

Biogase plus

Nationale und internationale Entwicklung



Baden-Württemberg

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

Internet: www.um.baden-wuerttemberg.de

Tel.: 0711/ 126 – 0; Fax: 0711/ 126 – 2881; E-Mail: poststelle@um.bwl.de

Besucheradresse:

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

Abteilung 6: Energiewirtschaft

Leitung: Mdgt. Dominik Bernauer

Sekretariat: Telefon 0711 / 126-1201

Referat 62: Wärmewende

Leitung: MR Brunner

Tel.: 0711/126-1215

E-Mail:brunner@um.bwl.de

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

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

WM-Neues Schloss



Hausanschrift

WM-Neues Schloss

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

WM-Dienststelle

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

WM-Haus der Wirtschaft

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

WM-Haus der Wirtschaft



WM-Dienststelle



Inhalt

Grundlagen, Technologien und Randbedingungen

Biomasse & Bioenergie

Grundlagen, Technologien und Randbedingungen

Biogase (Biogas, Biomethan, Deponie- und Klärgas u.a.)

Stand, Nutzung und Ausbau Biogase plus in Baden-Württemberg

Einleitung und Ausgangslage, Stand, Nutzung und Ausbau biogener Gase, Energie & Wirtschaft, Energie & Förderung
Energie & Klimaschutz, Treibhausgase, Beispiele in der Praxis, Fazit und Ausblick

Stand, Nutzung und Ausbau Biogase plus in Deutschland

Einleitung und Ausgangslage, Stand, Nutzung und Ausbau biogener Gase, Energie & Wirtschaft, Energie & Förderung
Energie & Klimaschutz, Treibhausgase, Beispiele in der Praxis, Fazit und Ausblick

Stand, Nutzung und Ausbau Biogase plus in Europa

Einleitung und Ausgangslage, Stand, Nutzung und Ausbau biogener Gase, Energie & Wirtschaft, Energie & Förderung
Energie & Klimaschutz, Treibhausgase, Beispiele in der Praxis, Fazit und Ausblick

Stand, Nutzung und Ausbau Biogase plus in der Welt

Einleitung und Ausgangslage, Stand, Nutzung und Ausbau biogener Gase, Energie & Wirtschaft, Energie & Förderung
Energie & Klimaschutz, Treibhausgase, Beispiele in der Praxis, Fazit und Ausblick

Anhang zum Foliensatz

Ausgewählte Internetportale, Informationsstellen, Informationsmaterialien und Übersicht Foliensätze „Erneuerbare Energien“

* Biogase, z.B. Biomethan zur Kraftstoffversorgung im Verkehr siehe Folie „Biokraftstoffe, nationale und internationale Entwicklung“

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 (1-6)

Grundlagen, Technologien und Randbedingungen

Biomasse & Bioenergie

- FO 11: Glossar - Ausgewählte Begriffe zur Biomasse & Bioenergie (1,2)
- FO 13: Bioenergie: vielfältig nutzbar
- FO 14: Biomasse – Der Dauerbrenner für Wärme und Strom am Beispiel
Deutschland Ende 2010
- FO 15: Die Wege zum Umwandeln der Biomasse zur
Energieversorgung sind vielfältig und komplex (1-3)
- FO 18: Ausgewählte Biomasse-Rohstoffe, Biomasse-
Produkte und Bioenergie-Nutzungen
- FO 19: Klassifizierung biogener Reststoffe
- FO 20: Prinzipielle energetische Nutzungsoptionen biogener Reststoffe
- FO 21: Bioenergieträger, ihre typischen Umwandlungsverfahren und
Erträge, angegeben als Heizöläquivalent in Litern pro Hektar und Jahr
- FO 22: Verbrennungstechnische Daten von festen, flüssigen und
gasförmigen Bioenergieträgern
- FO 23: Möglichkeiten der Verstromung von Biomasse
- FO 24: Typische Eigenschaften von Energieträgern am Beispiel in Baden-Würt.
- FO 25: Typische Eigenschaften von festen und gasförmigen Energieträgern
- FO 26: Eigenschaften von Biogas im Vergleich zu anderen Gasen

Grundlagen, Technologien und Randbedingungen

Biogas plus

- FO 28: Biogene Gasarten und Anwendungen
- FO 29: Was ist Biogas?
- FO 30: Welchen Energieinhalt hat Biogas?
- FO 31: Richtwerte für allgemeine Kalkulationen landwirtschaftlicher
Biogasanlagen (1,2)
- FO 33: Nutzungsmöglichkeiten von Biogas (1,2)
- FO 35: Wichtiges zur Nutzung von Biogas in der Landwirtschaft
- Ausgangsstoffe zur Biogasgewinnung**
- FO 37: Ausgangsstoffe zur Biogasgewinnung

- FO 38: Kosten verschiedener Substrate zur Biogasgewinnung 2012
- FO 39: Biogaserträge aus verschiedenen Substraten
- FO 40: Anbau von verschiedenen Energiepflanzen und deren
theoretisches Strompotenzial (Angaben je Hektar)
- FO 41: Stromerzeugung aus Biogas durch Mais, Stand 2015

Technologien

- FO 43: Biogasanlage
- FO 44: Biogasgewinnung (1-4)
- FO 48: Anlagentechnik von Biogasanlagen (1,2)
- FO 50: Prozesstechnologie bei der Biogasgewinnung
- FO 51: Vereinfachte Darstellung des Abbaus organischer
Substanz bei der Biogasgewinnung
- FO 52: Wichtige Prozessgrößen bei der Biogasproduktion
- FO 53: Rechtliche Rahmenbedingungen zur Genehmigung
einer landwirtschaftlichen Biogasanlage
- FO 54: Schema einer landwirtschaftlichen Biogasanlage, Stand 4/2016
- FO 55: Regelungen für den Umgang mit Gärresten nach der
Biogasgewinnung
- FO 56: Biogasaufbereitung (1-4)
- FO 60: Perspektiven von Bio- und Synthesegas
- FO 61: Karlsruher Bioliq-Verfahren

Biogase plus in Baden-Württemberg

Landesregierung - Klimaschutz, Energiepolitik und Biogase

- FO 64: Koalitionsvertrag der Landesregierung Baden-Württemberg 2021-2026
Auszug Klimaschutz, Energiepolitik und Biogase, Stand 12. Mai 2021

Einleitung und Ausgangslage

- FO 66: Einleitung und Ausgangslage
Bioenergie in Baden-Württemberg, Stand 10/2018 (1,2)

Grundlagen und Rahmenbedingungen

- FO 69: Grundsätzliches zur Bioenergie in Baden-Württemberg, Stand 5/2016 (1-3)

Beiträge zur Nutzung gesamte Biogase

Biogas, Deponie- und Klärgas, Biomethan

- FO 73: Typische Eigenschaften von Energieträgern mit Beitrag Biogase
in Baden-Württemberg (1,2)
- FO 75: Entwicklung Anteile erneuerbarer Energien an der Energieversorgung
in Baden-Württemberg 2000-2017, Ziele 2020 (1,2)

Folienübersicht (2)

- FO 77: Übersicht Entwicklung Energie- und Stromverbrauch mit Beitrag erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2016/17 (1,2)
- FO 79: Entwicklung Primärenergieverbrauch (PEV) aus erneuerbaren Energien (EE) in Baden-Württemberg 1990-2017 nach Stat. LA BW (1-3)
- FO 82: Entwicklung Endenergieverbrauch erneuerbare Energien (EEV-EE) nach Nutzungsarten in Baden-Württemberg 2000-2017 (1-6)

Beiträge Erneuerbare – Bioenergie-Biogase zur Stromversorgung

- FO 89: Entwicklung Brutto-Stromverbrauch (BSV) in Baden-Württemberg 1990-2017
- FO 90: Entwicklung Bruttostromerzeugung (BSE) in Baden-Württemberg 1990-2017 nach Stat. LA BW (1-5)
- FO 95: Bruttostromerzeugung nach Energieträgern in Baden-Württemberg und in Deutschland 2017
- FO 96: Entwicklung der Strombereitstellung (Endenergie) aus erneuerbaren Energien (EE) in Baden-Württemberg 2000-2017 nach UM BW-ZSW (1-5)
- FO101: Bruttostromerzeugung nach Energieträgern in Baden-Württemberg und in Deutschland 2017
- FO102: Entwicklung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien nach elektrischen Leistung in Baden-Württemberg 2000-2017 nach UM BW-ZSW (1,2)
- FO104: Landkarte Biogasanlagen nach Bundesländer in Deutschland Ende 2015/17 (1,2)

Beiträge Erneuerbare – Bioenergie-Biogase zur Wärmeversorgung

- FO106: Entwicklung der Wärmeerzeugung (Endenergie) aus erneuerbaren Energien (EE) in Baden-Württemberg 2000-2017 nach UM BW-ZSW (1-4)

Energie & Wirtschaft, Energieeffizienz

- FO112: Ausgewählte Jahresvolllaststunden beim Einsatz erneuerbarer Energien (EE) zur Strom- und Wärmeerzeugung in BW 2017 (1,2)
- FO114: Entwicklung der Investitionen in Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien in Baden-Württemberg 2000-2017
- FO115: Entwicklung der Betriebskosten von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien in Baden-Württemberg 2000-2017
- FO116: Entwicklung der Bruttobeschäftigung im Bereich erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2008-2016

Energie & Förderung, Gesetze

- FO118: Übersicht ausgewählte Fördermittel für Investitionen in erneuerbare Energieanlagen in Baden-Württemberg im Jahr 2017
- FO119: Stromeinspeisung und Vergütung nach dem Erneuerbaren Energien-Gesetz in Baden-Württemberg 2016/17 (1,2)
- FO121: Energieatlas Baden-Württemberg 2016

Energie & Klimaschutz, Treibhausgase

- FO123: Entwicklung der energiebedingten THG-Emissionen nach Sektoren in Baden-Württemberg 1990-2016 (1,2)
- FO125: Vermiedene THG-Emissionen durch die Nutzung der erneuerbaren Energien in Baden-Württemberg im Jahr 2017 (1,2)

Beispiele aus der Praxis

- FO128: Leuchtturmprojekt Biomassevergasung im Biosphärengebiet "Schwäbische Alb der Landesregierung Baden-Württemberg ab 2007
- FO129: Bioenergiedorf Radolfzell-Möggingen seit 2010
- FO130: Bioenergieforschungsplattform Baden-Württemberg Forschungsschwerpunkt "Erzeugung und Nutzung von Gas aus Biomasse,,

Fazit und Ausblick

- FO132: Potenziale nachwachsender Energieträger in Baden-Württemberg
- FO133: Biomaspotenziale in Baden-Württemberg
- FO134: Entwicklung und Ausbauziele der Anteile Erneuerbarer Energien (EE) aus Primär- und Endenergieverbrauch in Baden-Württemberg 1998-2017/2020 (1,2)
- FO136: Ausbauziele für den Anteil erneuerbarer Energien (EE) zur Energieversorgung in Baden-Württemberg im Vergleich mit Deutschland und EU-28 bis 2017, Ziel 2020
- FO137: Handlungsbereich Strom aus Erneuerbaren zur Erreichung der Energie- und klimapolitischen Ziele der Landesregierung im IEKK BW 2010/17, Ziele bis 2050 (1-3)
- FO140: Ausbauziele der Landesregierung zur Bruttostromerzeugung (BSE) aus erneuerbaren Energieträgern (EE) in Baden-Württemberg 2010/17, Ziel 2020 nach UM BW-ZSW
- FO141: Entwicklung der Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien aus Energieszenario 2050 für Baden-Württemberg 1990-2010, Ziele bis 2050
- FO142: Handlungsbereich Wärme aus Erneuerbaren zur Erreichung der Energie- und klimapolitischen Ziele der Landesregierung im IEKK BW 2011/17, Ziel 2020 (1-3)
- FO145: Ausbauziele der Landesregierung für die Wärmebereitstellung (EEV-Wärme) aus erneuerbaren Energieträgern (EE) in Baden-Württemberg 2010/17 bis 2020
- FO146: Mögliche Entwicklung der Wärmeversorgung in Baden-Württemberg 2000-2050 nach ZSW-Gutachten 2011

Folienübersicht (3)

Biogase plus in Deutschland

Einleitung und Ausgangslage

- FO149: Einleitung und Ausgangslage Bioenergie in Deutschland, Stand 7/2022
- FO150: Entwicklung des Energieverbrauchs insgesamt in Deutschland 1990-2021 (1,2)
- FO152: Entwicklung Energiebereitstellung aus Biogas nach Nutzungsarten in Deutschland 2013-2021

Energiepflanzen zur Herstellung von Biogasen

- FO154: Maisanbaufläche nach Anwendungszweck in Deutschland 2021 (1-3)
- FO157: Substrateinsatz in Biogasanlagen nach Arten in Deutschland 2019

Biogase zur Energieversorgung

Biogas, Deponie- und Klärgas, Biomethan

- FO159: Vergleich ausgewählter Branchenzahlen zur Biogasnutzung in Deutschland 2020, Prognose 2021
- FO160: Anbaufläche für die Biogaserzeugung in Deutschland im Jahr 2020
- FO161: Entwicklung des jährlichen Zubaus von neuen Biogasanlagen in Deutschland 2009-2020, Prognose 2021
- FO162: Entwicklung der Anzahl und der installierten elektrischen Leistung von Biogasanlagen in Deutschland 1992-2020, Prognose 2021 (1-4)
- FO166: Entwicklung Anlagen zur Biomethan-Produktion in Deutschland 2015-2021
- FO167: Entwicklung Anlagen zur Biomethan-Produktion in D 2015-2021 (1,2)
- FO169: Gasverbrauch mit Beitrag Bioerdgas in Deutschland im Jahr 2013, Potenziale Jahr 2020 (1,2)
- FO169: Entwicklung ausgewählte landwirtschaftliche Erzeugerpreise in Deutschland 2/2012 bis 1/2015

Biogase zur Strom- und Wärmeerzeugung

- FO171: Erneuerbare Energien (EE) in Deutschland - Status quo 2020 und Ziele 2020-2050 (1-3)
- FO174: Entwicklung Primärenergiegewinnung (PEG) mit Beitrag erneuerbare Energien (EE) in Deutschland 1990-2020 (1-3)
- FO177: Entwicklung Primärenergieverbrauch (PEV) mit Beitrag erneuerbare Energien in Deutschland 1990-2020 (1-4)
- FO181: Entwicklung Endenergieverbrauch (EEV) nach Energieträgern mit Beitrag erneuerbare Energien in Deutschland 1990-2020 (1-4)
- FO185: Endenergieverbrauch aus erneuerbaren Energien (EEV-EE) nach Technologien in Deutschland 2020 (1-4)

Energetische Nutzung Biogase zur Stromversorgung

- FO189: Einleitung und Ausgangslage Stromerzeugung aus Biomasse in Deutschland, Stand 2/2019
- FO190: Strombilanz der Elektrizitätsversorgung in Deutschland 1990-2021
- FO191: Entwicklung Bruttostromerzeugung (BSE) mit Beitrag erneuerbarer Energien in Deutschland 1990-2021 (1-4)
- FO195: Entwicklung der Bruttostromerzeugung (BSE) aus erneuerbaren Energien in Deutschland von 1990 bis 2020/21 (1-6)
- FO201: Entwicklung installierte Brutto-Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Deutschland Ende 1990 bis 2021 (1-4)
- FO205: Visualisierung flexibilisierter Biogas-Stromerzeugung in Deutschland 10.01. bis 16.01.2022
- FO206: Entwicklung Brutto-Stromverbrauch (BSV) 1) mit Anteil erneuerbare Energien (EE) in Deutschland 1990-2021, Ziele 2020/50

Energetische Nutzung Biogase zur Wärmeversorgung

- FO208: Einleitung und Ausgangslage Bioenergie zur Wärmeversorgung in Deutschland, Stand 2/2019
- FO209: Entwicklung Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte (EEV-Wärme/Kälte) in Deutschland 1990-2021
- FO210: Entwicklung Endenergieverbrauch Wärme und Kälte (EEV-Wärme + Kälte) aus erneuerbaren Energien in Deutschland 1990-2020/21 (1,2)
- FO212: Entwicklung Endenergieverbrauch Wärme und Kälte (EEV-Wärme + Kälte) aus erneuerbaren Energien in Deutschland 1990-2020/21 (1,2)
- FO214: Entwicklung Endenergieverbrauch erneuerbare Energien für Wärme und Kälte (EEV-Wärme/Kälte) in Deutschland 2020/21 (1-3)
- FO217: Endenergieverbrauch Wärme (EEV-Wärme) aus Biomasse in Deutschland 2021

Energie & Wirtschaft, Energieeffizienz

- FO219: Entwicklung der Stromerzeugung und der installierten Leistung von Biomasseanlagen in Deutschland 1990-2021
- FO220: Jahresvolllaststunden beim Einsatz von Energieträgern mit erneuerbare Energien zur Stromerzeugung in Deutschland 2017/2020
- FO221: Jahresvolllaststunden beim Einsatz erneuerbarer Energien (EE) zur Stromerzeugung in Deutschland 2020
- FO222: Vergleich Jahresvolllaststunden bei der Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien in Deutschland 2020
- FO223: Wirtschaftliche Effekte erneuerbarer Energien in Deutschland im Jahr 2021 (1,2)
- FO225: Entwicklung Investitionen in die Errichtung von Erneuerbare Energien-Anlagen in Deutschland 2010-2021 (1-5)

Folienübersicht (4)

FO230: Entwicklung wirtschaftliche Impulse (Umsätze) aus den Betrieb von Erneuerbare-Energien-Anlagen nach Technologien für Strom, Wärme und Verkehr in Deutschland 2010-2021 (1-6)

FO236: Entwicklung Beschäftigte in Betrieb und Wartung von erneuerbaren Energien-Anlagen nach Technologien in Deutschland 2000-2019 (1-3)

Energie & Förderung, Gesetze

FO240: Einleitung und Ausgangslage: Ausbau Erneuerbare durch Förderung in D (1-4)

FO244: Entwicklung Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien mit und ohne Vergütungsanspruch nach EEG in Deutschland von 1991 bis 2020 (1-5)

FO249: Gesetzgebung und Förderung erneuerbarer Energien im Wärmebereich und Verkehr durch den Bund in Deutschland, Stand: 10/2021 (1-3)

Energie& Klimaschutz,, Treibhausgase

FO253: Entwicklung Treibhausgas-Emissionen und erneuerbare Energien in Deutschland 1990-2020/21 und Ziele der Bundesregierung bis 2030/50 (1,2)

FO255: Treibhausgas-Emissionen (THG) in Deutschland 2018/19, Ziele 2020-2050 (1-6)

FO261: Vermiedene Treibhausgas-Emissionen (THG) durch Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland im Jahr 2021 (1-9)

FO270: Treibhausgasemissionen (THG) von Biogasanlagen nach Anlagenleistung im Vergleich zum deutschen Strommix 2019

FO271: CO₂- Emissionsfaktoren der Wärmebereitstellung nach Energieträgern in Deutschland 2020

FO272: Entwicklung der THG-Vermeidung und Stromerzeugung durch Gülleverwertung in Deutschland 2010-2020

FO273: Spezifische Umweltschäden und CO₂-Kosten in Cent pro Kilowattstunde Strom bzw. Wärme nach Energieträgern in Deutschland 2012

Beispiele aus der Praxis

FO275: Demonstrationsprojekt Holzgas-Heizkraftwerk Senden/Iller in Bayern 2012, Inbetriebnahme 2012 (1,2)

FO277: Beispiel geförderte Modellgemeinde Jühnde mit Strom- und Wärmeversorgung aus Biogas 2005

FO278: Biogas Reinigungsanlage von der Firma MT Bio-Methan zur Einspeisung ins Erdgasnetz durch Betreiber Stadtwerke Detmold GmbH

FO279: Flexibilisierung des Biogasbetriebes in Deutschland, Stand 9/2019

Fazit und Ausblick

FO281: Müllverwertung Bioabfall-die unterschätzte Energiequelle in D, Stand 8/2022

FO282: Technisches Primärenergiepotenzial für Biogas in Deutschland 2020/2030

FO283: Mobilisierbare Potenziale biogener Rest- und Abfallstoffe in Deutschland

FO284: Potenzial biogener Brenn- und Kraftstoffe in Deutschland

FO285: Bioenergie: was kann Sie in Deutschland im Jahr 2050 leisten?

Biogase plus in Europa (EU-28/27)

Einleitung und Ausgangslage

FO288: Einleitung und Ausgangslage: Erneuerbare Energien in der Europäischen Union (EU-28), Stand 9/2018 (1,2)

FO290: Ausgewählte Schlüsseldaten von erneuerbaren Energien (EE) mit Beitrag Bioenergie in der EU-28 im Jahr 2016, Ziele 2020

Biogase zur Energie- und Stromversorgung

Biogas, Deponie- und Klärgas, Klärschlamm, Biomethan

FO292: Entwicklung Primärenergieproduktion (PEP) in der EU-28 von 1990 bis 2016 nach Eurostat (1-3)

FO295: Entwicklung Primärenergieproduktion (PEP) aus erneuerbaren Energien (EE) in der EU-28 von 1990 bis 2016 nach Eurostat (1,2)

FO297: Entwicklung Anteile der erneuerbaren Energien am Bruttoendenergieverbrauch (B-EEV) in der EU-28 von 2004-2016, Ziel 2020 (1-4)

FO301: Anteil erneuerbare Energien am Bruttoendenergieverbrauch (B-EEV) und indikativer Richtkurs in Ländern der EU-28 in 2016 und 2017

FO302: Primärenergieproduktion (PEP) aus gesamte Biogase in der EU-28 im Jahr 2016/17 nach EurObserv'ER (1-3)

FO305: Entwicklung Primärenergieverbrauch (PEV) in der EU-28 von 1990 bis 2016 nach IEA, Eurostat (1-3)

FO308: Top 6 Länder-Rangfolge der Anteile erneuerbarer Energien (EE) am Brutto-Endenergieverbrauch (BEEV) in der EU-28 2015/16, Ziele 2020/30

FO309: Entwicklung Endenergieverbrauch (EEV) in der EU-28 von 1990 - 2016 nach IEA/Eurostat (1-3)

FO312: Struktur der Endenergiebereitstellung aus erneuerbaren Energien nach Nutzungsarten in der EU-28 im Jahr 2016

Energetische Nutzung Biogase zur Stromversorgung

FO314: Entwicklung Strombilanz und Stromerzeugung (BSE) aus erneuerbaren Energien (EE) in der EU-28 von 2005-2017

FO315: Entwicklung Stromverbrauch Endenergie (SVE) in der EU-28 von 1990-2016 nach IEA, Eurostat

FO316: Entwicklung Bruttostromverbrauch (BSV) in der EU-28 von 1990-2016 nach IEA, Eurostat

FO317: Entwicklung Brutto-Stromerzeugung (BSE) in der EU-28 von 1990-2016, Prognose 2020/40 nach IEA/Eurostat (1-6)

FO323: Entwicklung EE-Anteile am gesamten Bruttoendenergieverbrauch Strom (BEEV-Strom) der Länder EU-28 von 2005-2016 nach Eurostat (1,2)

FO325: Brutto-Stromerzeugung (BSE) aus erneuerbaren Energien nach Technologien in der EU-28 im Jahr 2016/17 nach Eurostat (1-4)

Folienübersicht (5)

FO329: Stromerzeugung nach Anlagenart 1) aus Erneuerbare - gesamte Biogase nach Ländern in der EU-28 im Jahr 2016/17 nach EurObserv'ER (1,2)

FO331: Entwicklung der gesamten installierten Leistung zur erneuerbaren Stromerzeugung in der EU-28 1990-2016

Energetische Nutzung Biogase zur Wärmeversorgung

FO333: Struktur Endenergieverbrauch Wärme + Kälte (EEV-W+K) aus erneuerbaren Energien in der EU-28 im Jahr 2016/17 nach EurObserv'ER (1,2)

FO335: Entwicklung Anteile Erneuerbare am Bruttoendenergieverbrauch Wärme + Kälte (BEEV-W/K) in Ländern EU-28 von 2005-2016 nach Eurostat (1,2)

FO337: Entwicklung der Biomasse beim Endenergieverbrauch Wärme/Kälte (EEV-W+K) nach Ländern in der EU-28 2016

FO338: Wärmeerzeugung nach Anlagenart 1) aus gesamte Biogase in den Ländern der EU-28 im Jahr 2016/17 nach EurObserv'ER (1,2)

Energie & Wirtschaft, Energieeffizienz

FO341: Jahresvolllaststunden beim Einsatz erneuerbarer Energien (EE) mit Beitrag Biogase zur Stromerzeugung in der EU-28 im Jahr 2016

FO342: Gesamtumsätze mit erneuerbaren Energien mit Beitrag Biogase nach Ländern der EU-28 im Jahr 2017 (1,2)

FO344: Arbeitsplätze in der Erneuerbare-Energien-Branche mit Beitrag Biogas nach Sektoren und Ländern in der EU-28 im Jahr 2017 (1,2)

FO346: Unternehmen der Methanisierung in Europa 2017

Beispiele aus der Praxis

FO348: Beispiel einer energetischen Verwertung in der Landwirtschaft Wärme aus Biogas zur Förderung von Spargel-Wachstum

