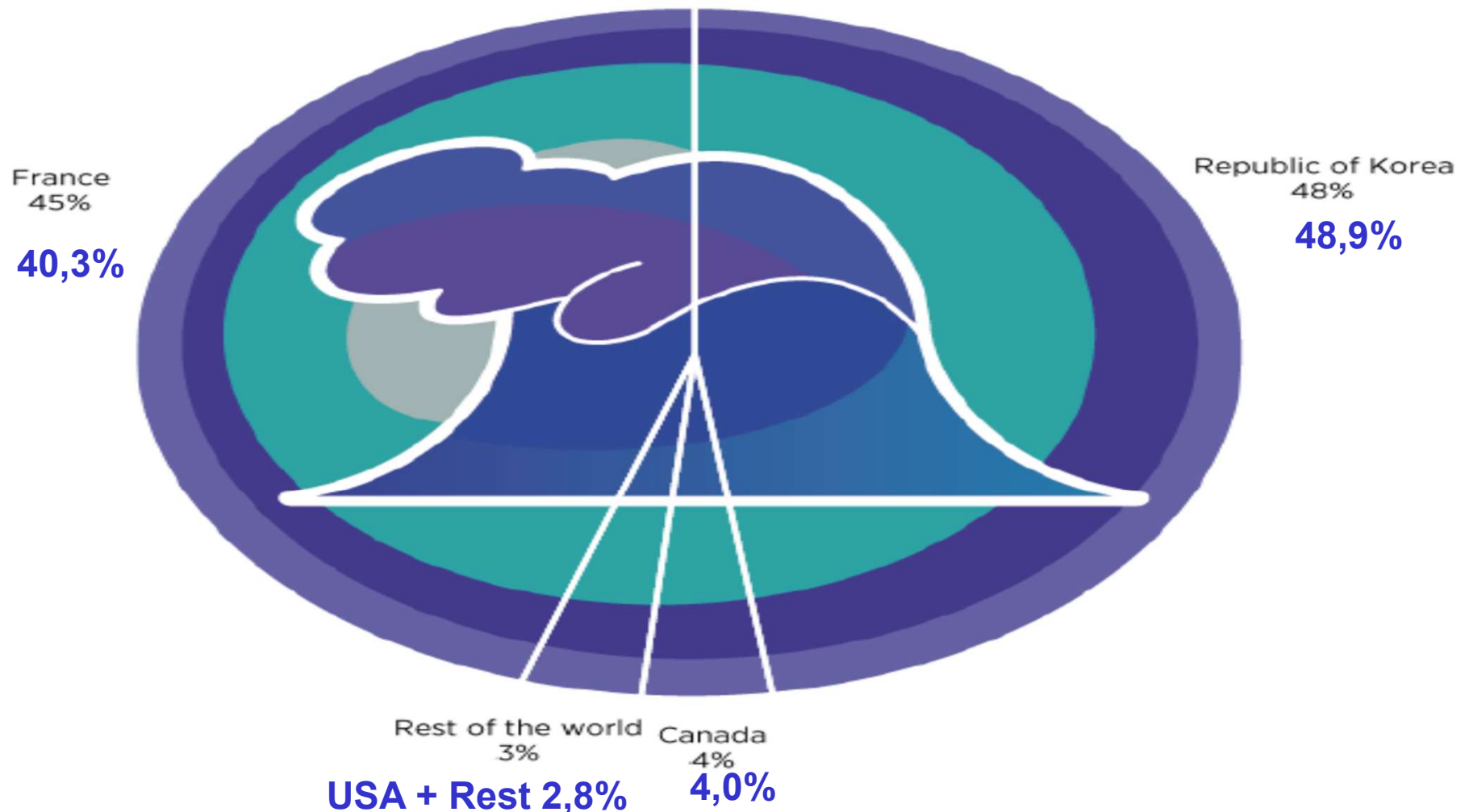
## Marine energy Énergie marine Energía marina

	CAP (MW)	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
●	World	510	513	512	523	527	527	525	523	523	524
	Asia	259	259	259	259	259	259	260	260	260	260
RF 1	China	4	4	4	4	4	4	4 e	5 u	5 e	5 e
	Korea Rep	255 o	255 o	255	255	255 o	255 o	256	256 o	256 o	256 o
	Singapore	0	0	0	0	0 e	0 o	0 e	0 e	0 e	0 e
	Eurasia	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Russian Fed	2 u	2 u	2 u	2 u	2 u	2 o	2 e	2	2 e	2
	Europe	228	231	230	241	245	246	243	241	241	241
RF 2	Faroe Islands			0 u					0 o	0 e	0
	France	218	220	218	220	219	218	214	212	211	211
	Italy	0 u	0 u	0 u	0 u	0 e	0 e	0 e	0 u	0 e	0
	Netherlands	u	0 u	2 u	2 e	2 e	2 e	2 u	2 e	2 e	2
	Norway	0 u	0 u	0 u	0 u	0 e	0 e	0 e	0 e	0 e	0
	Portugal	0	1			0	0				
	Spain	0 u	0 u	0 u	5	5	5	5 e	5 e	5 e	5
	Sweden	0 u	0 u	0 u	0 u	0 e	0 e				
	UK	8	9	9	13	18	20	22	22	22	22
●	European Union (27)	219	222	221	227	227	226	221	219	218	218
	N America	20	20	20	20	20	20	20	20	20	21
RF 3	Canada	20	20	20	20	20	20 e	20 e	20 e	20 e	21 e
RF 4	USA	0 u	0 e	0 u	0 u	0 o					
	Oceania	1	1	1	1	1		0	0	0	0
	Australia	1	1	1	1	1 e		o		e	
	New Zealand							0 o	0 o	0 e	0 e
	S America	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Brazil	0	0	0	0	0	0 o	0 o	0 o	0 o	0 o

## TOP 3-Länder mit der höchsten installierten Leistung von Meeresenergieanlagen (Ocean Energy Anlagen) zur Stromerzeugung in der Welt Ende 2022 **nach IRENA** (2)

**Welt Ende 2022: Installierte Leistung 524 MW, davon EU-27 218 MW (Anteil 41,6%)**

Countries with Highest Installed Tide, Wave and Ocean Capacity in 2014



# Anhang zum Foliensatz

## Ausgewählte Internetportale + KI (1)

### Statistikportal Bund & Länder

[www.statistikportal.de](http://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](http://www.ugrdl.de)

- **Arbeitskreis „Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen der Länder“; [www.vgrdl.de](http://www.vgrdl.de)**

- **Länderarbeitskreis Energiebilanzen Bund-Länder**

[www.lak-Energiebilanzen.de](http://www.lak-Energiebilanzen.de) > mit Klimagasdaten

- **Bund-Länder Arbeitsgemeinschaft Nachhaltige Entwicklung; [www.blak-ne.de](http://www.blak-ne.de)**

### Energieportal Baden-Württemberg

[www.energie.baden-wuerttemberg.de](http://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](http://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](http://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 Landesregulierungsbehörde B.-W. (LRegB), Netzentgelte, Gas- und Trinkwasserpreise, Informationen der 230 baden-württembergischen Netzbetreiber

### Umweltportal Baden-Württemberg

[www.umwelt-bw.de](http://www.umwelt-bw.de)

#### Herausgeber:

**Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft**

**Baden-Württemberg**

Postfach 103439; 70029 Stuttgart

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

E-Mail: Poststelle@um.bwl.de

#### Info

Der direkte Draht zu allen Umwelt- und Klimaschutzinformationen in BW



## Ausgewählte Internetportale + KI (2)

<p><b>Erneuerbare Energien in der EU-28/27, z.B. Kleinwasserkraft</b></p> <p><b><a href="http://www.euobserv.org">www.euobserv.org</a></b></p> <p><b>Herausgeber:</b> EurObserv'ER, Paris</p>	<p><b>Internetportal Erneuerbare Energien</b></p> <p><b><a href="http://www.erneuerbare-energien.de">www.erneuerbare-energien.de</a></b></p> <p><b>Herausgeber:</b> Bundewirtschaftsministerium für Wirtschaft und Energie</p> <p><b>Info</b> D-Statistik, Aktuelle Informationen zu Erneuerbaren Energien, z.B. Wasserkraft</p>
<p><b>Wasserkraft</b></p> <p><b><a href="http://www.wasserkraft.org">www.wasserkraft.org</a></b></p> <p><b>Herausgeber:</b> Bundesverband Deutscher Wasserkraftwerke e.V.</p>	<p><b>Microsoft – Bing-Chat mit GPT-4</b></p> <p><b><a href="http://www.bing.com/chat">www.bing.com/chat</a></b></p> <p><b>Herausgeber:</b> Microsoft Bing</p> <p><b>Info</b> b Bing ist KI-gesteuerter Copilot für das Internet Zu Themen – Fragen mit Auskunft</p>
<p><b>Erneuerbare Energien, z.B. Wasserkraft</b></p> <p><b><a href="http://www.unendlich-viel-energien.de">www.unendlich-viel-energien.de</a></b></p> <p><b>Herausgeber:</b> <b>AEE</b> Agentur für Erneuerbare Energien</p>	<p><b>Infoportal Energiewende Baden-Württemberg plus weltweit</b></p> <p><b><a href="http://www.dieter-bouse.de">www.dieter-bouse.de</a></b></p> <p><b>Herausgeber:</b> Dieter Bouse, Diplom-Ingenieur Werner-Messmer-Str. 6, 78315 Radolfzell am Bodensee Tel.: 07732 / 8 23 62 30; E-Mail: dieter.bouse@gmx.de</p> <p><b>Info</b> Energiewende in Baden-Württemberg, Deutschland, EU-27 und weltweit</p>