Fazit und Ausblick

FO350: Entwicklung von Stromerzeugung und Wärmeverbrauch aus Biogas nach Trendvergleich gegenüber den NREAP in der EU-28 von 2015-17, Ziele 2020

Biogase plus in der Welt

Einleitung und Ausgangslage

FO353: Einleitung und Ausgangslage; Globale Nutzung erneuerbarer Energien mit Bioenergie 2017, Stand 9/2018

FO354: Ausgewählte Schlüsseldaten zum globalen Bioenergiemarkt 2016, Stand 9/2018

Erneuerbare Energien mit Biogase zur Strom- und Wärmeversorgung

Biogas, Deponie- und Klärgas, Biomethan

FO356: Globale Bioenergie-Rohstoffe und Energiepfade mit Beitrag Biogase

FO357: Globale Entwicklung Primärenergieproduktion (EP) 1990-2016 nach IEA (1-3)

FO360: Globale Entwicklung Primärenergieverbrauch (PEV) mit Anteil erneuerbare Energien (EE) 1990 bis 2016, IEA-Prognose 2020/40 nach IEA (1-3)

FO363: Globale Entwicklung erneuerbare Energiequellen (EE)

zur Primärenergieversorgung 1990 bis 2016 nach IEA (1-3)

FO366: Primärenergieverbrauch (PEV) und Brutto-Stromerzeugung (BSE) 2016 nach IEA

FO367: Globale Entwicklung Endenergieverbrauch (EEV) mit Anteil aus erneuerbaren Energien (EE) 1990 bis 2016 nach IEA (1-7)

FO374: Globale Entwicklung erneuerbare Energie-Indikatoren 2016/17

FO375: Globale Gesamt-Erneuerbare Kapazität und Zubau zur Strom-, Wärme- und Biokraftstoffproduktion 2017

FO376: Top 5-Länderrangfolge jährliche Investition, Netto-Kapazitätszugänge und Produktion aus erneuerbaren Energie-Anlagen zur Strom- und Kraftstoffproduktion in der Welt Ende 2017

FO377: Top 5-Länderrangfolge der Gesamtleistung von erneuerbaren Energie-Anlagen zur Strom- und Wärmeerzeugung in der Welt Ende 2017

FO378: Globale Entwicklung Endenergieverbrauch aus Biomasse und Abfall (1,2) von 1990 bis 2016 nach IEA

Beiträge Erneuerbare – Biogase zur Stromversorgung

FO381: Globale Entwicklung Brutto-Stromverbrauch (BSV) 1990-2016 nach IEA

FO382: Globale Entwicklung Brutto-Stromerzeugung (BSE) mit Beitrag Biogase 1990-2016, Prognose bis 2040 nach IEA (1-8)

FO390: Entwicklung installierte Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien mit Biogas in der Welt Ende 2007-2017 nach REN21 (1-7)

Beiträge Erneuerbare – Biogase zur Wärmeversorgung

FO398: Globaler Endenergieverbrauch zur Wärmeversorgung durch erneuerbare Energien mit Beitrag Biomasse 2016/17

FO399: Struktur Wärmebereitstellung (EEV-Wärme) aus erneuerbaren Energien und gesamte Abfälle in der Welt 2015 nach IEA

FO400: Globale Produktion von Biogas zum Kochen in ausgewählten Ländern 2015 und 2016 (1,2)

FO402: Globale installierte Wärmeleistung 2017

Energie & Wirtschaft, Energieeffizienz

FO404: Vergleich der Jahresvolllaststunden bei der Strom-Wärme-Erzeugung aus Erneuerbaren mit Beitrag Biomasse in der Welt im Jahr 2017 (1,2)

FO406: Entwicklung der globalen Investitionen im Erneuerbare Energien-Sektor von 2005 bis 2017 (1,2)

FO408: Globale Beschäftigung in den Erneuerbare Energien-Sektoren mit Beitrag Biogase nach Ländern und in der EU-28 im Jahr 2017 (1,2)

Anhang zum Foliensatz

FO411: Ausgewählte Internetportale (1-3)

FO414: Ausgewählte Informationsstellen (1-14)

FO428: Ausgewählte Informationsmaterialien (1-3)

FO431: Ausgewählte Foliensätze zum Themenbereich Erneuerbare Energien

Grundlagen, Technologien und Randbedingungen Biomasse & Bioenergie

Glossar

Ausgewählte Begriffe zur Biomasse und Bioenergie (1)

Biodiesel

Methylester eines pflanzlichen oder tierischen Öls mit Dieselkraftstoffqualität, der für die Verwendung als Biokraftstoff bestimmt ist. Gilt als Biokraftstoff der ersten Generation. In Deutschland kommt hauptsächlich Raps zum Einsatz. Auch Soja und Palmöl sowie Sonnenblumenöl können verarbeitet werden. Neben der Nutzung von Pflanzenölen können auch Reststoffe wie Frittier- oder Bratfett sowie tierische Fette für die Biodieselproduktion genutzt werden.

Bioethanol

Ethanol, das aus Biomasse und/oder dem biologisch abbaubaren Teil von Abfällen hergestellt wird und für die Verwendung als Biokraftstoff bestimmt ist. Bioethanol gilt wie Biodiesel als Biokraftstoff der ersten Generation. Im Gegensatz zum Biodiesel findet Bioethanol allerdings bei Ottomotoren Anwendung. Wird Bioethanol herkömmlichen Ottokraftstoffen beigemischt, spricht man gemäß dem Mischungsverhältnis beispielsweise von E5 (bis 5 Prozent Beimischung), E10 (bis 10 Prozent) oder E85 (bis 85 Prozent).

Biogas

Bei der Vergärung von Biomasse oder dem biologisch abbaubaren Teil von Abfällen entstehendes Brenngas, das überwiegend aus Methan (CH_4) und Kohlenstoffdioxid (CO_2) besteht. Durch Reinigung und Aufbereitung kann Erdgasqualität erreicht werden.

Biogene(Siedlungs-)Abfälle

Anteil des Abfalls, der anaerob oder aerob kompostierbar ist und in der Land-, Fisch- und Forstwirtschaft, der Industrie und in den Haushalten anfällt. Dazu zählen unter anderem: Abfall- und Restholz, Stroh, Gartenabfälle, Gülle, Bioabfälle, Fettabfälle. Zum Siedlungsmüll speziell zählen Abfallarten wie Hausmüll, Hausmüllähnliche Gewerbeabfälle, Sperrmüll, Straßenkehricht, Marktabfälle, kompostierbare Abfälle aus der Biotonne, Garten- und Parkabfälle sowie Abfälle aus der Getrenntsammlung von Papier, Pappe, Karton, Glas, Kunststoffe, Holz und Elektronikteile. Per Konvention beträgt der biogene Anteil im Siedlungsmüll 50 Prozent.

Biokraftstoff

Flüssige oder gasförmige Verkehrskraftstoffe, die aus Biomasse hergestellt werden.

Biomasse

Die gesamte, durch Pflanzen und Tiere anfallende/erzeugte organische Substanz. Beim Einsatz von Biomasse zu energetischen Zwecken ist zwischen nachwachsenden Rohstoffen (Energiepflanzen) sowie organischen Reststoffen und Abfällen zu unterscheiden.

Biomethan (Bioerdgas)

Aufbereitetes Roh-Biogas (CO_2 -Gehalt circa 30 bis 45 Volumen-Prozent) von dem Kohlendioxid und Spurenstoffe entfernt wurden, um einen Methangehalt und eine Reinheit auf Erdgasniveau (CO_2 -Gehalt maximal 6 Volumen-Prozent) zu erhalten.

Glossar

Ausgewählte Begriffe zur Biomasse und Bioenergie (2)

Deponiegas

Energiereiches Gas, das bei der Verrottung von Abfällen entsteht. Kann bis zu 55 Prozent Methan (CH_4) und 45 Prozent Kohlendioxid (CO_2) enthalten.

Energiepflanzen

Pflanzen die mit dem Ziel der Energienutzung angebaut werden, beispielsweise Getreidesorten wie etwa Mais, Weizen, Roggen oder Triticale, Gräser wie Chinaschilf (*Miscanthus*), Weidegras, aber auch Ölsaaten, wie Raps und Sonnenblumen, schnell wachsende Hölzer, Pappeln und Weiden sowie Rüben und Hanf.

Erneuerbare Energien (EE)

Energiequellen, die nach den Zeitmaßstäben des Menschen unendlich lange zur Verfügung stehen. Nahezu alle erneuerbaren Energien werden letztendlich durch die Sonne gespeist. Die Sonne verbraucht sich, ist also im strengen Sinne keine „erneuerbare Energiequelle“. Die nach dem derzeitigen Stand der Wissenschaft absehbare Lebensdauer der Sonne liegt aber bei mehr als 1 Milliarde Jahre und ist aus unserer menschlichen Perspektive nahezu unbegrenzt. Die drei originären Quellen sind: Solarstrahlung, Erdwärme (Geothermie) und Gezeitenkraft. Diese können entweder direkt genutzt werden oder indirekt in Form von Biomasse, Wind, Wasserkraft, Umgebungswärme sowie Wellenenergie.

Holzpellets

Genormte, zylindrische Presslinge aus getrocknetem, naturbelassenem Restholz (Sägemehl, Hobelspäne, Waldrestholz) mit einem Durchmesser von 6 Millimeter und einer Länge von 10 bis 30 Millimeter. Sie werden ohne Zugabe von chemischen Bindemitteln unter hohem Druck hergestellt und haben einen Heizwert von rund 5 Kilowattstunden/Kilogramm.

Klärgas

Energiereiches Gas, das in Faultürmen von Kläranlagen entsteht und zu den Biogasen gehört. Hauptbestandteil ist Methan.

Nachwachsende Rohstoffe (NawaRo)

Land- und forstwirtschaftlich erzeugte Biomasse, die zur Energiebereitstellung (Energiepflanzen) oder als Werkstoff genutzt wird.

Bioenergie: vielfältig nutzbar (1)

Als Bioenergie bezeichnet man die aus Biomasse gewonnene Energie. In der energetischen Verwertung werden feste Biomasse wie z.B. Holz, Stroh oder Pflanzenabfälle, flüssige Pflanzenöle z.B. aus Raps oder Sonnenblumen, Biogas aus der Vergärung organischer Stoffe und biogene Abfälle eingesetzt. Da der Atmosphäre bei der Bildung von Biomasse durch Photosynthese genauso viel Kohlendioxid entzogen wie später bei der Verbrennung oder Verrottung wieder freigesetzt wird, fungiert Biomasse letztlich als klimaneutraler Speicher für Sonnenenergie.

Neben der günstigen Klimabilanz hat die Nutzung von Biomasse weitere Vorteile. Knappe fossile Ressourcen können mit ihrer Hilfe geschont werden, die Abhängigkeit von Rohstoffimporten sinkt. Lange Transportwege werden vermieden, da nachwachsende Rohstoffe häufig aus der Region stammen. Transport und Lagerung bergen insbesondere im Vergleich zu Öl und Gas viel geringere Sicherheits- und Umweltrisiken.

Der Einsatz von heimischer Biomasse stärkt die regionale Wertschöpfung, Land- und Forstwirtschaft finden neue Beschäftigungs- und Absatzmodelle.

Bioenergie kann vielfach verwendet werden. Sie ist gleichermaßen für die Produktion von Strom, Wärme und Kraftstoffen geeignet und hat daher ein großes Potenzial. Wie viel Energie aus Biomasse bereitgestellt werden kann, hängt maßgeblich davon ab, wie viel Fläche für den nachhaltigen Anbau von Energiepflanzen zur Verfügung steht. Der BEE geht in seinen Potenzialberechnungen für Deutschland in Übereinstimmung mit der Leitstudie des Bundesumweltministeriums von 2008 von 3,2 Millionen Hektar* für das Jahr 2020 aus.

Während der Einsatz der Bioenergie bei der Strom- und Wärmeerzeugung in den letzten Jahren zugenommen hat, ist der Anteil der Biokraftstoffe am Energieverbrauch im Verkehrssektor rückläufig. Ursache sind im wesentlichen Änderungen in der Biokraftstoffpolitik der Bundesregierung, die insbesondere zulasten der heimischen Biokraftstoffbranche gingen.

* 1 Hektar (ha) = 100 Ar (a) = 10.000 m²

Biomasse – Der Dauerbrenner für Wärme und Strom am Beispiel Deutschland Ende 2010

→ Die Fakten

- 7,7 Prozent des deutschen Endenergieverbrauchs im Jahr 2010 stammen aus Biomasse, also aus Festbrennstoffen, Biogas, Flüssigbrennstoffen, aber auch dem biogenen Anteil des Abfalls. 255 Holzheizkraftwerke, knapp 5.900 Biogasanlagen und viele Millionen kleine Biomasseheizungen stellen klimafreundlich Strom und Wärme bereit.
- Die Wärmebereitstellung aus Holz und anderen festen Bioenergieträgern gewinnt angesichts steigender Öl- und Gaspreise deutlich an Bedeutung.
- Biogasanlagen sind ein neues wirtschaftliches Standbein für die Landwirtschaft. Besonders die Gülleenutzung leistet einen erheblichen Beitrag zum Klimaschutz. Biogas-Mikronetze und die Aufbereitung des Biogases auf Erdgasqualität schaffen neue Optionen für den Betrieb von Biogasanlagen.
- Das Ausbaupotenzial der Biomasse in Deutschland liegt bei rund 10 Prozent des heutigen Energierohstoffbedarfs.

Die Wege zum Umwandeln der Biomasse zur Energieversorgung sind vielfältig und komplex (1)

The primary biomass feedstocks usually exist in solid form and include residues from forestry and agricultural harvesting, residues from food and fibre processing, organic components of municipal solid waste (MSW), and animal manures. Feedstocks can also come in liquid form, such as waste water.

Biomass feedstock can be processed into biomass fuels that are solid (e.g., wood pellets or chips), gaseous (e.g., biogas, biomethane, synthesis gas), and/or liquid (e.g., ethanol, biodiesel). Using a wide variety of technologies, these fuels are then converted into end-use energy as heat, electricity, or transport fuels and are used to provide useful energy services such as space heating, food chilling, light, and mobility.

The pathways for converting biomass to energy services are many and complex.

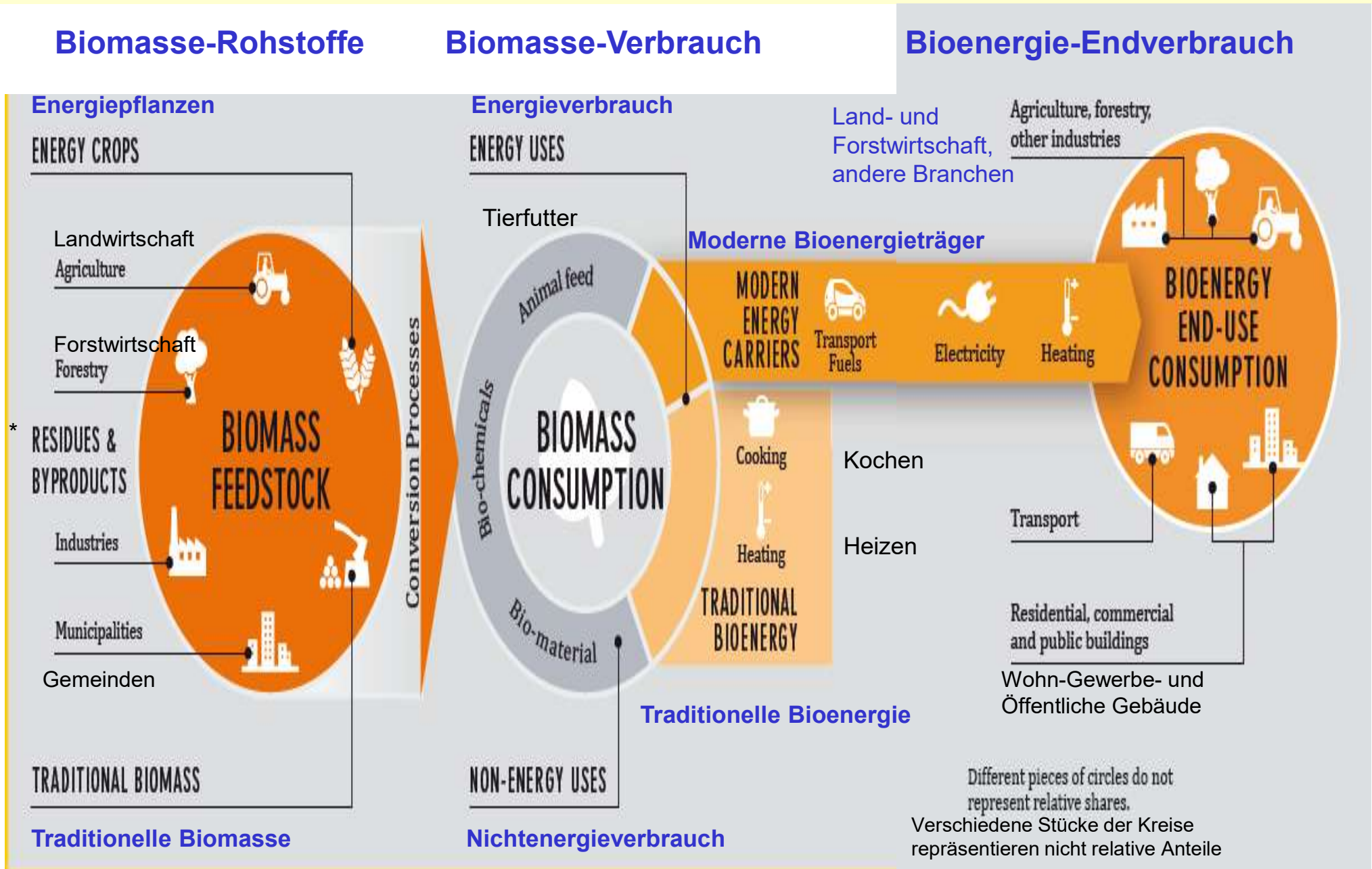
Die **primären Biomassen** gib es der Regel in fester Form und umfassen auch Rückstände aus land-und forstwirtschaftlichen Ernten, Rückständen aus der Lebensmittel-und Faserverarbeitungen, organischen Bestandteilen von Siedlungsabfällen (MSW), und tierische Dünger. Feedstocks kann auch in flüssiger Form vorkommen, wie Abwasser.

Biomasse-Rohstoffe können in Biomasse verarbeitet werden, die fest sind (z. B. Holz-Pellets, Scheitholz oder Schnitzel), die gasförmig sind (z.B. Biogas, Biomethan, Synthesegas) und / oder flüssig sind (z.B. Ethanol, Biodiesel) mit einer Vielzahl von Technologien.

Diese Biomassen werden dann in Bio-Endenergie umgewandelt als Wärme, Strom oder Kraftstoffen und werden verwendet, um nutzbare **Energiedienstleistungen** wie Raumheizung, Lebensmittelkühlung, Licht und Mobilität zu ermöglichen.

Die Wege zum Umwandeln der Biomasse zur Energie-versorgung sind vielfältig und komplex.

Die Wege zum Umwandeln der Biomasse zur Energieversorgung sind vielfältig und komplex (2)

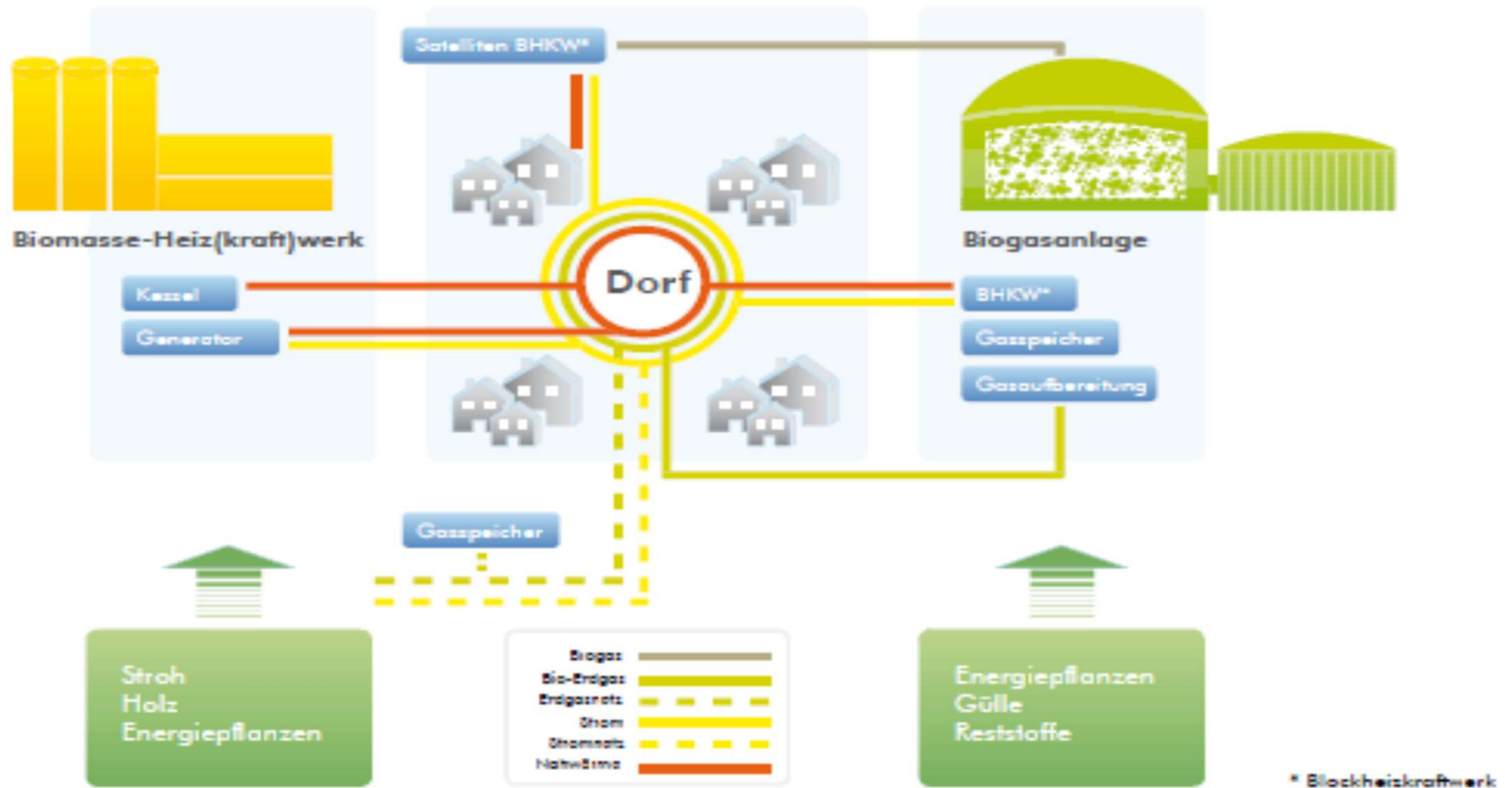


* Rückstände & Nebenprodukte

Quelle: REN21 - RENEWABLES 2012 - Global Status Report, S. 32; 2012

Stoffströme im Bioenergiedorf (3)