# Ausgewählte Informationsstellen (1)

## Baden-Württemberg

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

Postfach 103439; 70029 Stuttgart  
Tel.: 0711/126-0; Fax 0711/126-2881  
E-Mail: [Poststelle@um.bwl.de](mailto:Poststelle@um.bwl.de) ;  
Internet: [www.um.baden-wuerttemberg.de](http://www.um.baden-wuerttemberg.de)

#### Besucheradresse:

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

Referat 64: [Erneuerbarer Strom, Infrastruktur](#)

Leitung MR Lünser

E-Mail: .....@um.bwl.de

Tel.: 0711 / 126-1226

#### Info

Regierungsberatung, Veröffentlichungen u.a.

### Statistisches Landesamt Baden-Württemberg

Referat 44: [Energiewirtschaft, Handwerk, Dienstleistungen, Gewerbeanzeigen](#)

Böblinger Str. 68, 70199 Stuttgart

Internet: [www.statistik-baden-wuerttemberg.de](http://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](mailto:Monika.Hin@stala.bwl.de);

Frau Autzen M.A. (Tel. 2137)

Info [Energiewirtschaft, Handwerk, Dienstleistungen, Gewerbeanzeigen](#)

[Landesarbeitskreis Energiebilanzen der Länder](#),

[www.lak-Energiebilanzen.de](http://www.lak-Energiebilanzen.de)

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

Postfach 103439; 70029 Stuttgart  
Tel.: 0711/126-0; Fax 0711/126-2881  
E-Mail: [Poststelle@um.bwl.de](mailto:Poststelle@um.bwl.de) ;  
Internet: [www.um.baden-wuerttemberg.de](http://www.um.baden-wuerttemberg.de)

Kontakt: Referat 55: MR Reich

#### Info

Wasserbau, Hochwasserschutz, Gewässerökologie

### Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW)

Heßbrühlstr. 21c, 70565 Stuttgart  
Tel.: 0711/7870-235, Fax: 0711/7870-200  
E-Mail: [staiss@zsw-bw.de](mailto:staiss@zsw-bw.de), Internet: [www.zsw-bw.de](http://www.zsw-bw.de)  
Kontakt: Prof. Dr. Frithjof Staiss

#### Info

Statistik, Forschung, Gutachten, Veröffentlichungen

### Universität Stuttgart

#### Institut für Wasser- und Umweltsystemmodellierung

Pfaffenwaldring 61, 70550 Stuttgart

Internet: [www.iws.uni-stuttgart.de](http://www.iws.uni-stuttgart.de)

E-Mail: [brigitte.muschong@iws.uni-stuttgart.de](mailto:brigitte.muschong@iws.uni-stuttgart.de)

Kontakt: **Prof. Dr.-Ing. Silke Wiebrecht**

Geschäftsführende Direktorin

[Abt. 1. Lehrstuhl für Wasserbau und Wassermengenwirtschaft](#)

Tel.: 0711/685-64752, Fax: 0711/685-64746

E-Mail: [silke.wiebrecht@iws.uni-stuttgart.de](mailto:silke.wiebrecht@iws.uni-stuttgart.de)

Sekretariat: Brigitte Muschong

E-Mail: [brigitte.muschong@iws.uni-stuttgart.de](mailto:brigitte.muschong@iws.uni-stuttgart.de)

#### Info

Lehre, Forschung, Publikationen, Weiterbildung

## Ausgewählte Informationsstellen (2)

Zur Unterstützung der Energiewende und den damit verbundenen Themen und Fragestellungen zu erneuerbaren Energien wurden in den Regierungspräsidium Stuttgart, Tübingen, Karlsruhe und Freiburg jeweils ein Kompetenzzentrum Energie als zentrale Anlaufstelle geschaffen.

Das Kompetenzzentrum übernimmt eine wichtige Scharnierfunktion zwischen den verschiedenen Fachbereichen im Regierungspräsidium, den beteiligten Ministerien, Behörden, Regionalverbänden sowie Kommunen und soll auch Anlaufstelle für potentielle Investoren, Vorhabensträger oder Bürgerinitiativen sein.

### **Regierungspräsidium Stuttgart**

#### **Kompetenzzentrum Energie**

Ruppmannstr. 21, 70565 Stuttgart

Internet [www.rp-stuttgart.de](http://www.rp-stuttgart.de)

Telefon 0711 – 904 12118

E-Mail [Kompetenzzentrum.Energie@rps.bwl.de](mailto:Kompetenzzentrum.Energie@rps.bwl.de)

#### **Ansprechpartner:**

Claudia Emslander; Tel.: 0711 904-12118; Fax: 0711 782851-2717

Andrea Platz; Tel.: 0711 904-12106; Fax: 0711 904-12190

Themenschwerpunkt Raumordnung und Baurecht

Denise Wörthwein; Tel.: 0711 904-12120; Fax: 0711 782851-12120

Themenschwerpunkt EWärmeG Bund und Land, Energie-einsparverordnung.

### **Regierungspräsidium Freiburg**

#### **Kompetenzzentrum Energie**

Schwendistr. 12, 79114 Freiburg im Breisgau

Internet [www.rp-freiburg.de](http://www.rp-freiburg.de)

Telefon 0761 – 208 4660

E-Mail [Kompetenzzentrum.Energie@rpf.bwl.de](mailto:Kompetenzzentrum.Energie@rpf.bwl.de)

#### **Ansprechpartner:**

Sébastien Oser

Leiter des Kompetenzzentrums Energie (KZE)

Tel.: 0761 208-4660

Mirsada Gehring-Krso; Assistentin

Tel.: 0761 208-4686

### **Regierungspräsidium Tübingen**

#### **Kompetenzzentrum Energie**

Konrad-Adenauer-Str. 20, 72072 Tübingen

Internet [www.rp-tuebingen.de](http://www.rp-tuebingen.de)

Telefon 07071 – 757 3224

E-Mail [Kompetenzzentrum.Energie@rpt.bwl.de](mailto:Kompetenzzentrum.Energie@rpt.bwl.de)

#### **Ansprechpartner:**

Ralph Maurer

Themenschwerpunkt Windenergie

E-Mail: [ralph.maurer@rpt.bwl.de](mailto:ralph.maurer@rpt.bwl.de); Telefon: 07071 757-3224

Herr Metzger

Themenschwerpunkt Wärmegesetze Bund und Land,

Energieeinsparverordnung

E-Mail: [yannick.metzger@rpt.bwl.de](mailto:yannick.metzger@rpt.bwl.de); Telefon: 07071 757-3257

### **Regierungspräsidium Karlsruhe**

#### **Kompetenzzentrum Energie**

Schlossplatz 1-3, 76131 Karlsruhe

Internet [www.rp-karlsruhe.de](http://www.rp-karlsruhe.de)

Telefon 0721 – 926 3241

E-Mail [Kompetenzzentrum.Energie@rpk.bwl.de](mailto:Kompetenzzentrum.Energie@rpk.bwl.de)

#### **Ansprechpartner:**

Daniela Walter

Tel.: 0721 926-3241; Fax: 0721 93340211

E-Mail: [Kompetenzzentrum.Energie@rpk.bwl.de](mailto:Kompetenzzentrum.Energie@rpk.bwl.de)

## Ausgewählte Informationsstellen (3)

Baden-Württemberg	
<p><b>Arbeitsgemeinschaft Wasserkraftwerke Baden-Württemberg e.V. (AWK-BW)</b> <b>Geschäftsstelle:</b> Dr. Axel Berg Feilitzschstraße 26 80802 München Tel: +49( 0) 89-39 48 21 Fax: +49 (0) 89-33 09 04 24 mobil: +49 (0) 172-855 67 67 Mail: berg@energiewerk.org</p> <p><b>Info:</b> Informationen zur Wasserkraft in BW</p>	<p><b>WBW Wasserwirtschaftsverband Baden-Württemberg e.V.</b> <b>c/o Karlsruher Institut für Technologie</b> <b>Institut für Wasser und Gewässerentwicklung</b> Kaiserstraße 12, 76128 Karlsruhe Internet: <a href="http://www.wbw-ev.de">www.wbw-ev.de</a> Tel.: 07 21/6 08-4 39 04, Fax: 07 21/6 08-4 64 60 E-Mail: <a href="mailto:wbw@iwg.kit.edu">wbw@iwg.kit.edu</a> Kontakt:</p> <p><b>Info</b> Wasserkraft u.a.</p>