Stoffströme im Bioenergiedorf

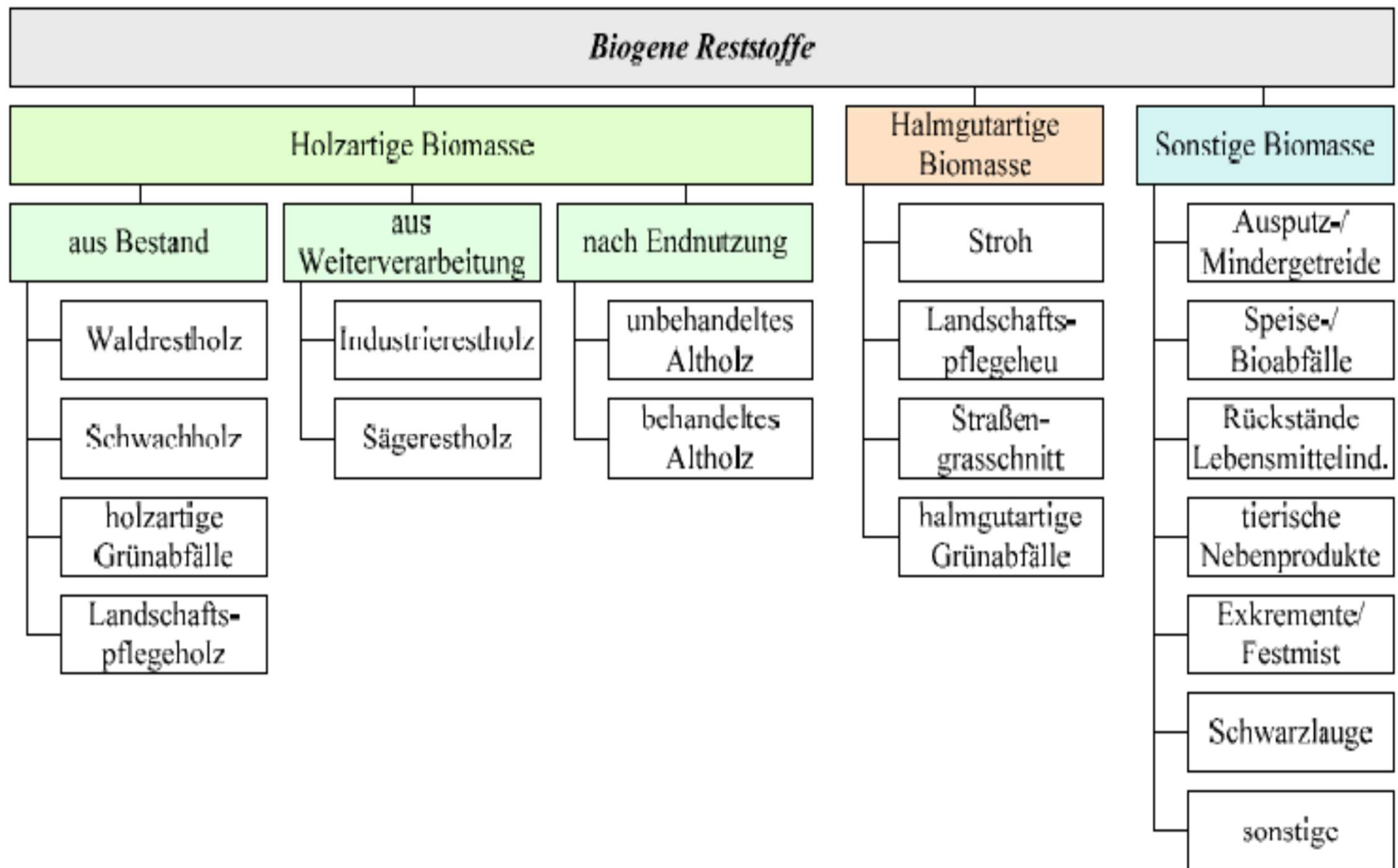


Quelle: FNR (2012)
© FNR 2018

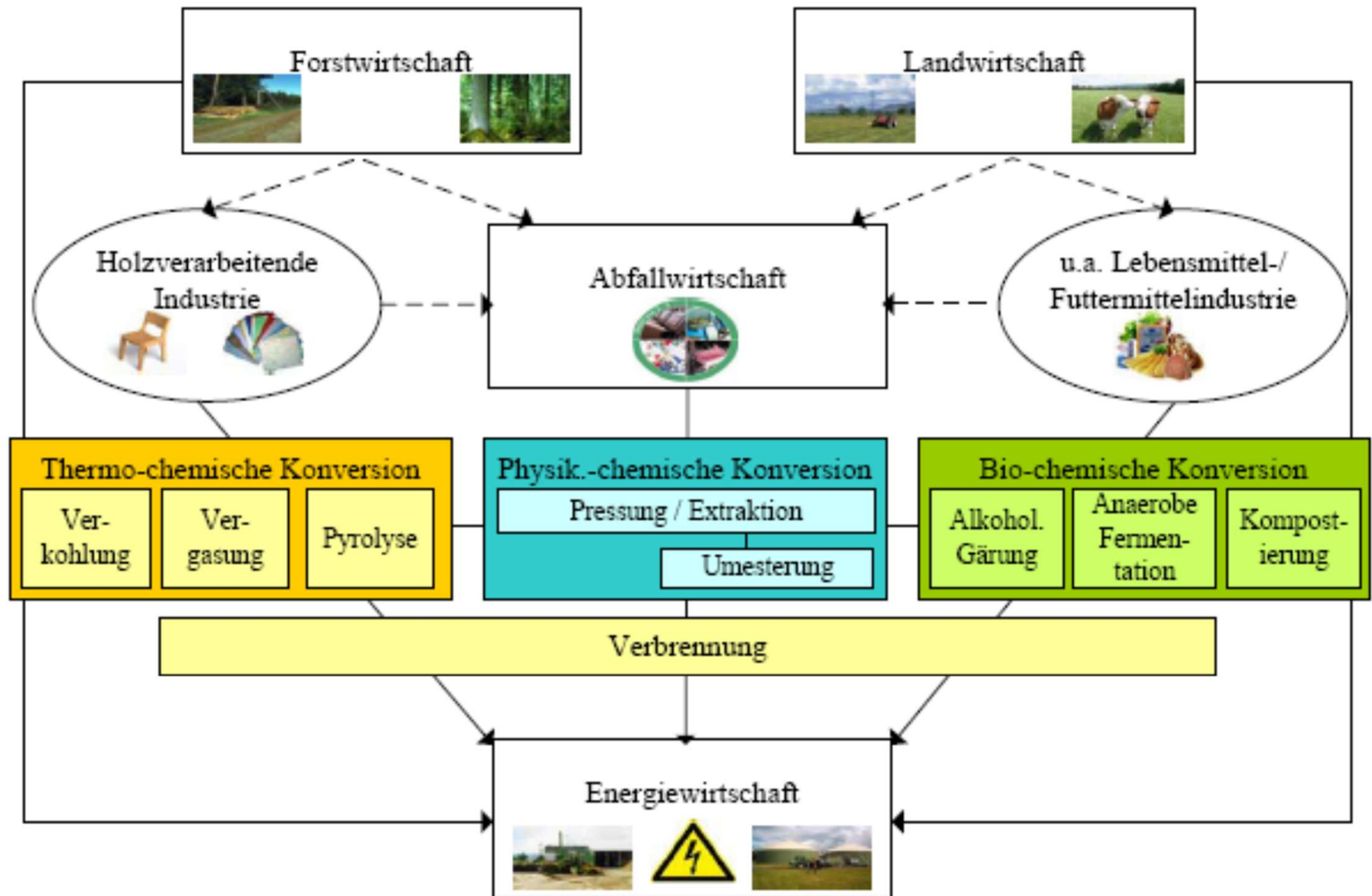
Ausgewählte Biomasse-Rohstoffe, Biomasse-Produkte und Bioenergie-Nutzungen

Benennung	Biomasse-Rohstoffarten	Biomasse-Produkte	Bioenergie-Nutzung
Feste biogene Brennstoffe	Holz, Rinde, Sägereste Koppelprodukte (z. B. Stroh) Ganzpflanzen (z. B. Schilf, Getreide) Biogener Anteil des Abfalls	Scheitholz, Hack-schnitzel, Pelletts	Wärme, Strom
Gasförmige biogene Brennstoffe	Gülle Energiepflanzen, z.B. Mais Reststoffe, Substrate Deponie Klärschlamm Holzreste Biogener Anteil des Abfalls	Biogas Deponiegas Klärgas Holzgas	Wärme, Strom
Flüssige biogene Brennstoffe	Biogener Anteil des Abfalls		Wärme, Strom
Biokraftstoffe	Energiepflanzen, z.B. Raps, Soja, Palmöl sowie Abfall Energiepflanzen, z.B. Getreide, Zuckerrohr, Zuckerrüben Flüssiges Pflanzenöl Wald- und Getreidereste	Biodiesel Bioethanol Pflanzenöl Biomethan und BtL (Biomass-to-Liquid)	Kraftstoffe
Hinweise: Quellen: FNR, UM BW, BUM, REN21 u.a.			

Klassifizierung biogener Reststoffe



Prinzipielle energetische Nutzungsoptionen biogener Reststoffe



Bioenergieträger, ihre typischen Umwandlungsverfahren und Erträge, angegeben als Heizöläquivalent in Litern pro Hektar und Jahr

Energieträger	Umwandlungsverfahren	Ertrag Heizöläquivalent in l/(ha•a)
<i>Rückstände</i>		
Waldrestholz	Verbrennung	434
Getreidestroh	Verbrennung	2.390
<i>Energiepflanzen</i>		
Maissilage	Vergärung zu Biogas	5.280
Rapsöl	Verbrennung/ Umesterung zu Biodiesel	1.528
Kurzumtriebsplantagen (z. B. Pappeln, Weiden)	Verbrennung	5.120
Getreideganzpflanzen	Vergärung zu Biogas	4.013
Getreidekörner	Verbrennung/Vergärung zu Biogas/Vergärung zu Ethanol	2.232
Futtergräser (z. B. Rohrschwingel)	Vergärung zu Biogas	3.016
Miscanthus (Chinaschilf; ab 3. Jahr)	Verbrennung	6.081

Verbrennungstechnische Daten von festen, flüssigen und gasförmigen Bioenergieträgern

Brennstoff	Menge/ Einheit	Wassergehalt w in %	Masse (inkl. Wasser) in kg	Heizwert (bei w) in MJ/kg	Brennstoffmenge in		
					MJ	kWh	Heizöläquivalent (Liter)
Scheitholz (geschichtet)*							
Buche 33 cm, lufttrocken	1 Rm	15	445	15,3	6.797	1.888	189
Buche 33 cm, angetrocknet	1 Rm	30	495	12,1	6.018	1.672	167
Fichte 33 cm, lufttrocken	1 Rm	15	304	15,6	4.753	1.320	132
Fichte 33 cm, angetrocknet	1 Rm	30	349	12,4	4.339	1.205	121
Holzhackschnitzel*							
Buche, trocken	m³	15	295	15,3	4.503	1.251	125
Buche, beschränkt lagerfähig	m³	30	328	12,1	3.987	1.107	111
Fichte, trocken	m³	15	194	15,6	3.032	842	84
Fichte, beschränkt lagerfähig	m³	30	223	12,4	2.768	769	77
Pellets							
Holzpellets, nach Volumen	m³	8	650	17,1	11.115	3.088	309
Holzpellets, nach Gewicht	1 t	8	1.000	17,1	17.101	4.750	475
Brennstoffe nach Gewicht							
Buche, lufttrocken	1 t	15	1.000	15,3	15.274	4.243	424
Buche, angetrocknet	1 t	30	1.000	12,1	12.148	3.374	337
Fichte, lufttrocken	1 t	15	1.000	15,6	15.614	4.337	434
Fichte, angetrocknet	1 t	30	1.000	12,4	12.428	3.452	345
Halmgut (z. B. Stroh)	1 t	15	1.000	14,3	14.254	3.959	396
Biokraftstoffe							
Rapsöl	m³	< 0,1	920	37,6	34.590	9.609	961
Biodiesel (Rapsölmethylester)	m³	< 0,03	880	37,1	32.650	9.093	909
Biogas	m³	2–7	1,2	15–22,5	18–27	5–7,5	0,6

Quelle: Handbuch Bioenergie-Kleinanlagen, FNR (2013) und eigene Berechnungen

* Die unterhalb der 25 % Wassergehalt eintretende Volumenänderung wurde berücksichtigt.

Möglichkeiten der Verstromung von Biomasse



* kleinere Leistungsklasse als Dampfturbine; ** je nach Brennstoffzellentyp

Verschiedene Technologien stehen zur Stromerzeugung aus Biomasse bereit.

Typische Eigenschaften von Energieträgern am Beispiel in Baden-Württemberg

Energieträger	Dichte kg/l	Heizwert			
		kWh/kg	kWh/l bzw. kWh/m³	MJ/kg	MJ/l bzw. MJ/m³
Kraftstoffe					
Biodiesel*	0,88	10,3	9,1	37,1	32,6
Bioethanol*	0,79	7,4	5,9	26,7	21,2
Rapsöl*	0,92	10,4	9,6	37,6	34,6
Diesel	0,84	12,0	10,0	43,1	35,9
Benzin	0,76	12,2	9,0	43,9	32,5
Feste und gasförmige Energieträger					
Steinkohle	-	8,3-10,6	-	30,0-38,1	-
Braunkohle	-	2,6-6,2	-	9,2-22,2	-
Erdgas H (in m³)	0,76	11,6	8,8	41,7	31,7
Heizöl EL	0,86	11,9	10,2	42,8	36,8
Biogas* (in m³)	1,20	4,2-6,3	5,0-7,5	15,0-22,5	18,0-27,0
Holzpellets*	0,65	4,9-5,4	3,2-3,5	17,5-19,5	11,4-12,7
* Erneuerbare Energien					

Umrechnung von Energieeinheiten und Typische Eigenschaften von ausgewählten Energieträgern

Umrechnung von Einheiten

	MJ	kWh	m³ Erdgas
1 MJ	1	0,278	0,032
1 kWh	3,6	1	0,113
1 m³ Erdgas	31,74	8,82	1

	m³	l	Barrel
1 m³	1	1.000	6,3
1 l	0,001	1	0,0063
1 Barrel	0,159	159	1

Vorzeichen für Einheiten

Vorsatz	Vorsatzzeichen	Faktor	Zahlwort
Kilo	k	10³	Tausend
Mega	M	10⁶	Million
Giga	G	10⁹	Milliarde
Tera	T	10¹²	Billion
Peta	P	10¹⁵	Billiarde
Exa	E	10¹⁸	Trillion

* Energieeinheit: 1 kWh = 3,6 MJ

TYPISCHE EIGENSCHAFTEN VON KRAFTSTOFFEN

	Dichte [kg/l]	Heizwert [kWh/kg]	Heizwert [kWh/l]	Heizwert [MJ/kg]	Heizwert [MJ/l]
Biodiesel	0,88	10,3	9,1	37,2	32,7
Bioethanol	0,79	7,4	5,8	26,7	21,1
Pflanzenöl	0,92	10,3	9,5	37,2	34,3
Diesel	0,83	11,9	9,9	43,0	35,7
Benzin	0,74	12,1	9,0	43,5	32,3

TYPISCHE EIGENSCHAFTEN VON FESTEN UND GASFÖRMIGEN ENERGIE TRÄGERN

	Dichte [kg/l] bzw. [kg/m³]	Heizwert [kWh/kg]	Heizwert [kWh/l] bzw. [kWh/m³]	Heizwert [MJ/kg]	Heizwert [MJ/l] bzw. [MJ/m³]
Steinkohle	-	8,3 - 10,6	-	30,0 - 38,1	-
Braunkohle	-	2,6 - 6,2	-	9,2 - 22,2	-
Erdgas H (pro m³)	0,76	12,9	9,8	46,3	35,2
Heizöl EL	0,86	11,5	9,9	41,6	35,7
Biogas (pro m³)	1,20	4,2 - 6,3	5,0 - 7,5	15,0 - 22,5	18,0 - 27,0
Holzpellets	0,65	4,9 - 5,4	3,2 - 3,5	17,5 - 19,5	11,4 - 12,7

Eigenschaften von Biogas im Vergleich zu anderen Gasen

Biogas besteht im Wesentlichen aus Methan (50 - 80 Vol%), Kohlendioxid (20 - 50Vol%), Schwefelwasserstoff (0,01 - 0,4 Vol%) sowie Spuren von Ammoniak, Wasserstoff, Stickstoff und Kohlenmonoxid. Mit dem Auftreten von Schwebstoffen ist zu rechnen.

*** Beispiel: Methan 60 Vol%, Kohlendioxid 38 Vol%, Restgase 2 Vol%**

Benennung	Einheit	Biogas*	Erdgas	Propan	Methan	Wasserstoff
Heizwert	kWh/m ³	6	10	26	10	3
Dichte	kg/m ³	1,2	0,7	2,01	0,72	0,09
Dichteverhältnis zu Luft	-	0,9	0,54	1,51	0,55	0,07
Zündtemperatur	°C	700	650	470	650	585
Max. Flammfortpflanzungsgeschwindigkeit in Luft	m/s	0,25	0,39	0,42	0,47	0,43
Explosionsbereich	Vol%	6-12	4,4-15	1,7-10,9	4,4-16,5	4-77
Theoretischer Luftbedarf	m ³ /m ³	5,7	9,5	23,9	9,5	2,4

Quelle: WM BW – Broschüre Bio-Sicherheitsregeln für landwirtschaftliche Biogasanlagen, Stuttgart 11/2002

Grundlagen, Technologien und Randbedingungen Biogase

Biogene Gasarten

- Biogas (Gülle)
- Biogas (Gülle/Kofermentation)
- Biomethan
- Deponiegas
- Klärgas
- Holzgas
- Sonstige

Anwendungen

- Stromerzeugung
- Wärmeerzeugung
- Strom- und Wärmeerzeugung (KWK)
- Einspeisung ins Erdgasnetz und Erdgasspeicher (Biomethan)
- Beimischung in Kraftstoffen (Biomethan)

Was ist Biogas?

Bei der Vergärung von Biomasse oder dem biologisch abbaubaren Teil von Abfällen entstehendes Brenngas, das überwiegend aus Methan (CH_4) und Kohlenstoffdioxid (CO_2) besteht. Durch Reinigung und Aufbereitung kann Erdgasqualität erreicht werden.

Unter dem Begriff "Vergärung" versteht man den mikrobiologischen Abbau von organischen Stoffen in feuchter Umgebung unter Luftabschluss (anaerobes Milieu). Dieser biologische Zersetzungsprozess (Faulung/Gärung) wandelt die organische Biomasse hauptsächlich in die Bestandteile Wasser, Kohlendioxid und Methan um.

Das Endprodukt der Vergärung ist das brennbare Biogas, ein Gasgemisch, das vorwiegend aus den folgenden Bestandteilen besteht.

50–75 % Methan (CH_4), 25–45 % Kohlendioxid (CO_2), 2–7 % Wasserdampf (H_2O), < 2 % Sauerstoff (O_2), < 2 % Stickstoff (N_2), < 1 % Ammoniak (NH_3), < 1 % Schwefelwasserstoff (H_2S) und < 2 % Spurengasen.

Der Energiegehalt des Biogases ist direkt vom Methangehalt abhängig.

Ein Kubikmeter (m^3) Methan hat einen Energiegehalt von knapp zehn Kilowattstunden (9,97 kWh).

Bei einem Methananteil im Biogas von 60 % beträgt der energetische Nutzen von einem Kubikmeter Biogas ca. sechs Kilowattstunden. Somit entspricht der durchschnittliche Heizwert eines Kubikmeters Biogas etwa 0,6 Liter Heizöl.

Welchen Energieinhalt hat Biogas?

Der Energiegehalt korreliert mit dem Methananteil im Biogas. Dieser kann abhängig vom Substrat und Prozessablauf zwischen 50 und 75 % liegen.

Ein Kubikmeter Methan hat einen Energiegehalt von rund 10 Kilowattstunden (9,97 kWh). Liegt der Methananteil im Biogas z. B. bei 55 %, so beträgt der energetische Nutzen von 1 m³ Biogas rund 5,5 kWh.

Heizwert: 5–7,5 kWh/m³ (abhängig vom Methan-Gehalt)
Durchschnitt: 6 kWh/m³ bzw. 21,6 MJ/m³

Heizöläquivalent: 1m³ Biogas entspricht ca. 0,6 l Heizöl

Richtwerte für allgemeine Kalkulationen landwirtschaftlicher Biogasanlagen (1)

Faustzahlen

Nachfolgende Kennzahlen können als Richtwerte für allgemeine Kalkulationen landwirtschaftlicher Biogasanlagen genutzt werden.

Allgemeine Umrechnung Biogas und Biomethan	
1 m ³ Biogas	5,0–7,5 kWh Energiegehalt
1 m ³ Biogas	50–75 % Methangehalt
1 m ³ Biogas	ca. 0,6 l Heizöläquivalent
1 m ³ Methan	9,97 kWh Energiegehalt
1 m ³ Methan	Heizwert 36 MJ/m ³ bzw. 50 MJ/kg
1 m ³ Methan	1 l Heizöläquivalent

Durchschnittliche Zusammensetzung von Biogas	
Bestandteil	Konzentration
Methan (CH ₄)	50–75 Vol.-%
Kohlendioxid (CO ₂)	25–45 Vol.-%
Wasserdampf (H ₂ O)	2–7 Vol.-%
Schwefelwasserstoff (H ₂ S)	20–20.000 ppm
Sauerstoff (O ₂)	< 2 Vol.-%
Stickstoff (N ₂)	< 2 Vol.-%
Ammoniak (NH ₃)	< 1 Vol.-%
Wasserstoff (H ₂)	< 1 Vol.-%
Spurengase	< 2 Vol.-%

Biogasertrag von	
Milchkuh (17 m ³ Gülle/TP • a)	289 Nm ³ Methan ≅ 1.095 kWh _{el} /TP • a*
Mastschwein (1,6 m ³ Gülle/TP • a)	19 Nm ³ Methan ≅ 73 kWh _{el} /TP • a*
Mastrind (2,8 t Festmist/TP • a)	185 Nm ³ Methan ≅ 562 kWh _{el} /TP • a*
Reitpferd (11,1 t Festmist/TP • a)	388 Nm ³ Methan ≅ 1.472 kWh _{el} /TP • a*
Legehühner (2,0 m ³ Rottemist/100 TP • a)	164 Nm ³ Methan ≅ 621 kWh _{el} /100 TP • a*
1 ha Silomais (40–60 t FM**)	3.956–5.934 Nm ³ Methan ≅ 14.985–22.477 kWh _{el} /ha*
1 ha Zuckerrüben (55–75 t FM**)	3.523–4.803 Nm ³ Methan ≅ 13.343–18.195 kWh _{el} /ha*
1 ha Getreide-GPS (30–50 t FM**)	2.884–4.807 Nm ³ Methan ≅ 10.926–18.210 kWh _{el} /ha*
1 ha Durchwachsene Silphie (45–60 t FM**)	2.871–3.828 Nm ³ Methan ≅ 10.874–14.499 kWh _{el} /ha*
1 ha Sudangras (35–55 t FM**)	2.392–3.759 Nm ³ Methan ≅ 9.061–14.238 kWh _{el} /ha*
1 ha Grünland (23–43 t FM**)	2.001–3.808 Nm ³ Methan ≅ 7.579–14.424 kWh _{el} /ha*
1 ha Getreidekorn Roggen (4,3–6,8 t FM**)	1.390–2.179 Nm ³ Methan ≅ 5.264–8.255 kWh _{el} /ha*

Richtwerte für allgemeine Kalkulationen landwirtschaftlicher Biogasanlagen (2)

Prozesskennzahlen		
Temperatur	<i>mesophil</i>	32–34 °C
	<i>thermophil</i>	50–57 °C
pH-Wert	<i>Hydrolyse/ Acidogenese</i>	4,5–7
	<i>Acetogenese/ Methanogenese</i>	6,8–8,2
Faulraumbelastung		Ø 3,2 kg oTM/(m³ • d); (von 1,1–9,3)
mittlere hydraulische Verweilzeit	<i>einstufig</i>	22–88 Tage (Ø 58)
	<i>mehrstufig</i>	37–210 Tage (Ø 101)
FOS/TAC-Verhältnis		< 0,6
Biogasspeicher Gasdurchlässigkeit		1–5 ‰ Biogas/Tag
Strombedarf BGA		Ø 7,6 %
Wärmebedarf BGA		Ø 27 %
Arbeitsbedarf BGA pro Jahr		1,15–8,5 Akh/(kW _{el} • a)
Betriebsstörungen BGA pro Jahr		1,2 je 10 kW _{el}

Kennziffern Gasverwertung	
BHKW Wirkungsgrad _{el}	28–47 %
BHKW Wirkungsgrad _{th}	34–55 %
BHKW Wirkungsgrad _{gesamt}	ca. 85–90 %
BHKW Nutzungsumfang	60.000 Betriebsstunden
Mikrogasturbine Wirkungsgrad _{el}	26–33 %
Mikrogasturbine Wirkungsgrad _{th}	40–55 %
Brennstoffzelle Wirkungsgrad _{el}	40–60 %
ORC-Anlage Wirkungsgrad _{el}	6–16 %

Ökonomische Kennzahlen	
<i>spezifische Investitionskosten</i>	
BGA 75 kW _{el}	ca. 9.000 €/kW _{el}
BGA 150 kW _{el}	ca. 6.500 €/kW _{el}
BGA 250 kW _{el}	ca. 6.000 €/kW _{el}
BGA 500 kW _{el}	ca. 4.600 €/kW _{el}
BGA 750 kW _{el}	ca. 4.000 €/kW _{el}
BGA 1.000 kW _{el}	ca. 3.500 €/kW _{el}
BGA mit Aufbereitung 400 Nm³/h	ca. 9.600 €/Nm³ • h
BGA mit Aufbereitung 700 Nm³/h	ca. 9.100 €/Nm³ • h
ORC-Anlage 13–375 kW _{el}	ca. 5.000–7.700 €/kW _{el}
<i>Stromgestehungskosten</i>	
BGA 75 kW _{el}	ca. 30 ct/kWh
BGA 500 kW _{el}	ca. 17 ct/kWh
BGA 1.000 kW _{el}	ca. 15 ct/kWh
<i>Biomethanproduktionskosten</i>	
400 Nm³/h	7–9 ct/kWh
700 Nm³/h	6–8 ct/kWh

Beispiel jährlicher Substratbedarf Biogasanlage 75 kW_{el}
 3.300 t Rindergülle (194 Milchkühe; bei Ø 8.000 Milchleistung/a)
 790 t Maissilage (18 ha; bei Ø 50 t FM/ha Ertrag**)