## Ausgewählte Informationsstellen (4)

Deutschland	
<p><b>Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V. (AGEB)</b>  c/o.. BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V.  Reinhardtstr. 32, 10117 Berlin  Tel.: + 49 30 300199-1600, Fax:  <b>Internet:</b> <a href="http://www.ag-energiebilanzen.de">www.ag-energiebilanzen.de</a>  Kontakt: Michael Nickel  E-Mail: <a href="mailto:m.nickel@ag-energiebilanzen.de">m.nickel@ag-energiebilanzen.de</a>  <b>Info</b>  Energiebilanzen für Deutschland</p>	<p><b>BEE Bundesverband Erneuerbare Energie e.V.</b>  Teichweg 6, 33100 Paderborn  Tel.: 052 52 - 939 800, Fax: 052 52 - 529 45  <a href="mailto:info@bee-ev.de">info@bee-ev.de</a>, <a href="http://www.bee-ev.de">www.bee-ev.de</a>  <b>Info</b>  Informationsdienste erneuerbare Energien</p>
<p><b>Bundesverband Deutscher Wasserkraftwerke e.V. (BDW)</b>  Invalidenstraße 91, 10115 Berlin  Tel.: +49 (0)30 - 275 825 05, Fax: +49 (0)30 - 278 794 32;  E-Mail: <a href="mailto:info@wasserkraft-deutschland.de">info@wasserkraft-deutschland.de</a>;  WEB: <a href="http://www.wasserkraft-deutschland.de">www.wasserkraft-deutschland.de</a>  <b>Info</b>  Informationsangebote zur Wasserkraft</p>	<p><b>Monatszeitschrift "das wassertriebwerk"</b>  <a href="http://www.wasserkraft-und-energie.de">www.wasserkraft-und-energie.de</a>  Kontakt: Regierungsbaumeister Anton Zeller,  Ruhpolding, Schriftleitung  <b>Info</b>  Offizielles Mitteilungsblatt des Verbandes BDW</p>
<p><b>Agentur für Erneuerbare Energien</b>  Reinhardtstr. 18; 10117 Berlin  Internet: <a href="http://www.unendlich-viel-energie.de">www.unendlich-viel-energie.de</a>  Tel.: 030/200535-3; Fax 030/200535-51  E-Mail: <a href="mailto:kontakt@unendlich-viel-energie.de">kontakt@unendlich-viel-energie.de</a>  Kontakt: Online-Redaktion Undine Ziller  <b>Info</b>  Informationen über erneuerbare Energien</p>	<p><b>Internationales Wirtschaftsforum  Regenerative Energien (IWR)</b>  Robert-Koch-Str. 26, 48149 Münster  Tel: 0251 / 83-3 39 95, Fax: 0251 / 83-3 83 52  E-Mail: <a href="mailto:iwr@uni-muenster.de">iwr@uni-muenster.de</a>, Internet: <a href="http://www.iwr.de">www.iwr.de</a>  Kontakt:  <b>Info</b>  Aktuelle Informationen, Statistiken und Unternehmensporträts</p>



## Ausgewählte Informationsstellen (5)

Deutschland	
<p><b>Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V.</b>  <b>VDMA Power Systems</b>                      Lyoner Straße 18, 60528 Frankfurt                      Tel.: 069/ 6603-1554, Fax: 069 / 6603-1566                      E-Mail: gerd.krieger@vdma.org, Mobil: 01 72 / 6 70 41 24                      Internet: www.vdma.org                      Kontakt: Gerd Krüger  <b>Info</b>                      Informationen zur Wasserkraft</p>	<p><b>Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V.</b>                      Internet: www.wasser.de                      Kontakt:  <b>Info</b>                      Informationsangebote zum Wasser einschließlich Wasserkraftnutzung</p>
<p><b>Deutsche Energie Agentur GmbH (dena)</b>                      Portal zu den Themen Energie                      Allgemein, Erneuerbare Energien und Energiesparen                      www.thema-energie.de  <b>Info</b>                      Informationen zum Thema Energie</p>	<p><b>Bundesanstalt für Gewässerkunde</b>                      Am Mainzer Tor 1, 56068 Koblenz                      Tel.: 0261/ 1306 0, Fax : 0261/ 1306 5302                      E-Mail: posteingang@bafg.de                      Internet: www.bafg.de                      Kontakt:  <b>Info</b></p>
<p><b>WBGU Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen</b>  <b>Geschäftsstelle WBGU</b>                      Reichpietschufer 60-62, 8. OG, D-10785 Berlin                      Tel: 030 263948 0, Fax: 030 263948 50                      Email: wbgu@wbgu.de, Internet:www.wbgu.de  <b>Info</b>                      Erneuerbare Energien</p>	<p><b>Unternehmenslisten:</b>  <b>Hersteller, Betreiber, Ingenieurbüros u.a.</b>  <a href="http://www.wasserkraft.org">www.wasserkraft.org</a> , z.B.  <b>Econ Energie AG (Wasserkraft)</b>  <a href="http://www.eon-wasserkraft-com">www.eon-wasserkraft-com</a>  <b>Naturenergie AG</b>  <a href="http://www.naturenergie.de">www.naturenergie.de</a></p>

## Ausgewählte Informationsstellen (6)

Deutschland	
<p><b>Arbeitsgemeinschaften Wasserkraftwerke in Deutschland (AWK-D)</b>  <b>Bundesgeschäftsstelle:</b>  Dipl.-Ing. Elmar Reitter  Braunselweg 1; 89611 Rechtenstein  Internet: <a href="http://www.wasserkraft.org">www.wasserkraft.org</a>  E-Mail: <a href="mailto:Info@wasserkraft.org">Info@wasserkraft.org</a>  Kontakt: Koordination Elmar Reitter</p> <p><b>Info</b>  Informationen zur Wasserkraft und Fischerei</p>	<p><b>Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz</b>  Referat Öffentlichkeitsarbeit  Scharnhorststr. 34-37; 10115 Berlin  Tel: (030) 2014-8000; Fax: (030) 2014-7033  E-Mail: <a href="mailto:info@bmwi.bund.de">info@bmwi.bund.de</a>; Internet: <a href="http://www.db.bmwi.de">www.db.bmwi.de</a>  Kontakt: Dr. Thomas Zielke</p> <p><b>Info</b>  <b>Energiepolitik; Energiestatistik, BMWI-Förderdatenbank; Förderprogrammen des Bundes, der Länder und der EU</b></p>
<p><b>Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV)</b>  <b>Presse- und Informationsstab</b>  Stresemannstraße 128 - 130 ; 10117 Berlin  Telefon: 030 18 305-0, Telefax: 030 18 305-2044  Internet: <a href="http://www.bmuv.bund.de">www.bmuv.bund.de</a>  Tel.: 030 18 305-0 ; Fax: 030 18 305-2044  E-Mail: <a href="mailto:service@bmuv.bund.de">service@bmuv.bund.de</a>  Kontakt:</p> <p><b>Info</b>  Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit, Verbraucherschutz</p>	<p><b>Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV)</b>  Invalidenstraße 44; D-10115 Berlin  Internet: <a href="http://www.bmdv.bund.de">www.bmdv.bund.de</a>  Telefon: +49 30 18 300-0; Fax: +49 30 18 300 1920  E-Mail: <a href="mailto:poststelle@bmdv-bund-mail.de">poststelle@bmdv-bund-mail.de</a>  Kontakt:</p> <p><b>Info</b>  Dígitales und Verkehr</p>

## Ausgewählte Informationsstellen (7)

Europa	
<p><b>IEA Internationale Energieagentur</b>            9, rue de la Fédération; 75739 Paris Cedex 15            Internet: <a href="http://www.iea.org">www.iea.org</a>            Kontakt:  <b>Info</b>            Internationale Energiestatistik, z.B. durch Wasserkraft</p>	<p><b>Österreichische Energieagentur - Austrian Energy Agency</b>            A-1060 Wien – Otto-Bauer-Gasse 6            Tel +43 - 1 - 586 15 24 – Fax DW 40 –            E-Mail <a href="mailto:office@energyagency.at">office@energyagency.at</a>            Internet: <a href="http://www.eva.ac.at">www.eva.ac.at</a>  <b>Info</b>            Infoangebote zur Energie einschließlich wasserkraft</p>
<p><b>European Small Hydropower Association (ESHA)</b>            Internet: <a href="http://www.esha.be">www.esha.be</a>            E-Mail: <a href="mailto:info@esha.be">info@esha.be</a>            Tel.: +32-2-546.19.45; Fax: +32-2-546.19.47            Kontakt:  <b>Info</b>            Informationsangebote zur Kleinwasserkraft in Europa</p>	<p><b>Bundesamt für Energie, Schweiz</b>            Bern            Internet: <a href="http://www.bfe.admin.ch">www.bfe.admin.ch</a>            Kontakt:  <b>Ingo</b>            Infoangebote zur Energie einschließlich Wasserkraft</p>
<p><b>European Renewable Energies Federation EREF</b>  <a href="http://www.eref-europe.org">www.eref-europe.org</a>            Kontakt:  <b>Info</b>            Informationsangebote zur Wasserkraft in Europa</p>	<p><b>Schweizerischer Wasserwirtschaftverband (SWV)</b>            Rütistrasse 3A; CH-5401 Baden            Tel.: 056/222 50 69; Fax: 056/221 10 83            Internet: <a href="http://www.swv.ch">www.swv.ch</a>  <b>Info</b>            Informationsangebote zur Wasserkraft</p>
	<p><b>Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen VSE</b>            Hintere Bahnhofstrasse 10; 5001 Aarau            Tel. 062 825 25 25; Fax 062 825 25 26            E-Mail: <a href="mailto:info@strom.ch">info@strom.ch</a>; Internet: <a href="http://www.strom.ch">www.strom.ch</a>  <b>Info</b>            Infoangebote zum Strom einschließlich Wasserkraft</p>

## Ausgewählte Informationsstellen (8)

### Europa / Welt

#### **REN21:**

**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](mailto:secretariat@ren21.org)

[www.ren21.net](http://www.ren21.net)

#### **Info**

Globale Erneuerbare Energien

#### **IEA Internationale Energieagentur,**

Paris

[www.iea.org](http://www.iea.org)

#### **Info**

Globale Energien

#### **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](mailto:eurostat-pressoffice@ec.europa.eu)

#### **Info**

EU-Statistiken Energie (z.B. Stromerzeugung Wind) u.a.