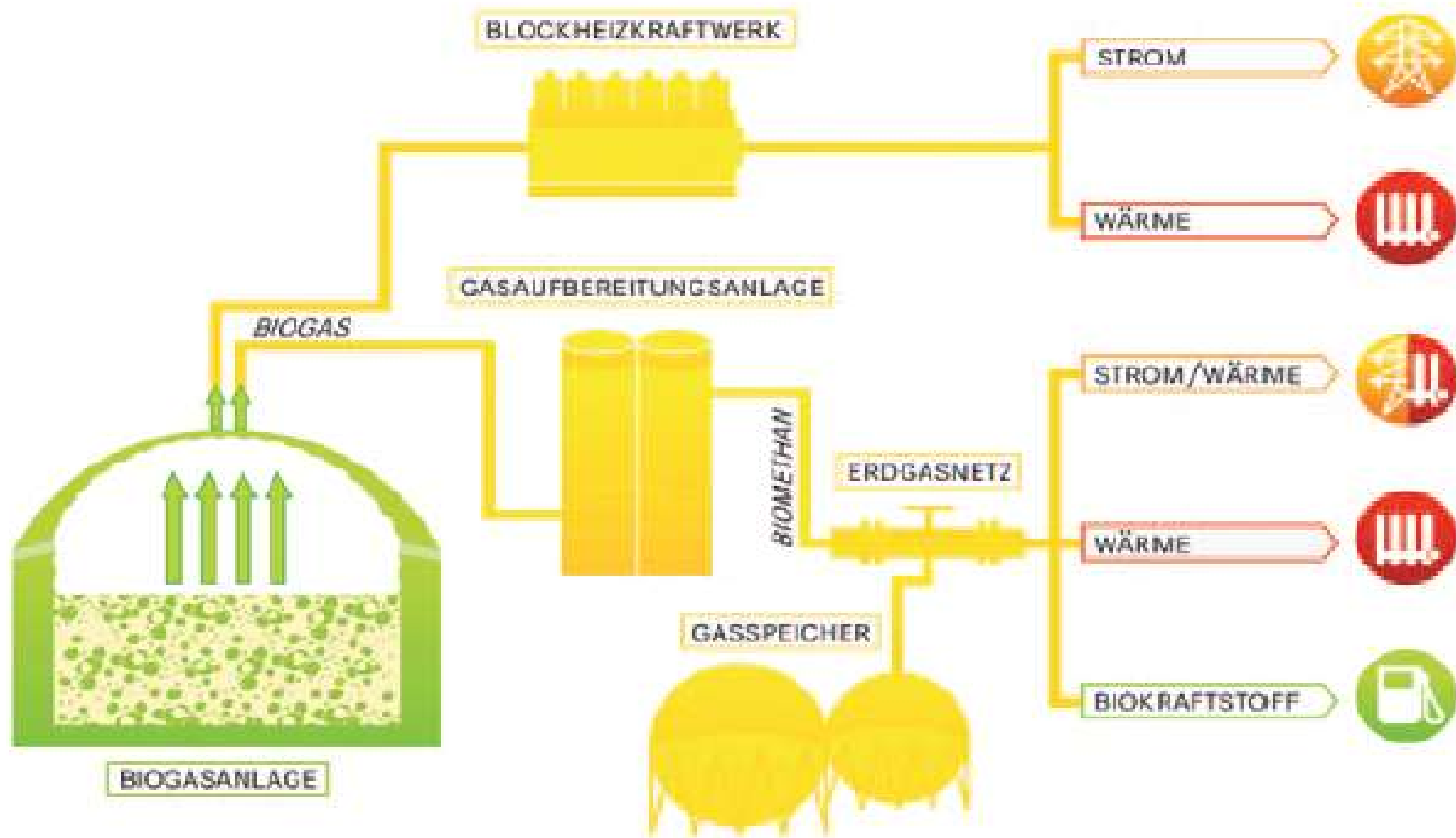
Beispiel jährlicher Substratbedarf Biogasanlage 500 kW_{el}
 2.200 t Rindergülle (129 Milchkühe, bei Ø 8.000 l Milchleistung/a)
 6.500 t Maissilage (148 ha; bei Ø 50 t FM/ha Ertrag**)
 1.100 t Getreide-GPS (31 ha; bei Ø 40 t FM/ha Ertrag**)
 1.100 t Grassilage vom Dauergrünland (42 ha; bei Ø 30 t FM/ha Ertrag**)

* BHKW-Wirkungsgrad 38 %_{el}

** 12 % Siliverluste berücksichtigt, bei Zuckerrüben 15 % (Lagune), bei Getreidekorn Roggen 1,4 %

Nutzungsmöglichkeiten von Biogas (1)

VIelfÄLTIGE NUTZUNG VON BIOGAS



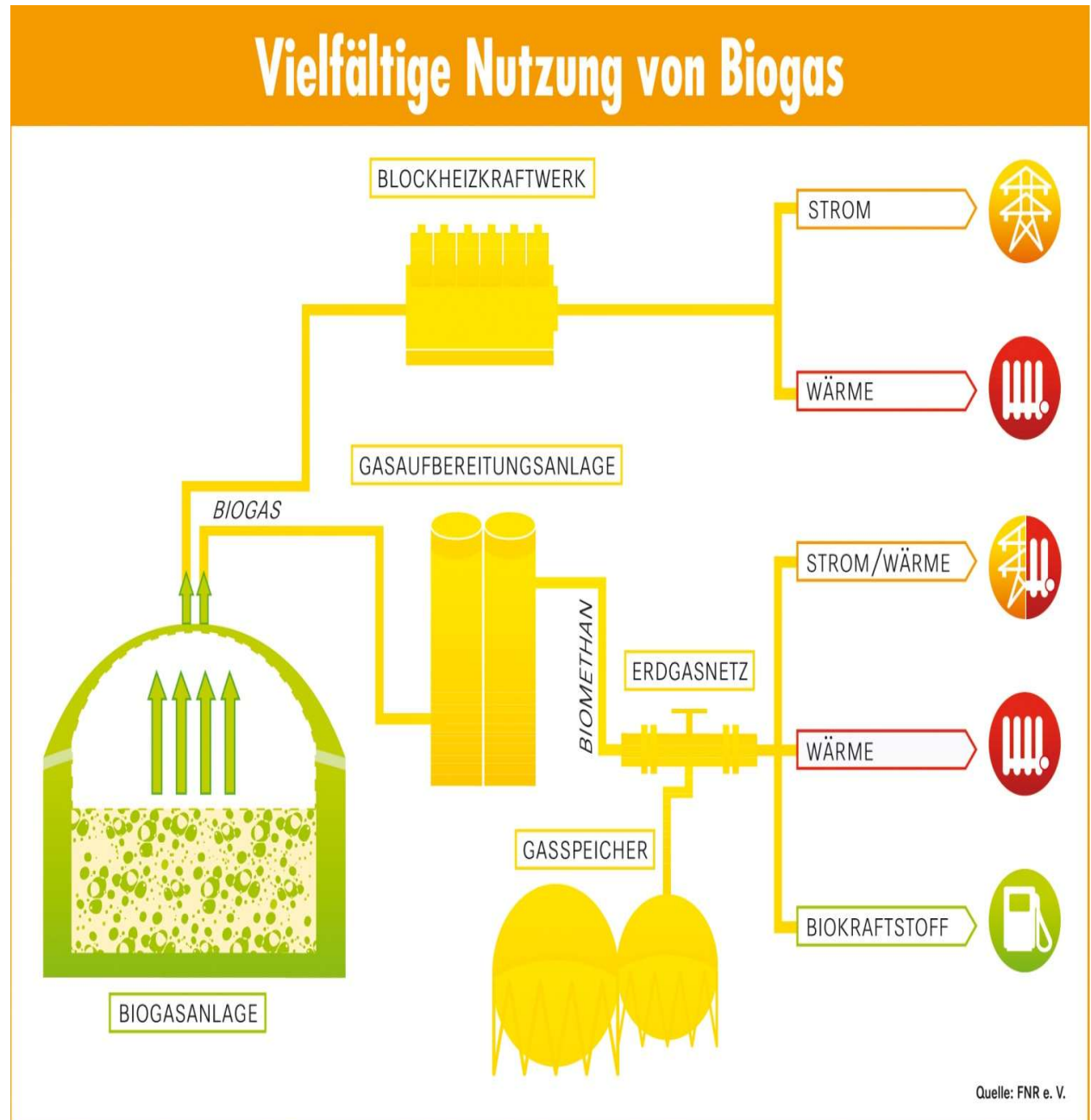
Nutzungsmöglichkeiten von Biogas (2)

Biogasnutzung

Biogas ist vielfältig nutzbar. Bei der direkten Verstromung über ein Blockheizkraftwerk entsteht neben „grünem“ Strom auch Wärme, die z. B. im landwirtschaftlichen Betrieb oder zu Heizzwecken in Bioenergie-dörfern genutzt werden kann.

Größere Anlagen bereiten Biogas oft zu Biomethan auf und speisen es als Bioerdgas in das Erdgas-netz ein.

So kann Biomethan dort, wo es benötigt wird, zur kombinier-ten Strom- und Wärmenutzung, zur ausschließlichen Wärmenutzung oder zum Tanken in Erdgasfahr-zeugen zum Einsatz kommen. Biomethan lässt sich im Erdgasnetz mit den vorhandenen Erdgas-speichern oder auch begrenzt anlagennah speichern und bedarfsgerecht einsetzen.



Wichtiges zur Nutzung von Biogas in der Landwirtschaft

- Biogas ist auf dem Vormarsch**
- Immer mehr Bauern setzen auf die umweltfreundliche Energiequelle aus Gülle und Silage**
- Biogas entsteht durch die Gärung von Jauche, Gras, Mais und Lebensmittel**
- Das Gemisch aus den Hauptkomponenten Methan und Kohlenstoffdioxid wird auf 40°C erwärmt, Bakterien bauen die Masse ab**
- Das Gas wird in ein Blockheizkraftwerk geleitet, wo es einen Generator antreibt**
- Der Strom wird in das Elektrizitätsnetz gespeist, die Abwärme zum Heizen verwendet**
- Ein Kubikmeter Biogas entspricht rund einen halben Liter Heizöl**
- Der vergäerte Feststoff dient den Bauern anschließend als geruch- und keimfreier Dünger**

Ausgangsstoffe zur Biogasgewinnung

Ausgangsstoffe zur Biogasgewinnung

Für die Biogasgewinnung lässt sich eine Vielzahl organischer Substrate verwenden.

In landwirtschaftlichen Anlagen dienen überwiegend tierische Exkreme (z. B. Rinder- und Schweinegülle) und gezielt angebaute Energiepflanzen als Substrate. Mit deren Hilfe wird jedes Jahr aufs Neue Biomasse bereitgestellt.

Inzwischen hat sich bereits ein Markt für **Biogassubstrate aus nachwachsenden Rohstoffen** entwickelt, deren Einsatz vermutlich weiter ansteigen wird.

So verteilt sich derzeit der Substrateinsatz gemäß einer aktuellen Betreiberumfrage (Monitoringbericht zum EEG) in den bundesweit betriebenen Biogasanlagen auf 43% tierische Exkreme,

49% nachwachsende Rohstoffe (Energiepflanzen),

7% Bioabfälle sowie auf

1% Reststoffe aus Industrie und Landwirtschaft.

Als nachwachsende Rohstoffe kommen zum Beispiel Mais, Getreide, Gräser, und Zuckerrüben in Frage, wobei derzeit Mais aufgrund der besten Flächeneffizienz, technologischen Eignung und Kostenstruktur den eindeutig größten Nutzungsumfang einnimmt. Für Mais sprechen hohe Trockensubstanz- und Energieerträge sowie der geringere Dünger- und Pflanzenschutz Aufwand im Vergleich zu Getreide. Als Risiken sind insbesondere der negative Einfluss auf Bodenfruchtbarkeit und Biodiversität zu nennen.

Als Folge der zunehmenden Kritik am stark wachsenden Maisanbau wird vermehrt an Alternativen geforscht. Ziel ist es, den Energiepflanzenanbau nachhaltig und umweltschonend durchzuführen. Zunehmende Bedeutung kommt der Rübe zu, die ein ähnliches Ertragspotenzial wie Mais hat. Derzeit gibt es zahlreiche und aussichtsreiche Forschungsprojekte, die diese Entwicklung forcieren.

Weiterhin wird derzeit auch der Anbau von Mischkulturen, Wildpflanzen und neuen Energiepflanzen wie der Durchwachsenen Silphie oder Sorghum-Arten in Forschungsprojekten untersucht. Insgesamt soll der Energiepflanzenanbau in mehrgliedrige Fruchtfolgen eingebunden werden und durch weitere geeignete Maßnahmen, wie z. B. Blühstreifen, entzerrt werden (mehr Informationen unter www.energiepflanzen.info). Allerdings ist bei der alternativen Nutzung von Gräsern, Sonnenblumen und den meisten anderen Energiepflanzen im Gegensatz zu Mais mit einer größeren Anbaufläche zu kalkulieren.

Durch die Nutzung von Gülle und anderen Wirtschaftsdüngern kommt es nicht nur zu einer sinnvollen energetischen Nutzung dieses enormen Potenzials, dieses ist auch aus Sicht des Klimaschutzes (Emissionsvermeidung) von großer Bedeutung. Gülle ist problemlos mit den meisten anderen Einsatzstoffen kombinierbar, zudem wird ihr auch eine prozessstabilisierende Wirkung zugeschrieben.

Neben nachwachsenden Rohstoffen, Exkrementen, Futterresten und weiteren landwirtschaftlichen Abfällen und Reststoffen eignen sich auch außerlandwirtschaftliche Substrate wie Rückstände aus der Lebensmittelindustrie (z. B. Trester, Schlempe, Fettabscheiderrückstände), Gemüseabfälle von Großmärkten, Speiseabfälle, Rasenschnitt, Landschaftspflegematerial oder Bioabfälle aus der Kommunalentsorgung für die Biogasproduktion.

Die verschiedenen Substrate führen zu unterschiedlichen Gaserträgen. Je nach Zusammensetzung des Gärsubstrates schwanken somit auch Gasertrag und Methangehalt. Die Gasausbeute der verschiedenen Substrate wird nicht nur durch deren Gasbildungspotenzial bestimmt. Erheblichen Einfluss hierauf haben auch die technologischen und biologischen Kennziffern der Anlage und des Gärprozesses.

Die Energieproduktion ergibt sich aus dem Produkt von täglicher Gasmenge und spezifischem Energieinhalt (\varnothing 6 kWh/m³ Biogas).

Mit der Kofermentation (gemeinsame Vergärung) außerlandwirtschaftlicher Reststoffe werden zwar natürliche Stoffkreisläufe geschlossen, doch es können auch Schadstoffe (insbesondere Schwermetalle) und Störstoffe auf die landwirtschaftlichen Nutzflächen gelangen. Deshalb sind hier die Vorschriften des Abfall- und Düngerechts zu beachten. Desinfektions- und Hygienisierungsmittel sowie bestimmte Medikamente gehören nicht in die Biogasanlage, da sie den Gärprozess stören und ebenfalls nicht auf den Acker gelangen sollen. Auch zu hohe Ammoniumkonzentrationen hemmen die Methanproduktion, weshalb man Geflügelkot sowie gelegentlich auch Schweinegülle verdünnen oder mit stickstoffarmen Kosubstraten vermischen sollte.

Quelle: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR), Biogas Broschüre 2012

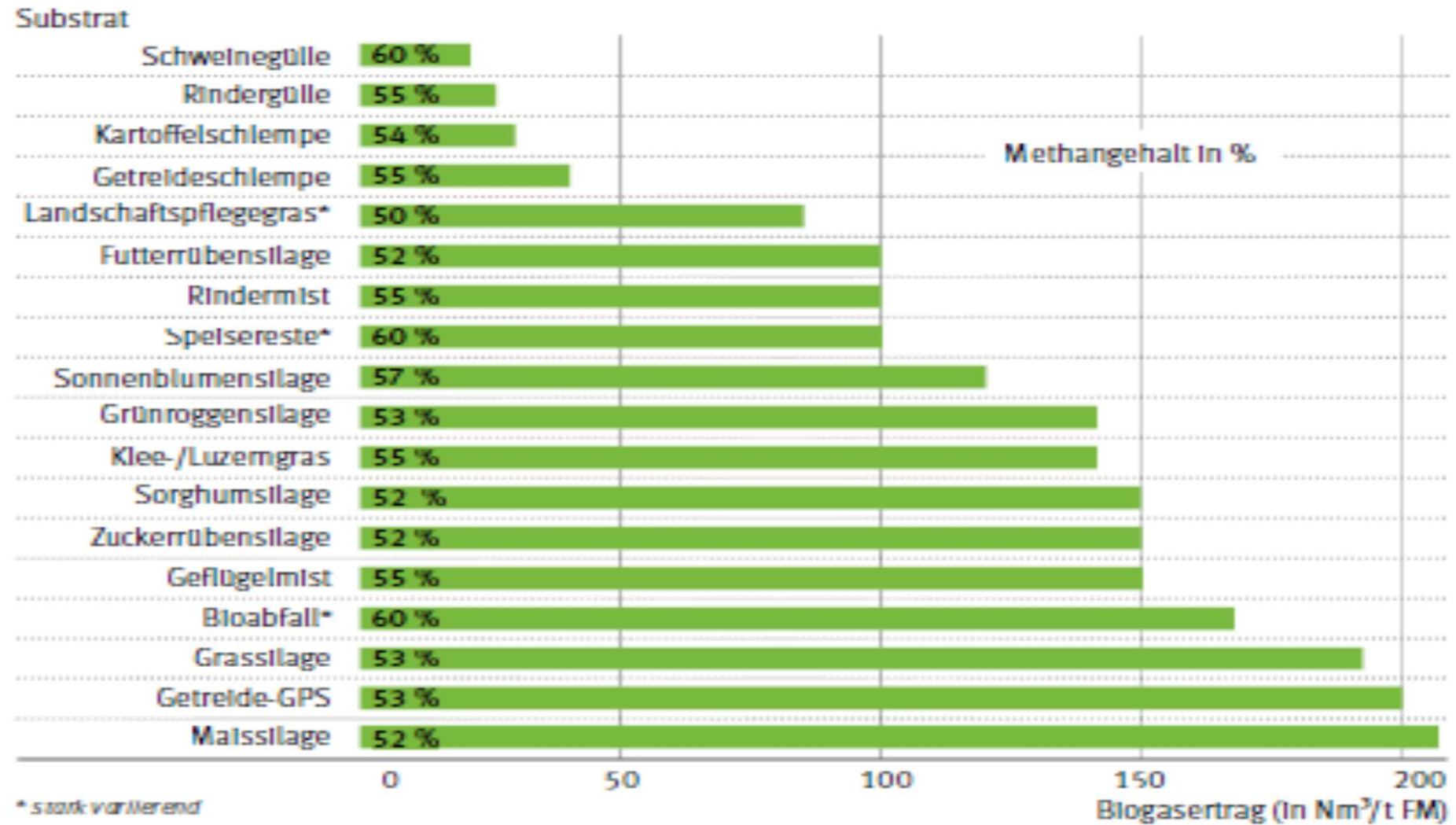
Kosten verschiedener Substrate zur Biogasgewinnung 2012

	Mittlere Substrat- kosten [€/t]	Spannbreite
Maissilage	38	32-47
Grassilage	37	25-59
Getreide-Ganzpflanzensilage	29	24-45

Quelle: Dr. Gehrig, Managment & Technologieberatung GmbH, FNR (2012)

Biogaserträge aus verschiedenen Substraten

Biogasausbeuten



Quelle: KTBL (2015)

© FNR 2015

Anbau von verschiedenen Energiepflanzen und deren theoretisches Strompotenzial

Theoretisches Strompotenzial verschiedener Energiepflanzen (in Hektar)

Energiepflanze	Ernteertrag [t FM]	Methan- ertrag [Nm ³]	Stromertrag [kWh]	Anzahl Haushalte
Silomais	50	4.945	18.731	5,2
Zuckerrüben	65	4.163	15.769	4,4
Getreide-GPS	40	3.846	14.568	4,0
Durchwachsene Silphie	55	3.509	13.291	3,7
Grünland	29	2.521	9.549	2,7

Quelle: FNR nach KTBL (2014)

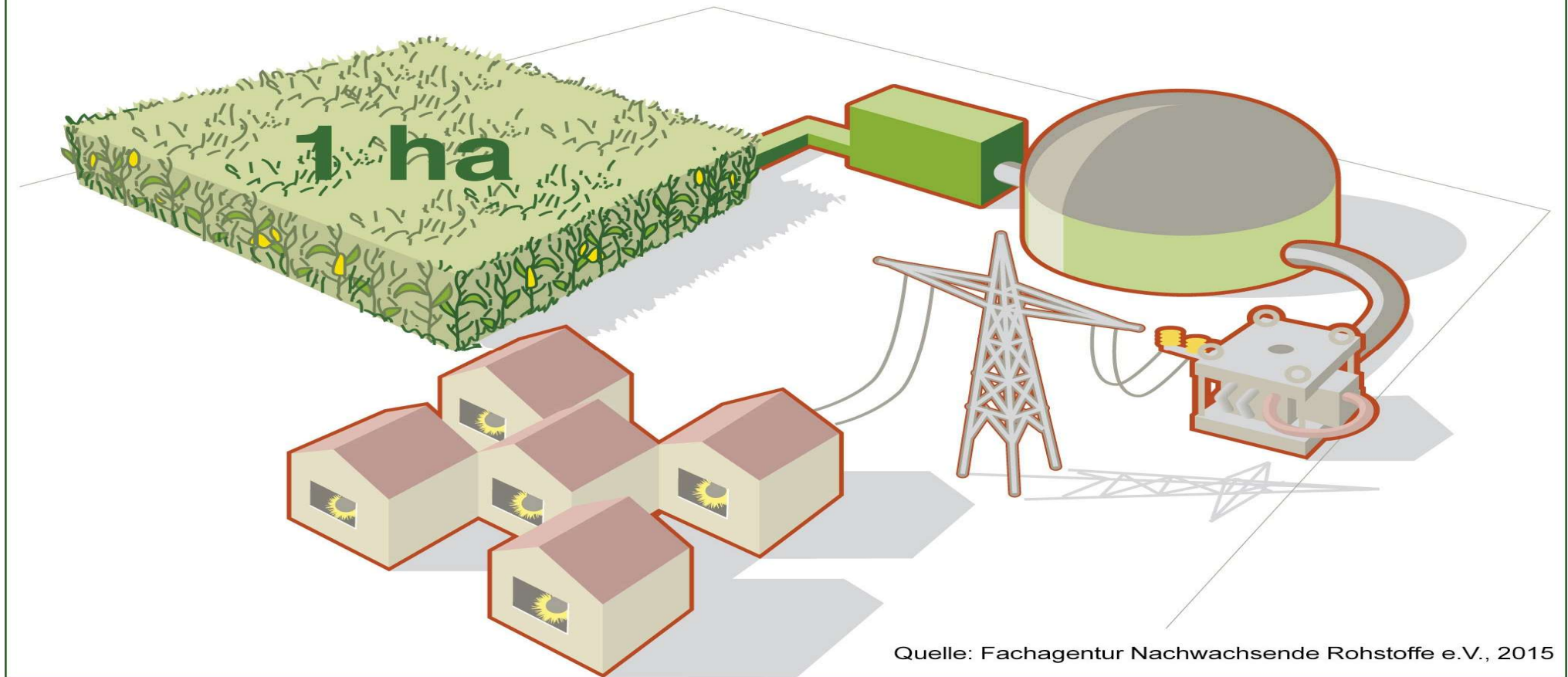
Annahmen: mittleres Ertragsniveau, 12 % Lagerungsverluste,
bei Zuckerrüben 15 % (Lagune); BHKW-Wirkungsgrad 38 %;
Stromverbrauch 3.600 kWh/a • Haushalt

Stromerzeugung aus Biogas durch Mais, Stand 2015

1 Hektar Mais erzeugt knapp 18,5 MWh Strom

Strom – natürlich aus Biogas

Ein Hektar Mais deckt den Jahresbedarf von fünf Haushalten

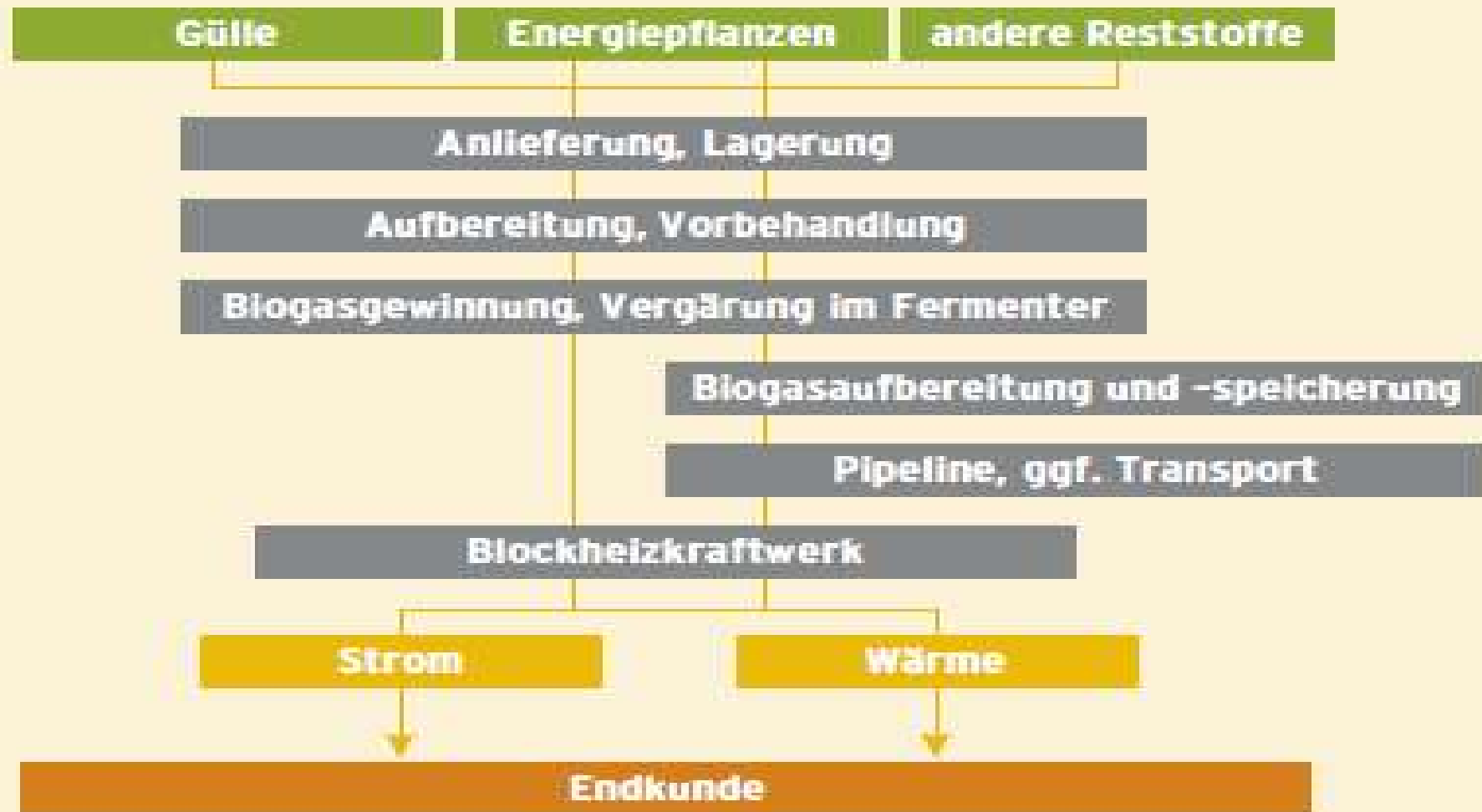


Quelle: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V., 2015

Biogas ist einer der erfolgreichsten erneuerbaren Energieträger. Mehr als 8.000 Anlagen produzieren heute Strom aus Biogas. Immer häufiger kommen bei der Vergärung auch nachwachsende Rohstoffe zum Einsatz. So lassen sich aus dem Ertrag von einem Hektar Mais knapp 18,5 MWh Strom erzeugen - genug, um damit fünf Haushalte mit je ca. 3-4 Personen ein Jahr lang vollständig zu versorgen.

Technologien

Biogasanlage



Von der Gülle zur nutzbaren Energie – schematische Darstellung der Verfahrensschritte

Biogasgewinnung (1)

Gärbiologie

Der Vergärungsprozess läuft prinzipiell in vier voneinander abhängigen biologischen Teilschritten unter anaeroben Bedingungen ab, an denen jeweils verschiedene Gruppen von Mikroorganismen beteiligt sind. Diese Organismen sind an eine flüssige Phase gebunden und verwerten die Produkte der vorangegangenen Abbauschritte und bilden zum Ende der Vergärung Biogas.

Die erste Abbaustufe der Methanvergärung ist die **Verflüssigungsphase**. Während dieser Phase werden die langkettigen organischen Verbindungen (z.B. Proteine, Fette, Kohlenhydrate) mittels von Bakterien abgesonderten Exoenzymen in einfachere organische Verbindungen (z.B. Aminosäuren, Fettsäuren, Zucker) zerlegt. Da hierbei die festen Substanzen durch die Abspaltung von Wasser in Lösung gehen, nennt man diesen Schritt auch Hydrolyse.

Die Produkte der Hydrolyse werden anschließend in der **Versäuerungsphase** (Acidogenese) durch säurebildende Bakterien verstoffwechselt und zu organischen Säuren (z.B. Essig-, Propion-, und Buttersäure) abgebaut. Dabei entstehen außerdem Acetat, Wasserstoff und Kohlendioxid, welche als Ausgangsprodukte für die Methanbildung dienen. Das Verhältnis der in dieser Phase entstehenden Produkte zueinander ist vom Wasserstoffpartialdruck, d.h. der Konzentration an elementarem Wasserstoff abhängig. Je niedriger dieser ist, desto höher ist der Anteil an entstehendem Acetat.

In der **Essigsäurephase** (Acetogenese) werden die organischen Säuren und Alkohole von acetogenen Bakterien zu Essigsäure, Wasserstoff und Kohlendioxid abgebaut. Diese Produkte dienen den methanogenen Mikroorganismen als Substrat. Auch bei dieser Abbauphase spielt die H_2 -Konzentration eine entscheidende Rolle, da ein Anstieg des Wasserstoffpartialdrucks den Stoffwechsel der acetogenen Bakterien hemmt. Da die Mikroorganismen der Methanogenese auf die Funktionalität dieser Bakterien angewiesen sind, verbrauchen sie in dieser Phase den Wasserstoff zur Methanbildung und sorgen so für optimale Lebensbedingungen. Somit leben die Organismen beider Abbaustufen in einer mutualistischen Symbiose.

Biogasgewinnung (2)

In der vierten und letzten Phase, der **Methanbildungsphase** (Methanogenese), werden die Produkte der vorangegangenen Phasen durch methanogene Mikroorganismen (Archaea) zu Methan, Kohlenstoffdioxid und Wasser umgesetzt.

Der Temperaturbereich, in dem die Vergärung von Biomasse abläuft, lässt sich grundsätzlich in zwei Arbeitstemperaturen unterteilen, da die Bakteriengruppen unterschiedliche Temperaturbereiche bevorzugen.

Die am Vergärungsprozess beteiligten Bakterien lassen sich unterscheiden in

- mesophile und
- thermophile Bakterien

Der größte Teil der bekannten Methanbakterien hat sein Wachstumsoptimum im mesophilen Temperaturbereich zwischen 32 - 42 °C. Biogasanlagen, die im mesophilen Bereich arbeiten, sind in der Praxis am weitesten verbreitet, da in diesem Temperaturbereich eine relativ hohe Gasausbeute sowie eine gute Prozessstabilität erreicht werden.

Sollen durch Hygienisierung des Substrates gesundheitsschädliche Keime abgetötet werden oder werden Substrate verwendet, die mit hoher Eigentemperatur anfallen (z.B. Prozesswasser), bieten sich die thermophile Vergärung an. Diese hat eine Prozesstemperatur zwischen 50 - 57 °C, wodurch eine höhere Gasausbeute erreicht wird.

Jedoch wird in diesem Temperaturbereich mehr Energie für das Aufheizen des Gärprozesses benötigt. Außerdem ist der Gärprozess in diesem Temperaturbereich empfindlicher gegenüber Störungen oder Unregelmäßigkeiten in der Substratzufuhr oder der Betriebsweise des Fermenters.

Da die Bakterien bei ihrer „Arbeit“ nur geringe Mengen an Eigenwärme produzieren, die nicht für das Erreichen der nötigen Umgebungstemperatur ausreicht, muss der Fermenter isoliert und extern beheizt werden, damit die optimalen Temperaturbedingungen der Bakterien erreicht werden können.

Gärsubstrate

Als Ausgangsstoffe für die Biogaserzeugung kommen grundsätzlich alle Arten von Biomassen in Frage, deren Hauptkomponenten

- Kohlenhydrate,
- Eiweiße,
- Fette,
- Cellulose und Hemicellulose sind.

Nur eingeschränkt nutzbar sind Substrate mit einem hohen Anteil an Lignin und ligninkrustierte Cellulose, wie zum Beispiel Holz und Stroh.

Die grundlegenden Einsatzstoffe (**Gärsubstrate**) in landwirtschaftlichen Biogasanlagen sind Rinder- und Schweinegülle, aber auch Mist von Rindern, Schweinen oder Hühnern.

Dazu kommen mehr und mehr sogenannte **Kosubstrate**, die den Biogasertrag erheblich steigern können. Neben organische Rest-, Neben- und Abfallprodukte unterschiedlicher Branchen werden Energiepflanzen für die Biogasproduktion immer wichtiger. Denn sie bieten für die Landwirtschaft interessante Perspektiven. Das Ziel der Kofermentation ist, die Nutzung der organischen Substrate zur Energiegewinnung und die anschließende Rückführung darin enthaltenen Nährstoffe in den landwirtschaftlichen Stoffkreislauf. Außerdem besitzen Kofermente in der Regel gute Vergärungseigenschaften, sodass die Biogasproduktion verbessert wird.

Aufgrund besonders hoher Erträge pro Hektar erfreut sich Mais zunehmender Beliebtheit als Kosubstrat. Gehäckselt und über die Silierung haltbar gemacht, kann er zudem problemlos gelagert und der Biogasanlage beigemischt werden. Auch Grassilage, Rüben oder siliertes Getreide werden in Biogasanlagen vergoren. Aus ökologischen Gründen erproben Wissenschaftler momentan weitere Energiepflanzen und neue Fruchtfolgen und Anbausysteme.

Biogasgewinnung (4)

Als außerlandwirtschaftliche Kosubstrate werden u.a. Verarbeitungsrückstände aus der Lebensmittelindustrie (z.B. Trester, Fettabscheiderrückstände, Schlempe), Gemüseabfälle von Großmärkten, Speiseabfälle, Rasenschnitt und Bioabfall aus der Kommunalentsorgung eingesetzt.

Biogasausbeute

Wie viel Biogas in einer Biogasanlage produziert wird, hängt im Wesentlichen von der Zusammensetzung der eingesetzten Substrate ab. Die Biogasausbeute ist nicht nur substratspezifisch, sondern muss vor allem unter den jeweils vorherrschenden Randbedingungen (z.B. Temperatur, Verweilzeit, Verfahren und vorhandene Hemmstoffe) beurteilt werden. So ist zu erklären, dass es zum Teil zu erheblichen Streuungen für gleiche Substrate kommt.

Der Vergärungsprozess ist empfindlich gegenüber Störungen. Diese können durch betriebstechnische Gründe oder durch Hemmstoffe hervorgerufen sein. Hemmstoffe können bereits in geringen Mengen negativ auf die Bakterien und somit auf den Abbauprozess wirken. Diese werden zum Einen durch die Substratzugabe in den Fermenter eingebracht oder gehen zum Anderen aus Zwischenprodukten einzelnen Abbauschritten hervor. So kann z.B. eine übermäßige Substratzugabe in den Fermenter den Gärprozess hemmen, da sich grundsätzlich jeder Inhaltsstoff eines Substrates in zu hohen Konzentrationen schädlich auf die Bakterien auswirken kann. Dies gilt auch für wichtige Spurenelemente. Diese können in zu hohen Konzentrationen toxisch für die Bakterien sein, da Mikroorganismen auf für diese Stoffe eine gewisse Toleranz besitzen. Dies gilt besonders für Desinfektions- und Hygienisierungsmittel, Antibiotika, Lösungsmittel, Herbizide, Salze oder Schwermetalle, die schon in geringen Mengen den Gärprozess hemmen können. Der Schwefelwasserstoff ist wiederum ein Produkt des Gärprozesses, welcher in gelöster Form als Zellgift ebenfalls den Abbauprozess hemmen kann. Schwefel ist allerdings ein essentielles Spurenelement und damit ein wichtiger Mineralstoff der methanbildenden Bakterien. Auch zu hohe Ammonium-Konzentrationen hemmen die Methanproduktion, weshalb Geflügelkot und gelegentlich auch Schweinegülle verdünnt oder mit stickstoffarmen Kosubstraten vermischt werden.

Anlagentechnik von Biogasanlagen (1)

Nassfermentation

Die landwirtschaftliche Biogasanlage besteht aus im Wesentlichen aus folgenden Anlagenteilen:

- Vorgrube
- Faulbehälter (Fermenter)
- Gärrückstandslager
- Blockheizkraftwerk (BHKW)

In der Vorgrube werden Gülle und Kosubstrate zwischengelagert und wenn nötig zerkleinert, verdünnt oder gemischt. Bei Kofermentationsanlagen können je nach Art der Substrate Annahmehunker, Zerkleinerung, Einbringung und Störstoffabtrennung zusätzlich erforderlich sein.

Werden seuchenhygienisch bedenkliche Substrate wie z.B. Schlachthof- oder Speiseabfälle mitvergoren, muss eine Hygienisierung vorgeschaltet werden, bei der das Substrat mindestens eine Stunde lang auf über 70 °C erhitzt wird, um Keime abzutöten.

Der beheizte Fermenter ist das Kernstück der Anlage. Er muss für eine erfolgreiche Vergärung nicht nur gas- und wasserdicht, sondern auch lichtundurchlässig sein. Eine Rührvorrichtung sorgt dafür, dass das Substrat gut gemischt und homogen bleibt und Bakterien und Substrat in engem Kontakt stehen.

Finden die mikrobiellen Abbauschritte gemeinsam in einem Fermenter statt, spricht man von einstufigen Anlagen. Da die Bakterien der einzelnen Stufen aber unterschiedliche Anforderungen an ihren Lebensraum stellen, muss hier ein Kompromiss gefunden werden. Da die Methanbakterien am empfindlichsten gegenüber Störungen sind und sich nur langsam vermehren, werden die Milieubedingungen in solchen Systemen normalerweise an sie angepasst.

Hingegen werden in zweistufigen Anlagen die Hydrolyse und die Acidogenese von den nachfolgenden Abbaustufen räumlich getrennt. Dadurch können die Bedingungen besser an die Bakteriengruppen angepasst werden und es lassen sich, durch eine stabilere Methanbildungsphase, höhere Biogaserträge erreichen.

Anlagentechnik von Biogasanlagen (2)

Ist das Substrat vergoren, wird es in das Gärrestlager gepumpt und kann im Anschluss als Wirtschaftsdünger genutzt werden.

Das produzierte Biogas wird zunächst gereinigt und entschwefelt und in einen Gasspeicher zwischengespeichert. Anschließend wird es überwiegend in einem Blockheizkraftwerk (BHKW) verstromt. Mit der dabei entstehenden Wärme können der Fermenter, die Hygienisierung oder angrenzende Wohn- und Wirtschaftsgebäude sinnvoll beheizt werden.

Trockenfermentation

Als Trockenfermentation werden die Vergärungsverfahren bezeichnet, bei dem das zu vergärende Material weder pump- noch fließfähig ist und zudem eine stichfeste Konsistenz aufweist.

Eine strikte Unterteilung der Verfahren in Nass- und Trockenfermentation ist aus biologischer Sicht eigentlich irreführend, da die am Vergärungsprozess beteiligten Bakterien in jedem Fall eine flüssige Phase für ihr Überleben benötigen. Für den Gärprozess wird bei der Trockenfermentation dennoch kein flüssiges Substrat erforderlich. So können z.B. auch Ackerbauern zu Energiewirten werden, weil Energiepflanzen, Ernterückstände und biogene Abfälle kontinuierlich oder diskontinuierlich auf diese Art vergoren werden können. Während bei der kontinuierlichen Trockenvergärung konstant frisches Substrat in den Gärraum eingebracht und Gärreste entnommen werden, muss bei der diskontinuierlichen Vergärung die gesamte Anlage alle drei bis sechs Wochen zum Ausleeren und zur Neubefüllung mit Substrat heruntergefahren werden.

Die Verfahren zur Trockenfermentation stellen eine Alternative zur weit verbreiteten Nassvergärung dar und bergen für die Zukunft vor allem deshalb ein Potenzial, weil sie die Vergärung technisch einfacher und ohne Gülle möglich machen.

Prozesstechnologie bei der Biogasgewinnung

Biogas ist ein Produkt des mikrobiellen Abbaus von organischen Stoffen in feuchter Umgebung unter Luftabschluss (anaerobes Milieu). Dieser Abbau wird auch als Vergärung bezeichnet. In der Natur findet dieser biologische Zersetzungsprozess u. a. auf dem Grund von Gewässern, in Mooren oder auch im Pansen von Wiederkäuern statt.

Der **Vergärungsprozess** läuft prinzipiell in vier voneinander abhängigen Teilschritten (Hydrolyse, Acidogenese, Acetogenese und Methanogenese) ab, an denen jeweils verschiedene Gruppen von Mikroorganismen beteiligt sind.

Das gebildete Gasgemisch besteht überwiegend aus

- 50–75 % Methan (CH_4),
- 25–45 % Kohlendioxid (CO_2),
- 2–7 % Wasserdampf (H_2O),
- < 2 % Sauerstoff (O_2),
- < 2 % Stickstoff (N_2),
- < 1 % Ammoniak (NH_3),
- < 1 % Schwefelwasserstoff (H_2S) und
- < 2 % Spurengasen.

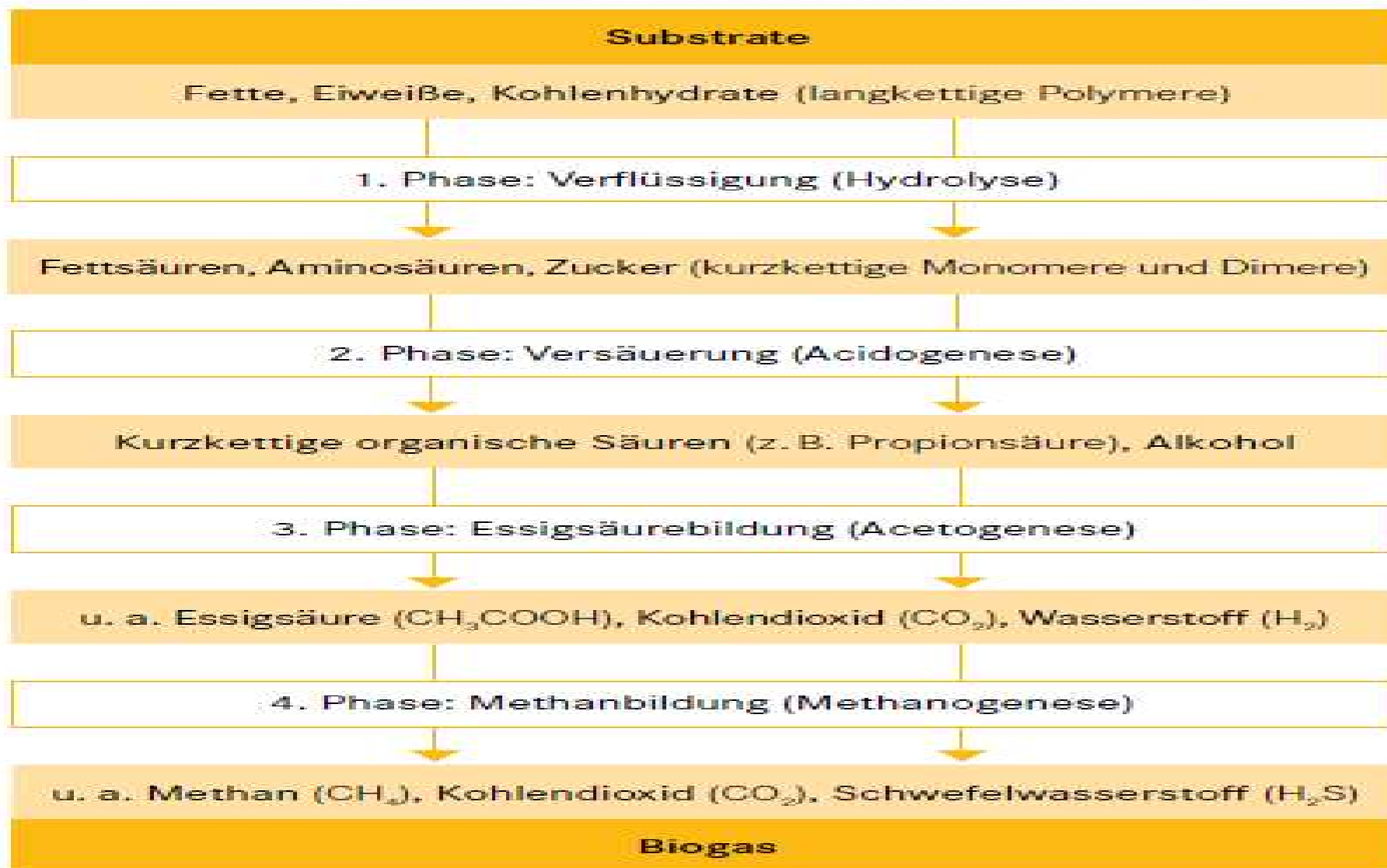
In der **Hydrolyse** (Verflüssigungsphase) werden die komplexen organischen Verbindungen in einfachere Verbindungen zerlegt. Diese Produkte werden in der anschließenden Acidogenese (Versäuerungsphase) zu niederen Fettsäuren abgebaut. Hierbei entstehen außerdem Alkohole, Wasserstoff und Kohlendioxid als Ausgangsstoffe für die Methanproduktion.

In der nachfolgenden **Acetogenese (Essigsäurephase)** werden die organischen Säuren und Alkohole zu Essigsäure, Wasser und Kohlendioxid abgebaut. Die Produkte der vorangegangenen Phasen werden dann in der **abschließenden Methanogenese (Methanbildungsphase)** zu Methan, Kohlendioxid und Wasser umgesetzt.

Grundsätzlich finden die **vier Phasen im Fermenter zeitgleich und parallel statt**. Aufgrund der unterschiedlichen Milieubedingungen der verschiedenen Mikroorganismen muss daher ein bestmöglicher Kompromiss der wichtigsten Parameter, wie Temperatur, pH-Wert oder Nährstoffversorgung gefunden werden. Der Vergärungsprozess ist empfindlich gegenüber Störungen, die aus betriebstechnischen Gründen oder durch Hemmstoffe entstehen. Letztere können bereits in geringen Mengen negativ auf den Vergärungsprozess wirken.