#### **European Kommission**

##### **GD Energy and Transport**

B -1049 Brussels

Internet: [www.euobserv.org](http://www.euobserv.org)

Kontakt: Kommissar für Energie

Miguel Arias Canete, Spanien

#### **Info**

Förderung der EurObserv'ER Barometer zu Erneuerbaren Energien, z.B. Wasserkraft in den jährlichen Jahresberichten zum Stand der erneuerbaren Energien in der EU-27

#### **EIA**

##### **U.S. Energy Information Administration**

Department of Energy, Washington

Internet: [www.eia.doe.gov/](http://www.eia.doe.gov/)

Kontakt:

#### **Info**

Statistik und Analyse zur nationalen und internationalen Energie

# Ausgewählte Informationsschriften (1)

## Baden-Württemberg

### Wasserkraft in Baden-Württemberg

Technik, Planung und Genehmigung

2. Auflage: Juli 2010

**Herausgeber:**

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft

Baden-Württemberg (UM) & Stat. LA BW

**Besucheradresse:**

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

Internet: [www.um.baden-wuerttemberg.de](http://www.um.baden-wuerttemberg.de)

Tel.: 0711/126-1203, Fax: 0711/126-1258

E-Mail: [poststelle@um.bwl.de](mailto:poststelle@um.bwl.de)

### Monitoring-Kurzbericht 2018: Klimaschutzgesetz

Integriertes Energie- und Klimaschutzkonzept BW

Ausgabe: 9/2019

### Monitoring-Kurzbericht 2021: Klimaschutzgesetz BW

Ausgabe 11-2022

### Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz vom

1. 2 2023 Ausgabe 2/2023

**Herausgeber:**

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft

Baden-Württemberg (UM) & Stat. LA BW

### Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2022

Auflage: 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](mailto:ilona.szemelka@wm.bwl.de)

Schutzgebühr: kostenlos

### Energiebericht 2022, Energiebericht kompakt 2023

Auflage: 10/2022; 7/2023

**Herausgeber:**

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft

Baden-Württemberg & Statistisches Landesamt 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](mailto:ilona.szemelka@wm.bwl.de)

Schutzgebühr: kostenlos

### ZSW -Studie Erneuerbare Energien und Energieeffizienz in Baden-Württemberg – Sachstand und Entwicklungsperspektiven,

Ausgabe 9/2011

**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](mailto:ilona.szemelka@wm.bwl.de)

Schutzgebühr: kostenlos

### Integriertes Energie – und Klimaschutzkonzept

Baden-Württemberg

Ausgabe: Beschlussfassung 15. Juli 2014

**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](mailto:ilona.szemelka@wm.bwl.de)

Schutzgebühr: kostenlos



## Ausgewählte Informationsschriften (2)

### Deutschland

#### Erneuerbare Energien in Zahlen

Nationale und internationale Entwicklung 2022

Stand: 10/2023

#### Herausgeber:

**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](mailto:info@bmwi.bund.de); Internet: [www.db.bmwi.de](http://www.db.bmwi.de)

Schutzgebühr: kostenlos

#### Renews Spezial 50 „Erneuerbare ins Netz“

Die notwendige Anpassung der Versorgungsinfrastruktur

Auflage: 2/2011

#### Herausgeber:

**AEE Agentur für Erneuerbare Energien**

Reinhardtstr. 18; 10117 Berlin

Internet: [www.unendlich-viel-energie.de](http://www.unendlich-viel-energie.de)

Tel.: 030/200535-3; Fax 030/200535-51

E-Mail: [kontakt@unendlich-viel-energie.de](mailto:kontakt@unendlich-viel-energie.de)

Schutzgebühr: keine

#### Potentialermittlung für den Ausbau der Wasserkraftnutzung in Deutschland

Kurz- und Langfassung

Auflage: September 2010

**Bundesministerium für Wirtschaft und Energie**

Referat Öffentlichkeitsarbeit

Scharnhorststr. 34-37; 10115 Berlin

Tel: (030) 2014-8000; Fax: (030) 2014-7033

E-Mail: [info@bmwi.bund.de](mailto:info@bmwi.bund.de); Internet: [www.db.bmwi.de](http://www.db.bmwi.de)

Schutzgebühr: kostenlos

#### Erneuerbare Energien 2022

Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland 2022

Stand: 9/2023

**Bundesministerium für Wirtschaft und Energie**

Referat Öffentlichkeitsarbeit

Scharnhorststr. 34-37; 10115 Berlin

Tel: (030) 2014-8000; Fax: (030) 2014-7033

E-Mail: [info@bmwi.bund.de](mailto:info@bmwi.bund.de); Internet: [www.db.bmwi.de](http://www.db.bmwi.de)

Schutzgebühr: kostenlos

#### Monatszeitschrift "wassertriebwerk"

Offizielles Mitteilungsblatt des Verbandes BDW

#### Herausgeber:

**Verlag Moritz Schäfer; Detmold**

[www.wasserkraft-und-energie.de](http://www.wasserkraft-und-energie.de)

Gebühr:

#### Leitfaden für die Vergütung von Strom

aus Wasserkraft nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz für die  
Neuerrichtung und Modernisierung von Wasserkraftanlagen

1. Auflage: 7/2005

#### Herausgeber:

**Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz**

[www.erneuerbare-energien.de](http://www.erneuerbare-energien.de)