Vereinfachte Darstellung des Abbaus organischer Substanz bei der Biogasgewinnung

Schematische Darstellung des Fermentationsprozesses



Quelle: FNR (2007)

Wichtige Prozessgrößen bei der Biogasproduktion

Benötigtes Fermentervolumen [m³]
= tägl. Substratzugabe [m³/d] • mittlere Verweilzeit [d]

Hydraulische Verweilzeit [d]
$$\text{HRT} = \frac{\text{Fermentervolumen [m³]}}{\text{Substratzugabe [m³/d]}}$$

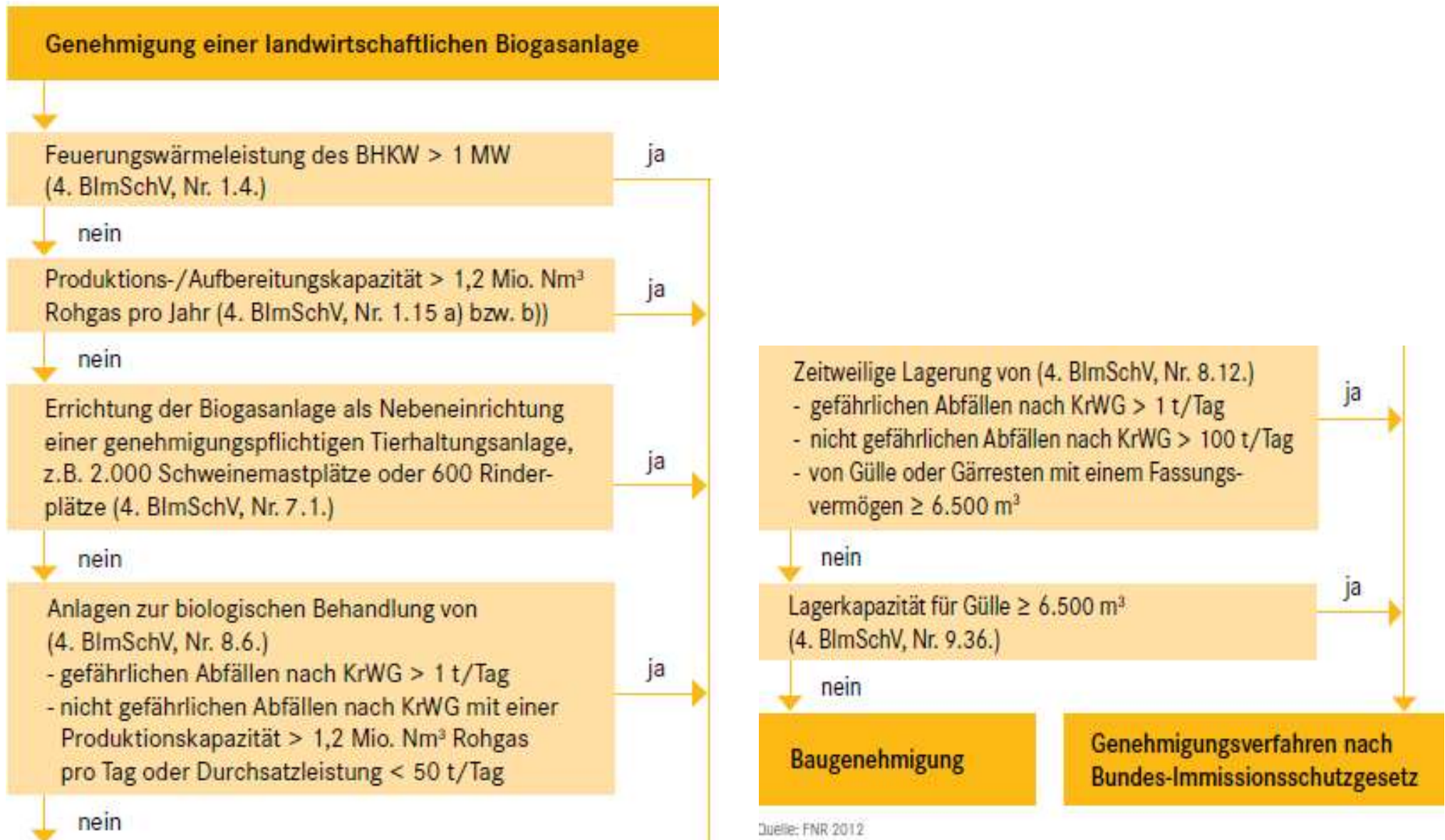
Raumbelastung [kg oTS/m³ • d]
$$B_R = \frac{\left(\begin{array}{c} \text{zugeführte Substratmenge} \\ \text{je Zeiteinheit [kg/d]} \end{array} \right) \cdot \left(\begin{array}{c} \text{Konzentration} \\ \text{org. Substanz [% oTS]} \end{array} \right)}{\text{Fermentervolumen [m³]} \cdot 100}$$

Trockenmasse [kg]
 $\text{TM} = \text{Frischmasse [kg]} - \text{Wasseranteil [kg]}$

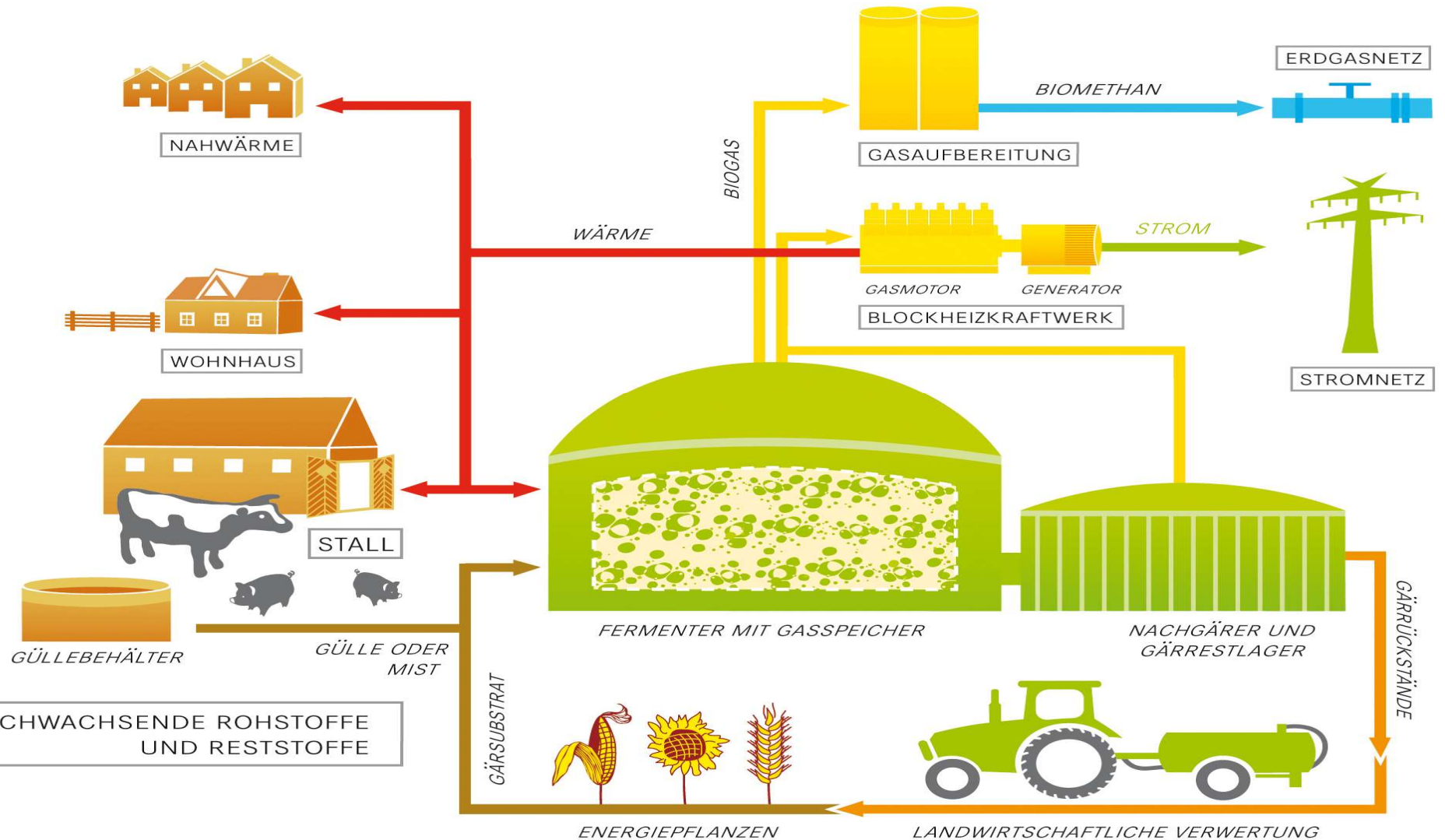
organische Trockenmasse [kg]
 $\text{oTM} = \text{Trockenmasse [kg]} - \text{Rohasche [kg]}$

Biogasertrag [m³]
= $\text{FM}_{\text{Substrat}} [\text{t}] \cdot \text{TS} [\%] \cdot \text{oTS} [\%] \cdot \text{Ertrag [m³/t oTS]}$

Rechtliche Rahmenbedingungen zur Genehmigung einer landwirtschaftlichen Biogasanlage



Schema einer landwirtschaftlichen Biogasanlage



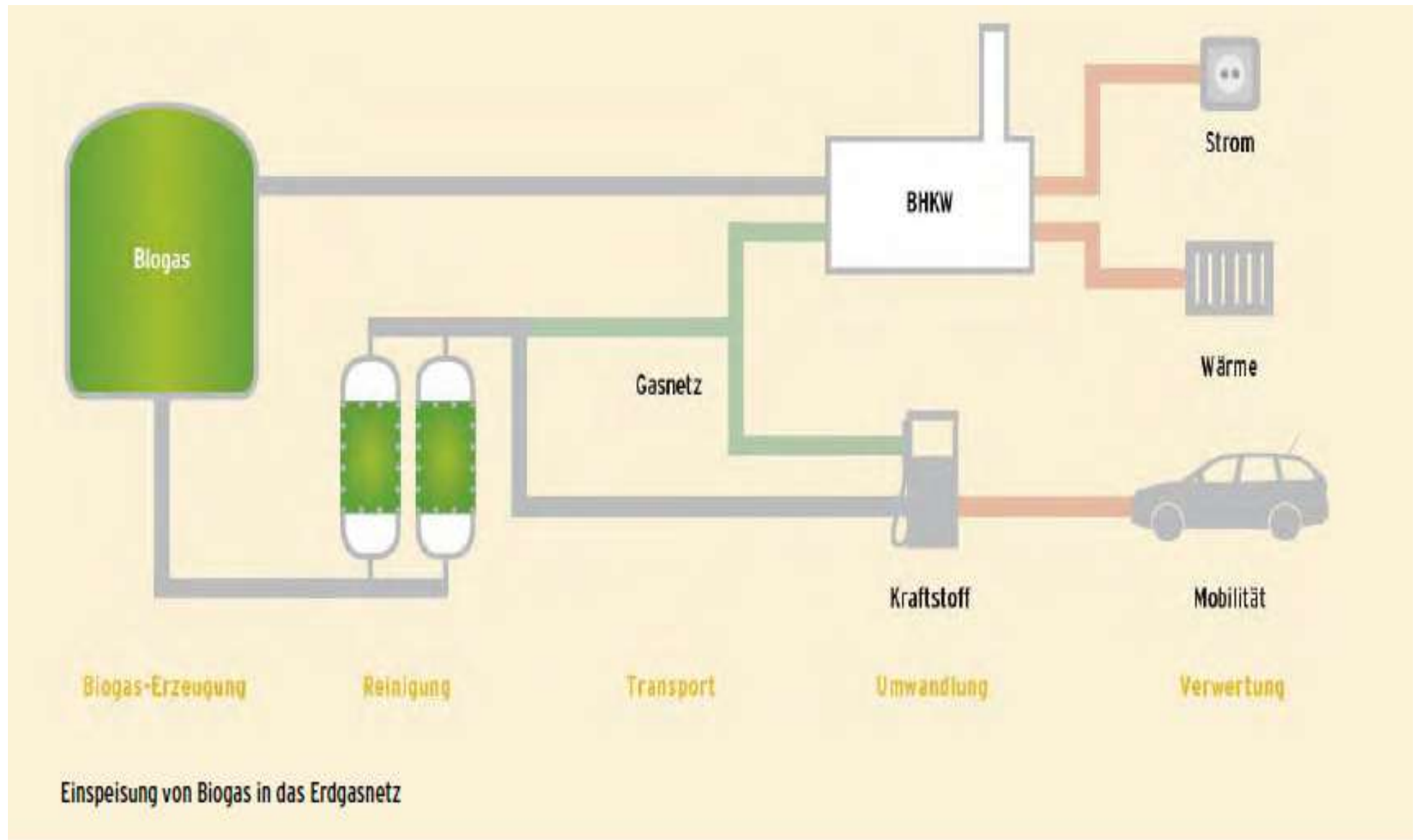
Quelle: FNR e. V.

Regelungen für den Umgang mit Gärresten nach der Biogasgewinnung

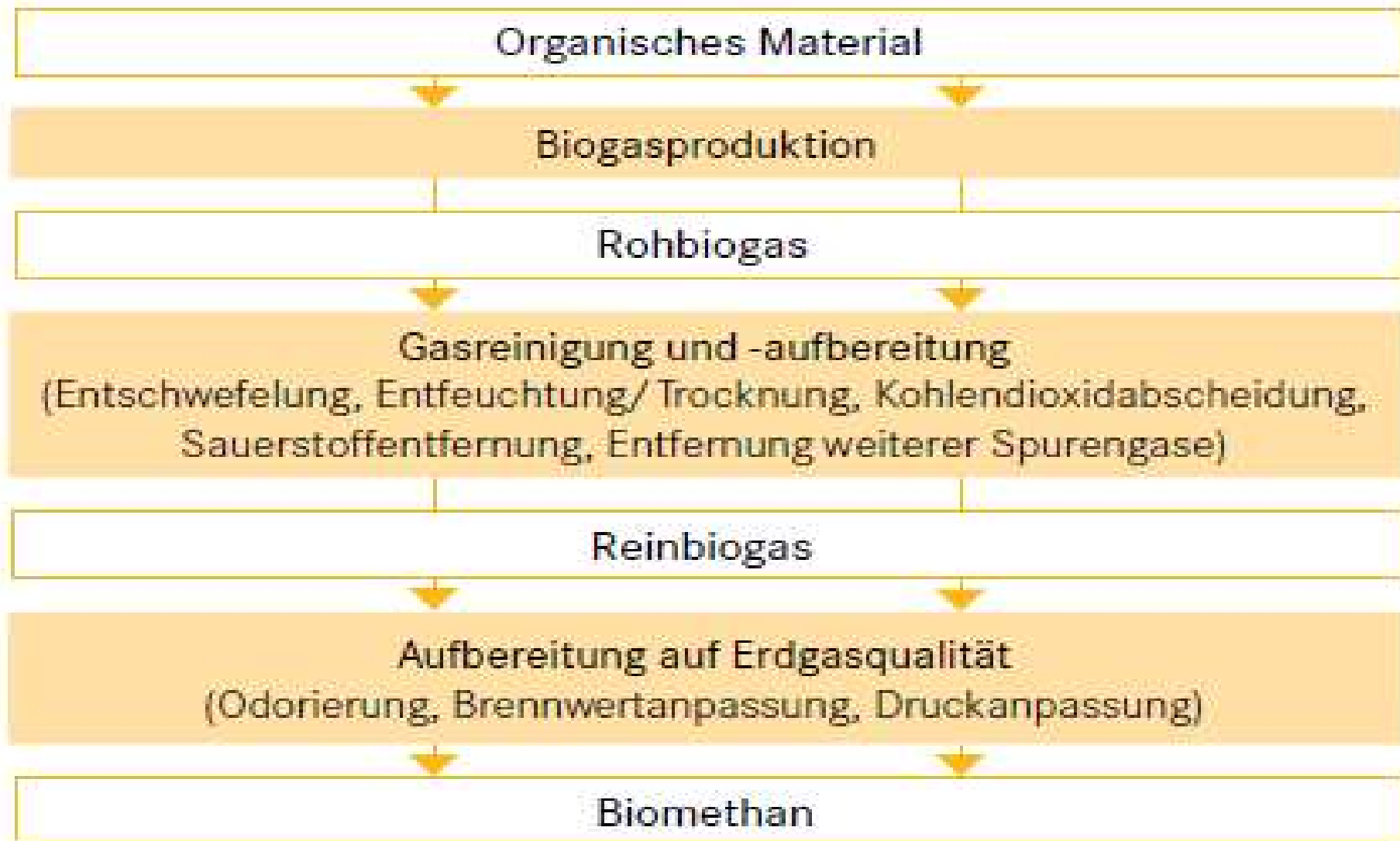
Rechtsvorgaben	betroffene Substrate
nährstoffbezogene Regelung	
DüngeV DüngemittelV	<ul style="list-style-type: none"> • alle Substrate • alle Substrate, die nicht auf betriebs-eigenen Flächen ausgebracht werden
schadstoffbezogene Regelung	
BioAbfV TierNebG	<ul style="list-style-type: none"> • alle Bioabfälle, die nicht der EU-HygieneV unterliegen • Gärreste mit Bioabfall als Koferment
Regelung in Bezug auf die Produkthygiene	
EU-VO 1069/2009 DüngermittelV BioAbfV TierNebG	<ul style="list-style-type: none"> • Substrate tierischer Herkunft • alle Substrate, die nicht auf betriebseigenen Flächen ausgebracht werden • alle Bioabfälle, die nicht der EU-HygieneV unterliegen • Gärreste mit Bioabfall als Koferment

Quelle: FNR

Biogasaufbereitung (1)

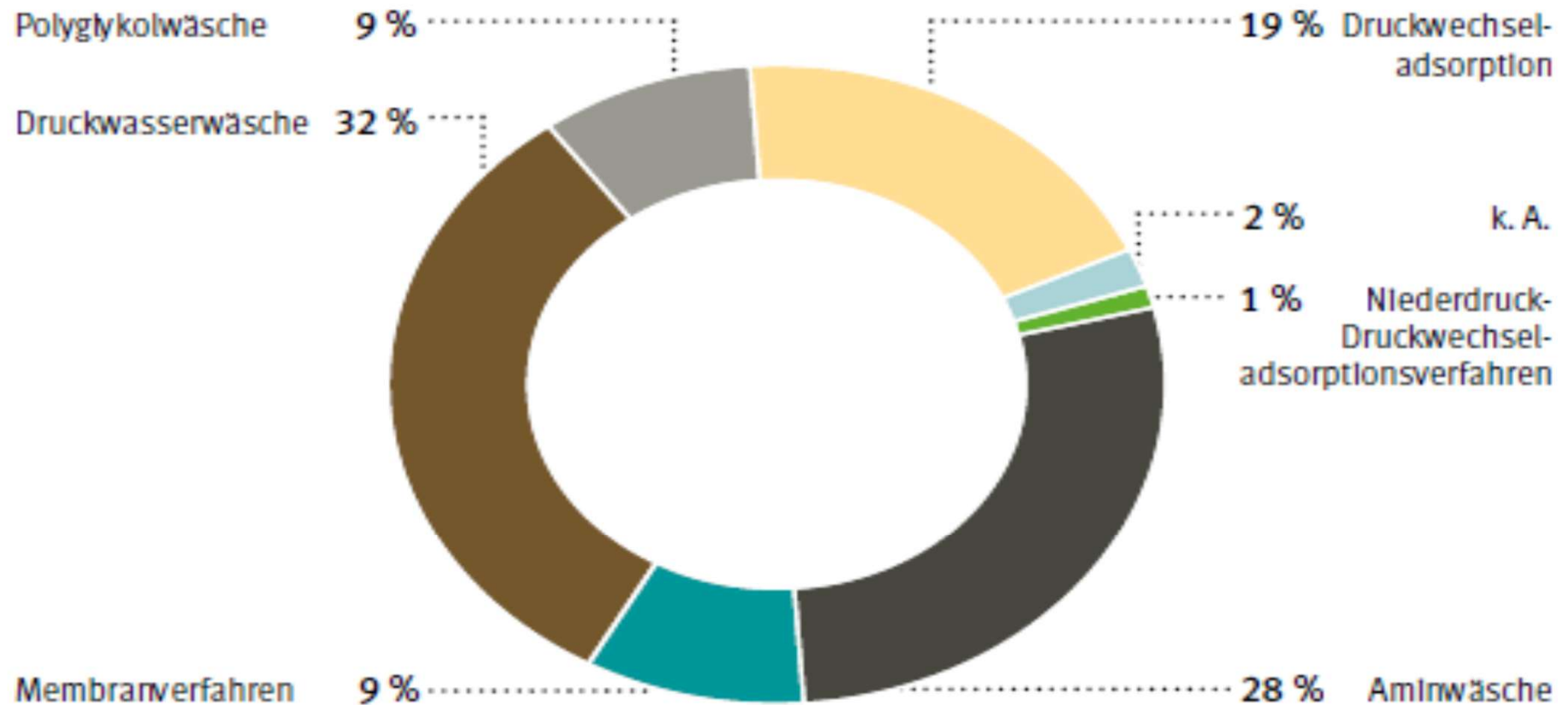


Verfahrensschritte zur Biogasaufbereitung (2)



Verteilung der Verfahren zur Biogasaufbereitung in Deutschland (3)

Verteilung der Verfahren zur Biogasaufbereitung



Quelle: FNR nach DBFZ (2019)

© FNR 2020

Kennwerte verschiedener Biogasaufbereitungsverfahren (4)

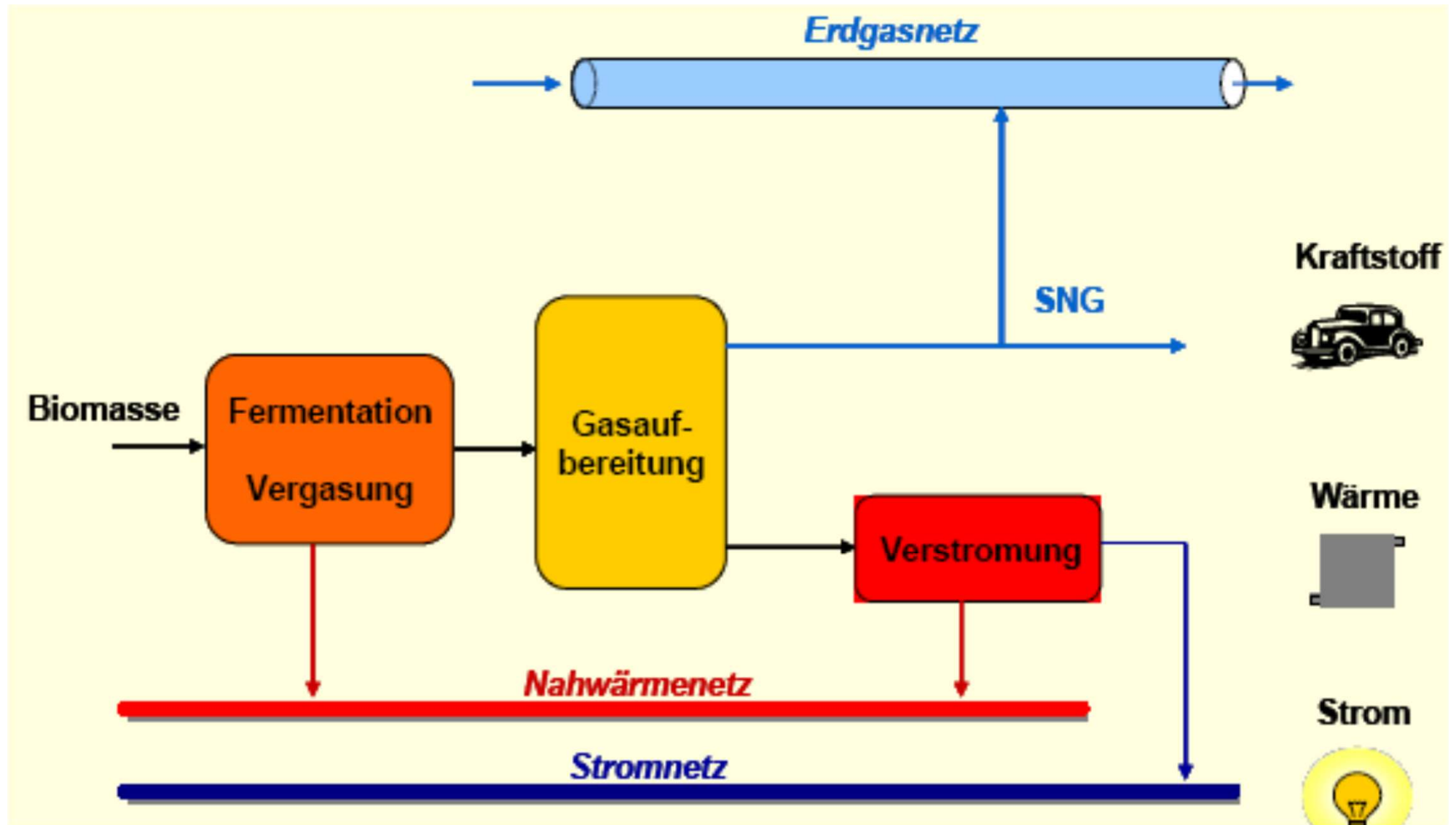
Kennwerte verschiedener Biogasaufbereitungsverfahren

	Druckwechsel- adsorption PSA	Druckwasser- wäsche DWW*	Physikalische Absorption** (mit org. Lösungsmitteln)	Chemische Absorption*** (mit org. Lösungsmitteln)	Membran- verfahren***	Kryogene Verfahren
Strombedarf (kWh/Nm ³)	0,20–0,25	0,18–0,21	0,15–0,24	0,06–0,15	0,18–0,29	0,18–0,33
Wärmebedarf (kWh/Nm ³)	0	0	0	0,5–0,7	0	0
Temperatur Prozesswärme (°C)	–	–	55–80	110–140	0	–
Prozessdruck (bar)	4–7	5–10	4–6	0,1–0,25	9,5–16	–
Methanverlust (%)	1–5	1	0,5–1,5	0,1	0,5–1	–
Abgasnachbehandlung notwendig? (EEG & GasNZV)	ja	ja	ja	nein	ja	ja
Feinentschwefelung des Rohgases notwendig?	ja	nein	ja	ja	ja	ja
Wasserbedarf	nein	ja	nein	ja	nein	nein
Chemikalienbedarf	nein	nein	ja	ja	nein	nein

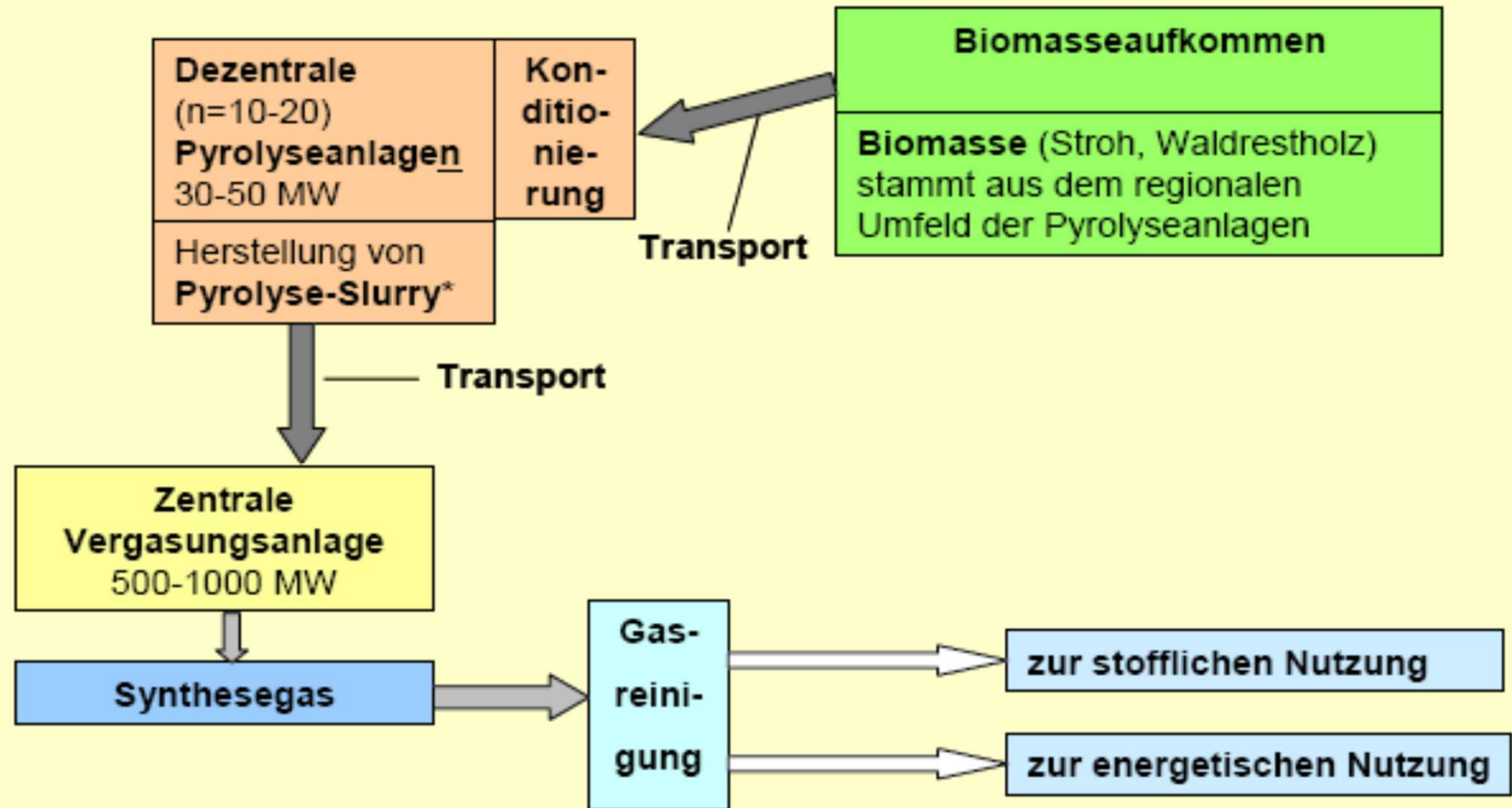
Quelle: Fraunhofer IWES nach DWA (2011), Herstellerangaben (2018)

Herstellerangaben nach * Malmberg Bioerdgastech GmbH,
 ** BMF Haase Energietechnik GmbH, *** Hitachi Zosen Inova Biomethan GmbH

Perspektiven von Bio- und Synthesegas



Karlsruher Bioliq-Verfahren



* Pyrolyse-Slurry: Pyrolyse-Öl/ -Koks Suspension

Biogase plus in Baden-Württemberg

Landesregierung

Klimaschutz, Energiepolitik und Biogase

Koalitionsvertrag der Landesregierung Baden-Württemberg 2021-2026

Auszug Klimaschutz, Energiepolitik und Biogase, Stand 12. Mai 2021

ohne EEG-Förderung einen zentralen Beitrag zur Energiewende in der Wirtschaft leisten.

Wir werden das laufende Ressourceneffizienzprogramm zur Dekarbonisierung in Unternehmen fortsetzen.

Wir treiben die Wärmewende voran

Wir werden das Erneuerbare-Wärme-Gesetz (EWärmeG) auf der Grundlage des Sektorziels, das im Klimaschutzgesetz festgelegt ist, in Richtung klimaneutraler Gebäudebestand weiterentwickeln. Um unserem Ziel der Klimaneutralität näher zu kommen, braucht es mehr erneuerbare Energien.

Zudem wollen wir die Wärmepumpentechnik gezielt fördern.

Als Ergänzung zu den kommunalen Wärmeplänen werden wir eine Strategie erarbeiten, wie die Wärmeversorgung so gestaltet werden kann, dass Baden-Württemberg seinen Beitrag leistet, die Paris-Ziele auch für diesen Sektor zu erreichen. Diese Strategie findet Eingang in die Novelle des EWärmeG und muss bei der Ausgestaltung von Förderprogrammen berücksichtigt werden. Um die Klimaziele im Wärmebereich zu erreichen, ist es erforderlich, den Anteil erneuerbarer Energien in Wärmenetzen zu erhöhen. Dazu sollen Möglichkeiten wie die Einführung einer Erneuerbaren-Quote und ein Anschlussanspruch sowie ein Einspeise- und Durchleitungsrecht für erneuerbare Wärme sowie Abwärme geprüft werden.

Die Einbindung von Kraft-Wärme-Kopplung-Anlagen im Wärmebereich wollen wir vereinfachen.

Auch werden wir die Bedeutung einer naturverträglichen Erzeugung von Biogas und Solarthermie für den Wärmebereich erhöhen.

Die Energiewende forcieren

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

Um eine klimaneutrale Energieversorgung sicherzustellen, sind leistungsfähige Energienetze wichtig. Baden-Württemberg begleitet und unterstützt hierzu den bedarfs gerechten Ausbau der Netze. Wir werden uns dafür einsetzen, dass notwendige Investitionen in

moderne Stromnetze getätigt werden können. In den Verteilnetzen wollen wir neue Formen von Kooperationen und Zusammenschlüssen ermöglichen.

Freiflächen-Photovoltaik ausbauen:

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

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

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

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

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

Genehmigungsverfahren vereinfachen:

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

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

Wir wollen Ansätze stärken, die die Erzeugung von Biogas mit dem Erhalt der Biodiversität verbinden.

Einleitung und Ausgangslage

Einleitung und Ausgangslage

Bioenergie in Baden-Württemberg, Stand 10/2018 (1)

Biomasse ist der wichtigste und vielseitigste erneuerbare Energieträger in Deutschland. Biomasse wird in fester, flüssiger und gasförmiger Form zur Strom- und Wärmeerzeugung sowie zur Herstellung von Biokraftstoffen genutzt. Auf die gesamte Endenergie (Strom, Wärme, Kraftstoff) aus erneuerbaren Energiequellen bezogen, nimmt die energetische Nutzung von Biomasse einen Anteil von rund 70% ein. Wegen des begrenzten verfügbaren Potenzials wird ihr relativer Anteil jedoch sinken.

Als Biomasse werden Stoffe bezeichnet, die einen pflanzlichen oder tierischen Ursprung haben, also organisch sind. Dazu zählen beispielsweise Holz und Dung, aber auch Pflanzenöl. Im Erneuerbare-Wärme-Gesetz des Bundes (§2 Abs. 4 EEWärmeG) zählen folgende Energieträger zur Biomasse: Biomasse im Sinne der Biomasseverordnung, biologisch abbaubare Anteile von Abfällen aus Haushalten und Industrie, Deponiegas, Klärgas, Klärschlamm im Sinne der Klärschlammverordnung und Pflanzenölmethylester.

Biomasse ist ein knappes und von vielen Seiten nachgefragtes Gut. Eine effiziente Nutzung ist notwendig. Neben der Nutzung als Energieträger muss auch die stoffliche Nutzung von Biomasse beachtet werden. Der Klimaschutz und die Substitution fossiler Rohstoffe werden bei stofflicher Nutzung, etwa bei der Nutzung von Holz als Baustoff, häufig in höherem Maße unterstützt als bei der energetischen Nutzung.

Einleitung und Ausgangslage

Bioenergie in Baden-Württemberg 2017, Stand 10/2018 (2)

In Baden-Württemberg wurden zur Strom-, Wärme und Kraftstoffbereitstellung von der **Bioenergie** 134,9 PJ (37,5 TWh) von insgesamt 1.430 PJ (397,2 TWh) **Primärenergie** im Jahr 2017 bereitgestellt. Dies sind 70,6 Prozent der gesamten Nutzung erneuerbarer Energieträger und 9,4 % vom gesamten Primärenergieverbrauch (PEV) ¹⁾

Beim Endenergieverbrauch (EEV) war die Bioenergie mit 27,2 TWh beteiligt. Dies sind 64,7% der gesamten Nutzung erneuerbarer Energieträger und 9,3% vom gesamten EEV von 1.055 PJ (293,1 TWh) ²⁾.

Folgende Biomasse-Arten wurden als Energieträger zur Erzeugung von Strom-, Wärme- und Kraftstoffe in Baden-Württemberg im Jahr 2017 eingesetzt.

	EEV	PEV
- Feste biogene Brennstoffe (Holz u.a.)	17,2 TWh	72,2 PJ (20,1 TWh)
- biogene flüssige Brennstoffe	0,1 TWh	0,9 PJ (0,3 TWh)
- Biogas, Klärgas und Deponiegas	4,3 TWh	36,5 PJ (10,1 TWh)
- Biokraftstoffe (Biodiesel, Bioethanol und Pflanzenöl)	4,2 TWh	15,1 PJ (4,2 TWh)
- biogener Anteil des Abfalls	1,4 TWh	10,2 PJ (2,8 TWh)
Gesamte Bioenergie	27,2 TWh	134,9 PJ (37,5TWh)

Die Anteile der Bioenergiebereitstellung zur gesamten erneuerbaren Endenergiebereitstellung von 42,0 TWh (66,3%) ergaben bei der Stromerzeugung 11,2%, bei der Wärmeerzeugung 43,5% und bei der Kraftstofferzeugung 10,0%.

Bei der Strombereitstellung durch Bioenergie betrug der Anteil an der gesamten Stromerzeugung (BSE) 7,8%, bzw. am Bruttostromverbrauch (BSV) 6,3% ³⁾. Bei der Wärmebereitstellung durch Bioenergie betrug der Anteil am gesamten EEV-Wärme 13,5% ⁴⁾. Bei der Kraftstoffbereitstellung durch Bioenergie betrug der Anteil am EEV-Verkehr 4,6% ⁵⁾.

* Daten vorläufig, Stand 10/2018

1) bezogen auf einen geschätzten Primärenergieverbrauch (PEV) von 1.430 PJ = 397,2 TWh (Mrd. kWh)

2) bezogen auf einen geschätzten Endenergieverbrauch (EEV) von 1.055 PJ = 293,1 TWh (Mrd. kWh)

3) bezogen auf eine vorläufige Bruttostromerzeugung (BSE) von 59,8 TWh (Mrd. kWh) bzw. Bruttostromverbrauch(BSV) von 74,3 TWh

4) bezogen auf einen geschätzten Endenergieverbrauch für Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme sowie Kälte von 486 PJ = 135,0 TWh (ohne Strom)

5) bezogen einen geschätzten Endenergieverbrauch des Verkehrs (Kraftstoffe im Straßen- und Schienenverkehr) von 330,5 PJ = 91,8 TWh (ohne Strom)

Grundlagen und Rahmenbedingungen

Grundsätzliches zur Bioenergie in Baden-Württemberg, Stand 5/2016 (1)

Bestehende Biogas und Biomethaneinspeisungsanlagen

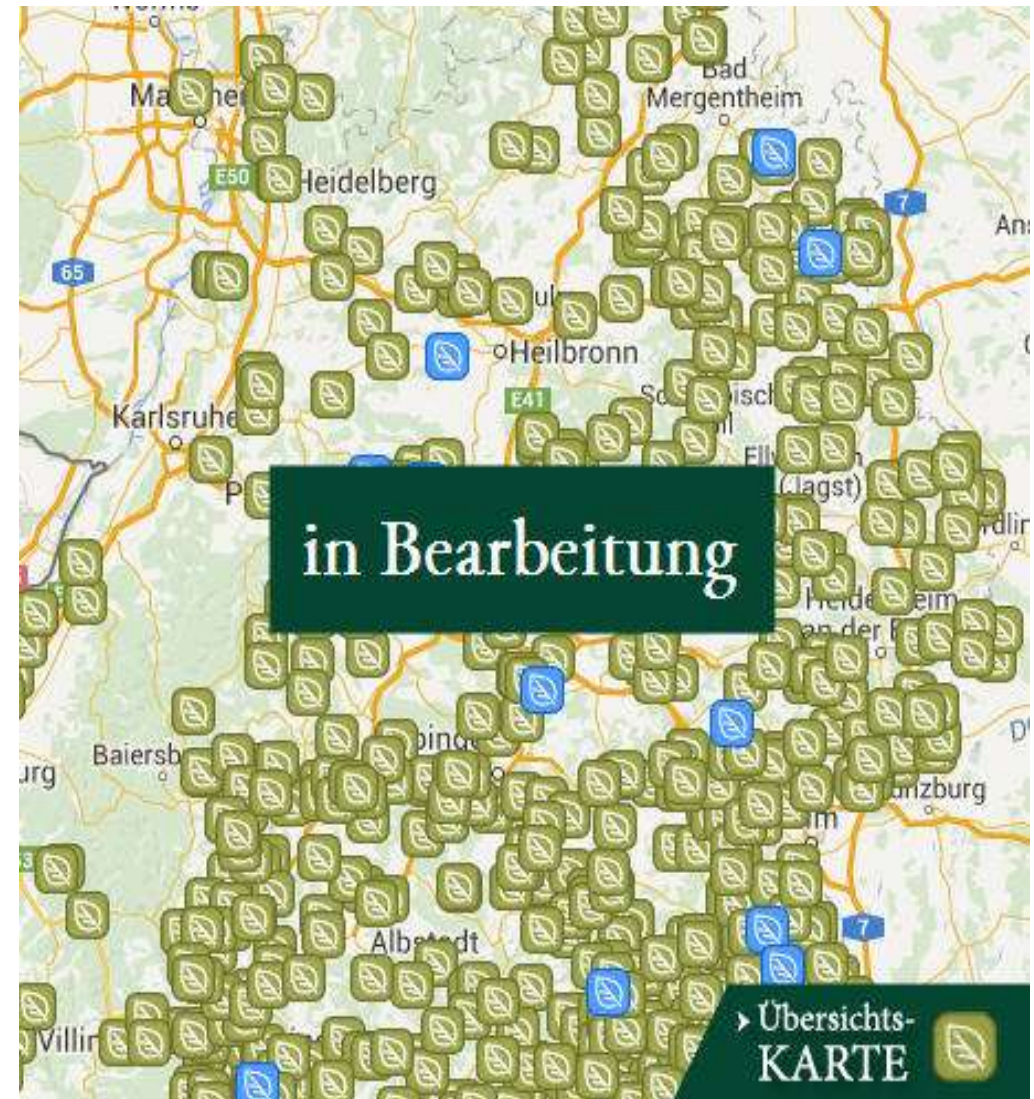
Die Darstellung der Biogasanlagen ist zur Gewährleistung datenschutzrechtlicher Anforderungen noch in Bearbeitung. Die Karte zeigt die derzeit in Baden-Württemberg betriebenen Biomethaneinspeiseanlagen. In den zugehörigen Objektinformationen finden sich technische Daten der Anlagen und teilweise Informationen zu den Betreibern.

Die Daten der Biomethananlagen wurden dem Biomethan-Einspeiseatlas der Deutschen Energie Agentur (dena) entnommen und von den Regionalen Energieagenturen geprüft und plausibilisiert. Zum großen Teil konnten Rückmeldungen der Betreiber zur Aktualisierung herangezogen werden.

Aus nachhaltig erzeugter Biomasse schont fossile Ressourcen, leistet einen Beitrag zum Klimaschutz und schafft Wertschöpfung und Arbeitsplätze insbesondere im ländlichen Raum.

Der Ausbau bzw. die Weiterentwicklung der Bioenergie ist daher im Kontext sämtlicher erneuerbarer Energien zu sehen.

Übersichtskarte Biogas- und Biomethaneinspeisungsanlagen (Auszug)



Grundsätzliches zur Bioenergie in Baden-Württemberg, Stand 5/2016 (2)

Strom und Wärmeerzeugung aus Biogas

Biogas steht für alle Gase, die durch Vergärung aus Biomasse entstehen und die energetisch verwertbar sind. Im Wesentlichen wird Klär- und Deponiegas sowie das Produkt aus Biogasanlagen (Biogas) für die Verbrennung in Blockheizkraftwerken zur Strom- und Wärmeerzeugung eingesetzt.

Im Jahr 2014 trugen die Biogasanlagen in Baden-Württemberg mit 3,6 % zur Brutto-Stromerzeugung bei. Der Anteil des Klärgases an der Bruttostromerzeugung betrug 0,3 %.

Biogasanlagen stellen neben den Wasserkraftanlagen einen wichtigen Ausgleich zu der nicht regelbaren Stromerzeugung aus Sonne und Wind dar. Biogas liefert die für einen stabilen Stromnetzbetrieb wichtigen Systemdienstleistungen (Regel- und Ausgleichsenergie).

Energieeffizienz von Biogasanlagen

Ein Teil der erzeugten Wärme wird für den Eigenbedarf zur Beheizung der Fermenter benötigt. Für eine möglichst hohe Energieeffizienz der Biogasanlagen ist neben einer effektiven Stromerzeugung eine Nutzung der Überschusswärme von mindestens 50 % anzustreben. In Baden-Württemberg gibt es viele gute Beispiele für effiziente Biogasanlagen. Häufig werden in Bioenergiedörfern Biogasanlagen betrieben, deren Überschusswärme in Nahwärmenetze eingespeist wird.

Die **Bioenergiedörfer** finden Sie im Energieatlas im Thema Praxisbeispiele.

Biogas- und Biogaseinspeiseanlagen

Biogasanlagen

Seit etwa 2005 fand aufgrund der Förderung nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) ein starker Marktzuwachs bei der Stromerzeugung durch Biogasanlagen statt. Die derzeit in Baden-Württemberg vorhandenen Biogasanlagen sind überwiegend im Bereich der Landwirtschaft angesiedelt. Dort werden neben Gülle vor allem Mais als Substrate eingesetzt. Die elektrische Leistung der in Baden-Württemberg betriebenen Biogasanlagen beträgt im Mittel ca. 350 kW. Größere Anlagen werden meistens von industriellen Betreibern, Kommunen oder Energieversorgungsunternehmen betrieben.

Aufgrund der Novellierung des EEG in 2014 und der seit Anfang 2015 nach § 11 des Kreislaufwirtschaftsgesetzes (KrWG) bestehenden Pflicht, häusliche Bioabfälle separat zu erfassen und hochwertig zu verwerten, werden in den nächsten Jahren bei der Erzeugung von Biogas aus Bioabfällen noch Zuwachsraten erwartet. Im landwirtschaftlichen Bereich erscheint hingegen eine Steigerung aus Gründen der Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion und aus Gründen der Biodiversität nur noch in geringem Umfang möglich.

Biomethaneinspeiseanlagen (Biomethananlagen)

In Baden-Württemberg werden derzeit 14 Biogasanlagen betrieben, die das erzeugte Biogas zu Biomethan (Bioerdgas) aufbereiten und in das Netz der allgemeinen Gas Versorgung einspeisen (Stand November 2015). Dies hat den Vorteil, dass die Gasnetze als Speicheranlagen genutzt werden. Zudem entfällt die Notwendigkeit der externen Wärmenutzung wodurch eine hohe Effizienz erreicht wird.

Bioerdgas kann von den Kunden bei ihren Gasversorgungsunternehmen bestellt werden. Über ein Bilanzierungsverfahren wird gewährleistet, dass die durch Kunden bezogene Energiemenge, der in die Gasnetze eingespeisten Menge entspricht. Der Einsatz von Biomethan beispielsweise zur Versorgung eines Wohngebäudes ist daher nicht von einer bestimmten Biogasanlage am Ort abhängig sondern wird über die Einspeisung vieler verschiedener Erzeugungsanlagen in die Netze der allgemeinen Gasversorgung gewährleistet. Nach dem Gesetz zur Nutzung erneuerbarer Wärmeenergie in Baden-Württemberg (EWärmeG) stellt der Einsatz von Biomethan eine Möglichkeit dar, um den Wärmeenergiebedarf von Gebäuden aus regenerativen Energien anteilig (Erfüllungsoption 10 %) zu decken.

Beitrag zur Nutzung gesamte Biogase

Biogas, Deponiegas, Klärgas sowie Biomethan

Typische Eigenschaften von Energieträgern mit Beitrag Biogase in Baden-Württemberg (1)

Energieträger	Dichte kg/l	Heizwert			
		kWh/kg	kWh/l bzw. kWh/m³	MJ/kg	MJ/l bzw. MJ/m³
Kraftstoffe					
Biodiesel*	0,88	10,3	9,1	37,1	32,6
Bioethanol*	0,79	7,4	5,9	26,7	21,1
Biomethan*	0,72 MJ/m3			50,0	36,0
Pflanzenöl - Rapsöl*	0,92	10,4	9,6	37,6	34,6
Diesel	0,84	12,0	10,0	43,1	35,9
Benzin	0,76	12,2	9,0	43,9	32,5
Feste und gasförmige Energieträger					
Steinkohle	-	8,3-10,6	-	30,0-38,1	-
Braunkohle	-	2,6-6,2	-	9,2-22,2	-
Erdgas H (in m³)	0,76	11,6	8,8	41,7	31,7
Heizöl EL	0,86	11,9	10,2	42,8	36,8
Biogas* (in m³)	1,20	4,2-6,3	5,0-7,5	15,0-22,5	18,0-27,0
Holzpellets*	0,65	4,9-5,4	3,2-3,5	17,5-19,5	11,4-12,7
* Erneuerbare Energien					
Energieeinheit: 1 kWh = 3,6 MJ					
Quellen: UM BW – Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2013, S. 47, 10/2014; FNR – Biokraftstoffe 2014, Ausgabe 2014					

Typische Eigenschaften von ausgewählten Energieträgern mit Beitrag Biogase in Baden-Württemberg (2)

Typische Eigenschaften von Kraftstoffen

	Dichte [kg/l]	Heizwert [kWh/kg]	Heizwert [kWh/l]	Heizwert [MJ/kg]	Heizwert [MJ/l]
Biodiesel	0,88	10,3	9,1	37,1	32,6
Bioethanol	0,79	7,4	5,9	26,7	21,1
Rapsöl	0,92	10,4	9,6	37,6	34,6
Diesel	0,84	12,0	10,0	43,1	35,9
Benzin	0,76	12,2	9,0	43,9	32,5

Typische Eigenschaften von festen und gasförmigen Energieträgern

	Dichte [kg/l] bzw. [kg/m ³]	Heizwert [kWh/kg]	Heizwert [kWh/l] bzw. [kWh/m ³]	Heizwert [MJ/kg]	Heizwert [MJ/l] bzw. [MJ/m ³]
Steinkohle	-	8,3 - 10,6	-	30,0 - 38,1	-
Braunkohle	-	2,6 - 6,2	-	9,2 - 22,2	-
Erdgas H (in m ³)	0,76	11,6	8,8	41,7	31,7
Heizöl EL	0,86	11,9	10,2	42,8	36,8
Biogas (in m ³)	1,20	4,2 - 6,3	5,0 - 7,5	15,0 - 22,5	18,0 - 27,0
Holzpellets	0,65	4,9 - 5,4	3,2 - 3,5	17,5 - 19,5	11,4 - 12,7

Energieeinheit: 1 kWh = 3,6 MJ

Quelle: UM BW – Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2016, 11/2017

Entwicklung Anteile **erneuerbarer Energien** an der Energieversorgung in Baden-Württemberg 2000-2017, Ziele 2020 (1)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Endenergieverbrauch	[%]																	
Anteil an der Bruttostromerzeugung	9,5	9,8	9,9	7,4	8,9	10,2	11,4	12,7	13,6	14,8	16,8	20,0	23,4	23,6	24,1	23,5	25,1	27,5
Anteil am Bruttostromverbrauch	8,9	8,7	9,0	6,3	7,5	9,0	10,0	11,1	11,2	12,2	13,6	15,6	17,9	18,9	19,8	20,1	21,2	22,2
Anteil an der Wärmebereitstellung (ohne Strom)	7,8	7,9	8,7	8,4	8,8	8,9	8,9	10,4	10,3	12,5	13,2	13,0	14,6	14,2	14,7	15,2	16,0	15,8
Anteil am Endenergieverbrauch des Verkehrs	0,2	0,2	0,3	0,4	0,7	3,3	6,3	6,9	5,7	5,3	5,5	5,3	5,4	4,9	5,1	4,4	4,6	4,6
Anteil am gesamten Endenergieverbrauch	5,9	6,1	6,5	5,9	6,4	7,7	8,8	9,9	9,6	10,7	11,6	11,8	13,1	13,1	13,5	13,5	14,3	14,4
Primärenergieverbrauch	[%]																	
Stromerzeugung	1,7	1,8	1,9	1,6	2,0	2,5	2,8	3,5	3,4	3,8	4,0	4,8	5,4	5,5	5,9	6,0	6,0	6,3
Wärmebereitstellung	2,3	2,5	2,5	2,6	2,7	2,9	2,9	3,2	3,5	4,0	4,2	4,4	5,5	5,6	5,4	5,7	5,9	6,0
Kraftstoffverbrauch	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,6	1,2	1,3	1,1	1,0	1,0	1,1	1,2	1,0	1,2	1,0	1,0	1,1
Anteil am gesamten Primärenergieverbrauch	4,1	4,3	4,4	4,3	4,9	6,0	6,9	8,0	8,0	8,8	9,2	10,3	12,0	12,2	12,5	12,7	13,0	13,4