Schutzgebühr: keine

## Ausgewählte Informationsmaterialien (3)

<p><b>Wasserkraftnutzung in Deutschland,</b>  <b>Wasserrechtliche Aspekte, ökologisches, Modernisierungspotenzial</b>  <b>und Fördermöglichkeiten</b>          Ausgabe: Mai 2012  <b>Herausgeber:</b>  <b>Bundesumweltamt (UBA)</b></p>	<p><b>Barometer Erneuerbare Energien von EurObserv'ER“</b>          Regelmäßige Jahres-Publikation zum Themenbereich erneuerbaren          Energien in Europa (PDF-Dateien),  <b>Stand der erneuerbaren Energien in Europa 2022,</b>          Ausgabe: 2/2024  <b>Herausgeber:</b>  <b>EurObserv'ER</b>          146, rue de l'Université; 75007 Paris; Frankreich  <a href="http://www.energie-srenouvelables.org/ec.europa.eu/energy/re/publications/barometers_en.htm">www.energie-srenouvelables.org/ec.europa.eu/energy/re/publications/barometers_en.htm</a>  <a href="http://www.euobserv.org">www.euobserv.org</a>          Tel. : +33 (0)1 44 18 00 80; Fax : +33 (0)1 44 18 00 36          E-Mail: <a href="mailto:observ.er@energies-renouvelables.org">observ.er@energies-renouvelables.org</a>;          Kontakt: Frédéric Tuillé oder Gaëtan Fovez</p>
<p><b>REN21 RENEWABLES 2023 - Global Status Report</b>  <b>mit Beiträgen Wasserkraft, Meeresenergien</b>          Ausgabe 6/2023  <b>Herausgeber:</b>          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: <a href="mailto:secretariat@ren21.org">secretariat@ren21.org</a>  <a href="http://www.ren21.net">www.ren21.net</a></p>	<p><b>Achter Monitoring-Bericht zur Energiewende;</b>  <b>Die Energie der Zukunft 2018/19</b>          Ausgabe 1/2021    <b>Erneuerbare Energien</b>  <b>Innovationen für eine nachhaltige Energiezukunft</b>          8. Auflage: 10/2011  <b>Herausgeber:</b>  <b>Bundesministerium für Wirtschaft und Energie</b>          Schutzgebühr: keine</p>
<p><b>IRENA Renewable Energy Capacity Statistics 2023</b>          Ausgabe: 6/2023  <b>Herausgeber:</b>          Agentur für Erneuerbare Energie  <a href="http://www.irena.org">www.irena.org</a>  <a href="mailto:statistics@irena.org">statistics@irena.org</a></p>	<p><b>KEY WORLD ENERGY STATISTICS 2021</b>          Ausgabe 9/2021  <b>Herausgeber:</b>          IEA Internationale Energieagentur, Paris  <a href="http://www.iea.org">www.iea.org</a>          Schutzgebühr: keine, PDF-Datei</p>
<p><b>Hydropower Special Market Report, Analyse bis 2030,</b>          Stand Juli 2021  <b>Herausgeber:</b>  <b>IEA</b>  <a href="http://www.iea.com">www.iea.com</a></p>	<p><b>Erneuerbare Energien</b>  <b>Innovationen für eine nachhaltige Energiezukunft</b>          8. Auflage: 10/2011  <b>Herausgeber:</b>  <b>Bundesministerium für Wirtschaft und Energie</b></p>

## Ausgewählte Foliensätze zum Themenbereich Erneuerbare Energien

Erneuerbare Energien	Geothermie	Solarenergie <b>Solarwärme</b>	Wasserkraft
<b>Erneuerbare Energien</b> Nationale und internationale Entwicklung	<b>Geothermie</b> Nationale und internationale Entwicklung	<b>Solarthermie</b> Nationale und internationale Entwicklung	<b>Wasserkraft + Meeresenergie</b> Nationale und internationale Entwicklung
		<b>Solarthermieranlagen</b>	
Bioenergie	Wärmepumpe	Solarenergie <b>Solarstrom</b>	Windenergie
<b>Bioenergie</b> Nationale und internationale Entwicklung	<b>Wärmepumpen</b> Nationale und internationale Entwicklung	<b>Photovoltaik</b> Nationale und internationale Entwicklung	<b>Windenergie</b> Nationale und internationale Entwicklung
<b>Biofestbrennstoffe</b>	<b>Gebäudeheizung mit Wärmepumpen</b>	<b>Netzgekoppelte PV-Anlagen</b>	
<b>Biogase</b>	<b>Wärmepumpen</b> Wärmequelle Außenluft		<b>Wasserstoff</b>
<b>Biokraftstoffe</b>	<b>Wärmepumpen</b> Wärmequelle Geothermie	<b>Solarthermische Kraftwerke</b>	<b>Wasserstoff</b> Nationale und internationale Entwicklung