2020

38

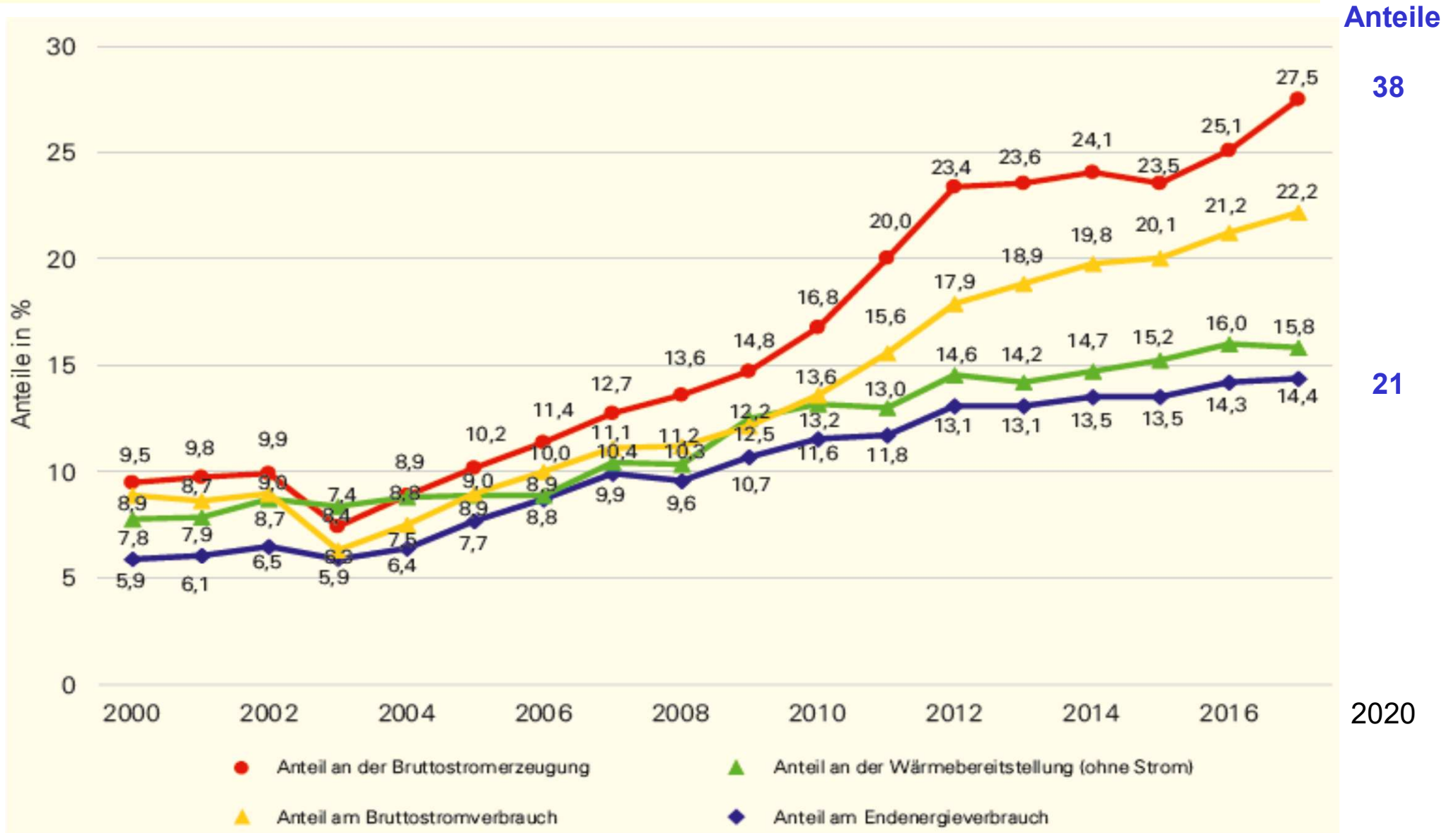
21

* Daten 2017 vorläufig, Stand 10/2018

1) für den Endenergieverbrauch zur Bereitstellung von Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme wurde eine Zeitreihe auf der Basis folgender Angaben abgeschätzt: Energieberichte Baden-Württemberg (WM), Gradtagszahlen (IWU), wirtschaftliche Entwicklung und Wohnflächen (StLa), Energieeffizienzindikatoren (WM, AGEb)

Quellen: Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2017, 10/2018; UM BW – IEKK Beschlussfassung 7/2014, UM BW Nachhaltigkeitsbericht 2015, 3/2015

Entwicklung Anteile **erneuerbare Energien** an der Strom- und Energieversorgung in Baden-Württemberg 2000-2017, Ziele 2020 (2)



* Daten 2017 vorläufig, Stand 10/2018; Ziele 2020 der Landesregierung

Quellen: UM BW & ZSW Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2017, 10/2018;

UM-BW „Integriertes Energie-und Klimaschutzkonzept Baden-Württemberg (IEKK), Stand 15. Juli 2014

Übersicht Entwicklung Energie- und Stromverbrauch mit Beitrag erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2016/17 (1)

Entwicklung Primärenergieverbrauch (PEV)

Der Primärenergieverbrauch in Baden-Württemberg ist im Jahr 2017 nach ersten Schätzungen um knapp 1 % gegenüber dem Vorjahr zurückgegangen. Ursächlich ist insbesondere die rückläufige Stromerzeugung aus Kernenergie und Steinkohle. Gleichzeitig waren gegenläufige verbrauchs-steigernde Effekte wie die gute wirtschaftliche Entwicklung und der weiterhin steigende Kraftstoffverbrauch zu beobachten. Die erneuerbaren Energien trugen nach ersten Schätzungen 13,4 % zum Primärenergieverbrauch im Land bei.

	[PJ]	2016	2017	
Primärenergieverbrauch		1.443	1.430	-0,9 %
davon erneuerbare Energien (EE)		188	191	+1,6 %
davon fossil / Kernkraft / Stromimport		1.256	1.239	-1,3 %
Anteil der EE am Primärenergieverbrauch		13,0 %	13,4 %	

Entwicklung Endenergieverbrauch (EEV)

Der wachsende Energieverbrauch im Verkehrssektor, der Erdgasabsatz im Gebäudebereich und die gute wirtschaftliche Entwicklung führten zu einem höheren Endenergieverbrauch.

Insgesamt ist der Endenergieverbrauch im Jahr 2017 um gut 1 % auf 293 TWh gestiegen. Davon entfallen 14,4 % auf erneuerbare Energien.

	[TWh]	2016	2017	
Endenergieverbrauch		289	293	+1,2 %
davon erneuerbare Energien (EE)		41,2	42,0	+1,9 %
davon fossil / Kernkraft / Stromimport		248	251	+1,1 %
Anteil der EE am Endenergieverbrauch		14,3 %	14,4 %	

Die **Bruttostromerzeugung** in Baden-Württemberg ist mit 59,8 TWh gegenüber 2016 deutlich zurück-gegangen (-4,6 %). Hauptsächlich ist dies auf die geringere Erzeugung in Kernkraftwerken Zurück- zuführen, in denen im Jahr 2017 15 % weniger produziert wurde (-3,3 TWh). So wurde Ende Dezember 2016 das Kernkraftwerk Philippsburg 2 aus Sicherheitsgründen vom Netz genommen, Mitte Mai 2017 nahm das Kraftwerk den Betrieb wieder auf. Zudem wurde in den Steinkohlekraftwerken Baden-Württembergs 2,9 % weniger Strom als im Vorjahr erzeugt (-0,5 TWh).

Daten 2017 vorläufig, Stand 10/2018

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

1) In Baden-Württemberg wird mehr Strom verbraucht als erzeugt.

Über den Anteil der erneuerbaren Energie am importierten Strom kann jedoch mangels Daten keine Aussage gemacht werden.

2) Ohne Strom zur Wärmeerzeugung (analog zur Methodik auf Bundesebene)

Quelle: UM BW & ZSW Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2017, 10/2018;

Übersicht Entwicklung Energie- und Stromverbrauch mit Beitrag erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2016/17 (2)

[TWh]	2016	2017	
Bruttostromerzeugung ¹⁾	62,7	59,8	-4,6 %
davon erneuerbare Energien (EE)	15,7	16,5	+4,6 %
davon fossil / Kernkraft	46,9	43,4	-7,6 %
Anteil der EE an der Bruttostromerzeugung	25,1 %	27,5 %	
Bruttostromverbrauch ¹⁾	74,2	74,3	+0,1 %
davon erneuerbare Energien (EE)	15,7	16,5	+4,6 %
davon fossil / Kernkraft / Stromimport	58,5	57,8	-1,1 %
Anteil der EE am Bruttostromverbrauch	21,2 %	22,2 %	
Endenergieverbrauch zur Wärmeerzeugung ²⁾	133	135	+1,4 %
davon erneuerbare Energien (EE)	21,3	21,3	+0,2 %
davon fossil	112	113	+1,6 %
Anteil der EE am Endenergieverbrauch für Wärme	16,0 %	15,8 %	
Endenergieverbrauch Kraftstoffe	90,3	91,8	+1,7 %
davon erneuerbare Energien (EE)	4,2	4,2	+0,4 %
davon fossil	86,1	87,6	+1,7 %
Anteil der EE am Endenergieverbrauch des Verkehrs	4,6 %	4,6 %	

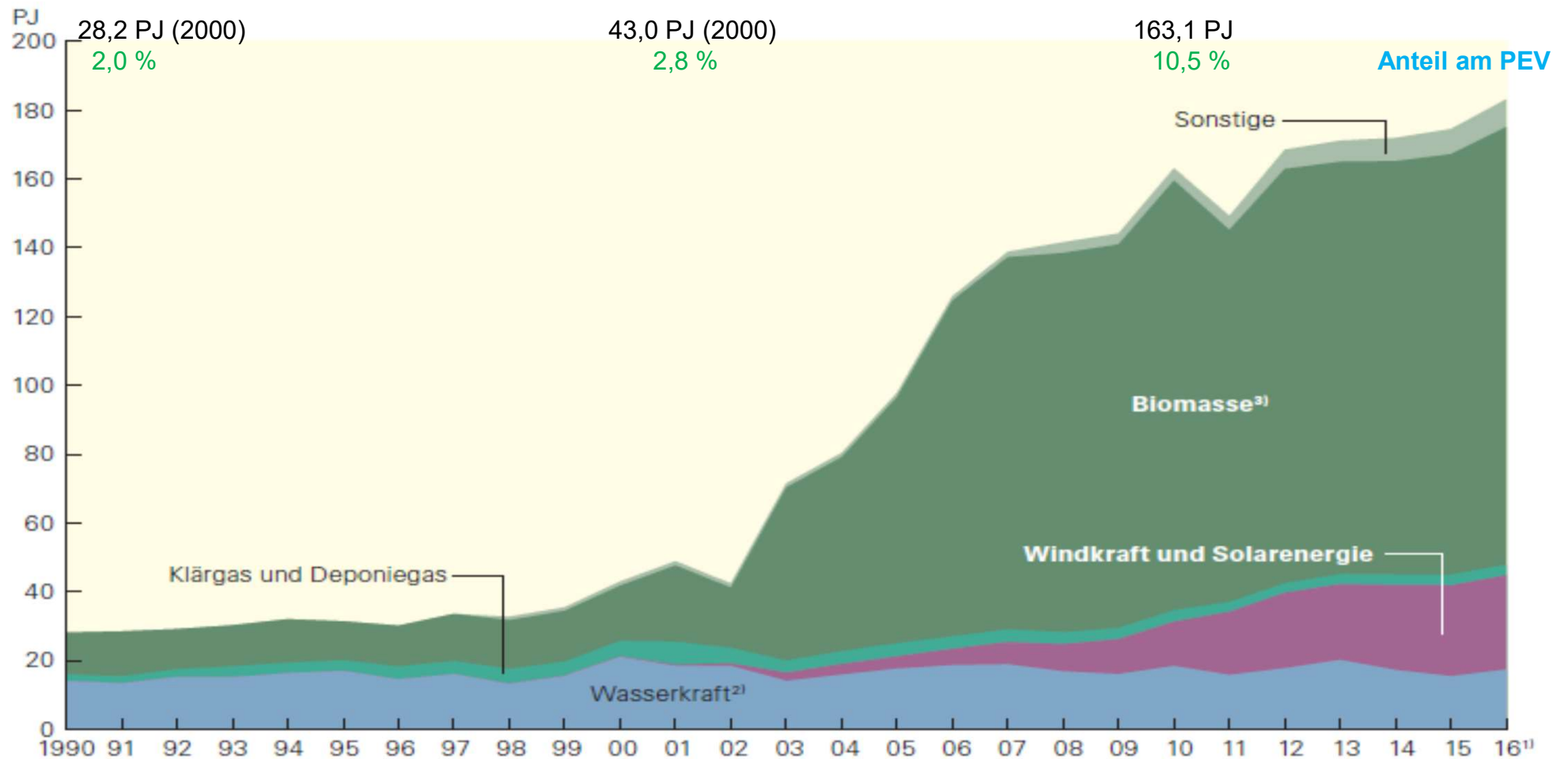
Die **Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien** ist nach ersten Schätzungen um 0,8 TWh gewachsen. Dazu tragen insbesondere Windenergieanlagen bei (+0,8 TWh). Mit einem Zubau von rund 720 MW in den Jahren 2016 und 2017 hat sich die installierte Leistung von Windenergieanlagen in Baden-Württemberg zum Jahresende 2017 innerhalb von zwei Jahren auf 1,4 GW verdoppelt. Gewachsen ist auch die Stromerzeugung aus Photovoltaikanlagen (+0,2 TWh), während in den Wasserkraftanlagen weniger Strom erzeugt wurde (-0,3 TWh). Insgesamt leisteten die erneuerbaren Energien in Baden-Württemberg im Jahr 2017 einen Beitrag von 16,5 TWh beziehungsweise 27,5 % zur Stromerzeugung. Da der Bruttostromverbrauch in Baden-Württemberg deutlich höher als die Bruttostromerzeugung ist, ist der Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch mit 22,2 % deutlich geringer. Der Bruttostromverbrauch in Baden-Württemberg hat sich in den vergangenen Jahren auf einem Niveau von etwa 74 TWh stabilisiert. Zusammen mit der deutlich geringeren Stromerzeugung im Land sind die Nettoimporte gegenüber dem Vorjahr um 3 TWh auf 14,5 TWh gestiegen.

Die über das Gesamtjahr vergleichbare Witterung im Jahr 2017 gegenüber dem Vorjahr bei guter wirtschaftlicher Entwicklung führt zu einem leichten Anstieg des Energieverbrauchs zur **Wärmeerzeugung**. Die erneuerbaren Energien erreichen einen Anteil am Endenergieverbrauch zur Wärmebereitstellung von rund 16 %. Der Kraftstoffverbrauch ist auch im Jahr 2017 weiter gestiegen, gleichzeitig ist die Nutzung von Biokraftstoffen absolut betrachtet nur geringfügig gewachsen. Damit verharret der Anteil der **erneuerbaren Energien im Verkehrssektor** bei 4,6 %.

Entwicklung Primärenergieverbrauch (PEV) aus erneuerbaren Energien (EE) in Baden-Württemberg 1990-2017 nach Stat. LA BW (1)

Gesamt 191,0 PJ = 53,1 TWh (Mrd. kWh) ¹⁾

Anteil am Gesamt-PEV 13,4 % von 1.430 PJ = 397,2 TWh ¹⁾



1) Daten 2017 vorläufig, Stand 10/2018 Energieeinheiten: 1 PJ = 0,2778 TWh (Mrd. kWh)

Bevölkerung (Jahresmittel, ab 2011 Zensus 2011) 2017: 11,0 Mio.

2) Bis 2002 Laufwasser-, Speicherwasser- und Pumpspeicherwasserkraftwerke, abzüglich 70 % vom Pumpstromverbrauch. Ab 2003 Laufwasser, Speicherwasser und Pumpspeicherwasser mit natürlichen Zufluss.

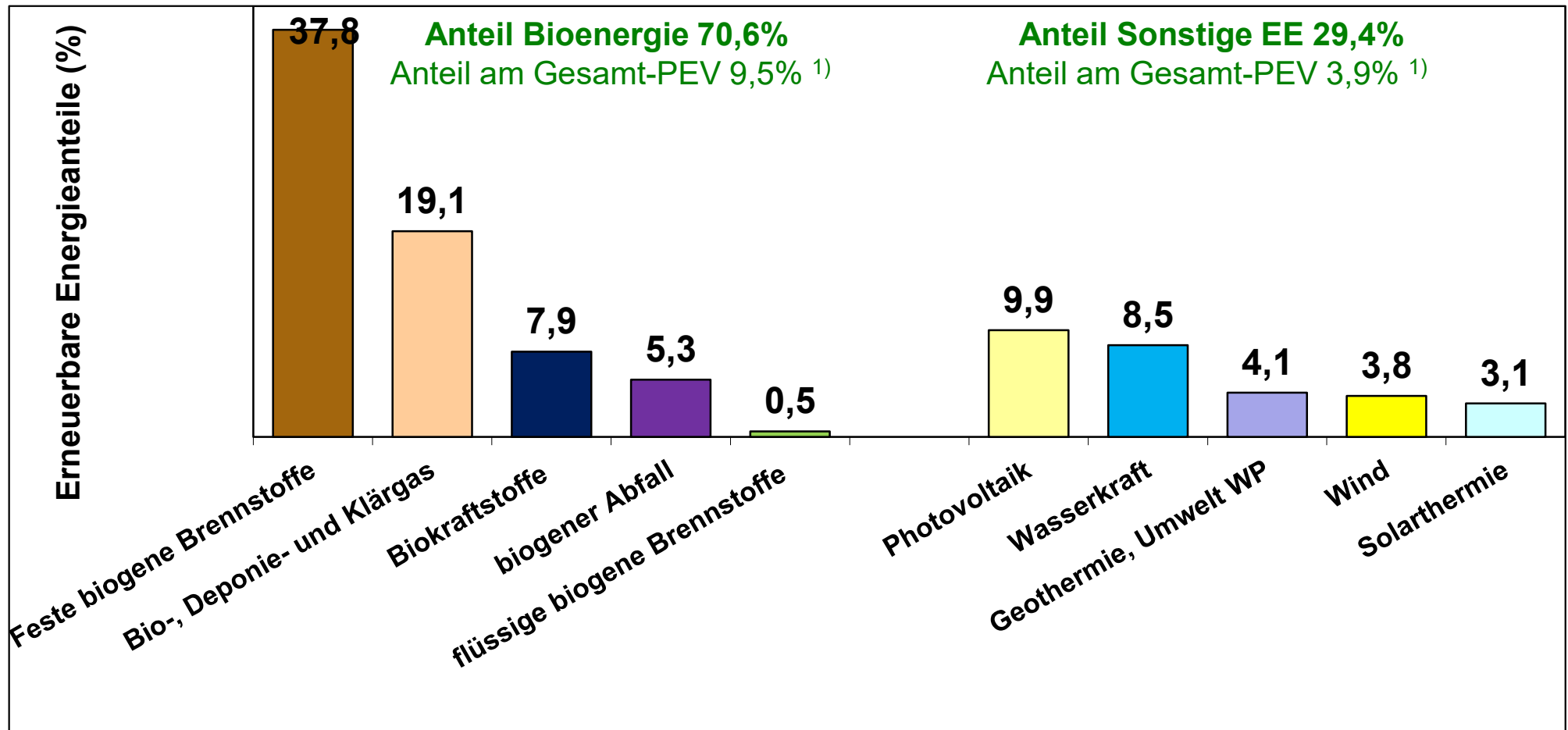
3) Einschließlich Abfall biogen (bis 2009 werden 60 % und ab 2010 noch 50 % vom Abfall als biogen bewertet)

Quellen: Stat. LA BW aus UM BW & Stat. LA BW - Energiebericht 2018 Tab. 11, 7/ 2018; UM BW „ Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2017, 10/2018; Stat. LA BW 9/2018

Struktur Primärenergieverbrauch (PEV) aus erneuerbaren Energien (EE) in Baden-Württemberg 2017 nach UM-ZSW (2)

Gesamt 191,0 PJ = 53,1 TWh (Mrd. kWh) ¹⁾

Anteil am Gesamt-PEV 13,4 % von 1.430 PJ = 397,2 TWh ¹⁾



Grafik Bouse 2018

Vorwiegend Bioenergie mit Anteil 70,6%

* Daten 2017 vorläufig, Stand 10/2018

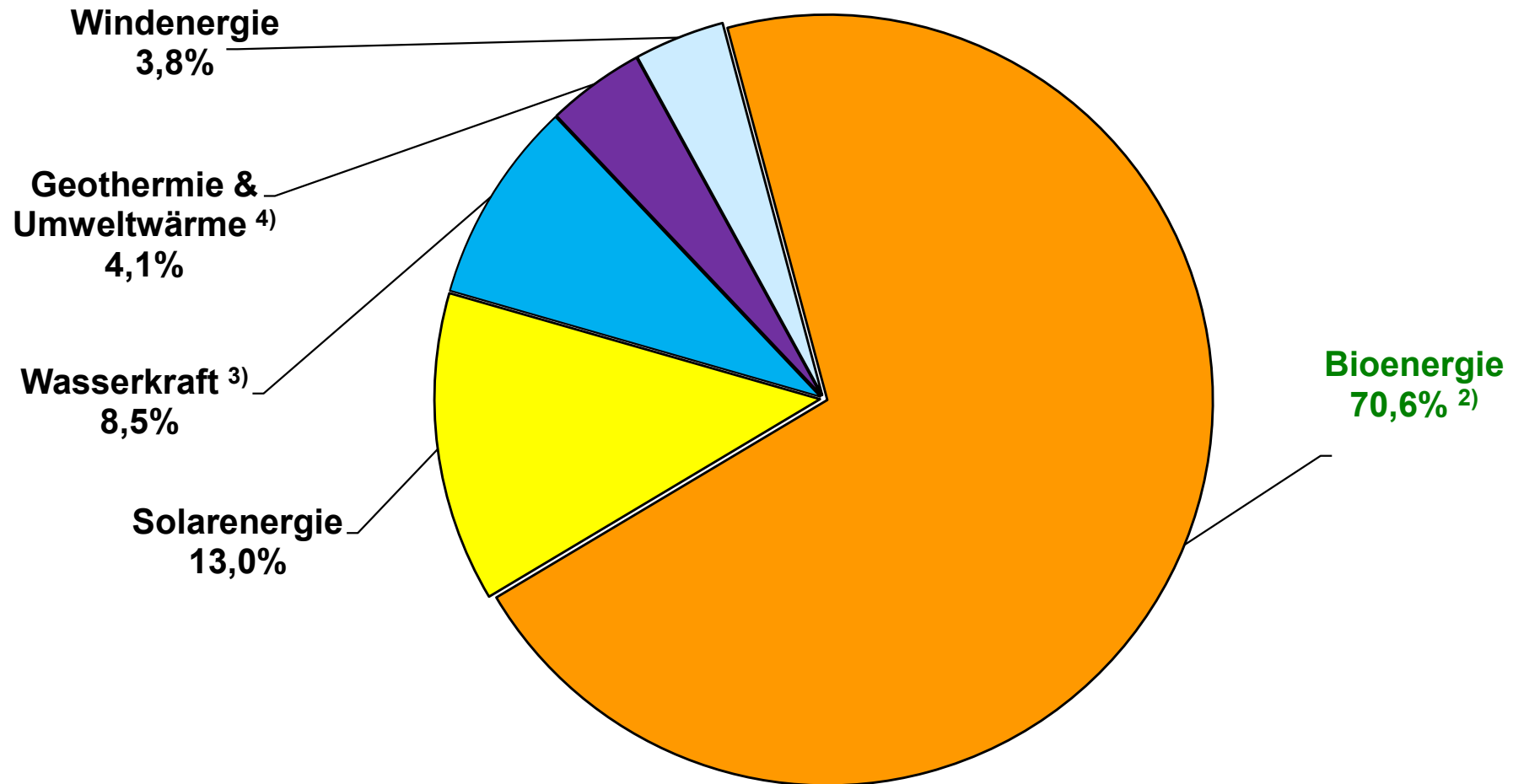
1) Bezogen auf den geschätzten Primärenergieverbrauch (PEV) von **1.430 PJ = 397,2 TWh (Mrd. kWh)**

Quelle: UM BW – ZSW ; Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2017, 10/2018

Struktur Primärenergieverbrauch (PEV) aus erneuerbaren Energien (EE) in Baden-Württemberg 2017 (3)

Gesamt 191,0 PJ = 53,1 TWh (Mrd. kWh) ¹⁾

Anteil am Gesamt-PEV 13,4 % von 1.430 PJ = 397,2 TWh ¹⁾



Grafik Bouse 2018

*Daten 2017 vorläufig, Stand 10/2018

1) Bezogen auf den geschätzten Primärenergieverbrauch (PEV) von **1.430 PJ = 397,2 TWh (Mrd. kWh)**

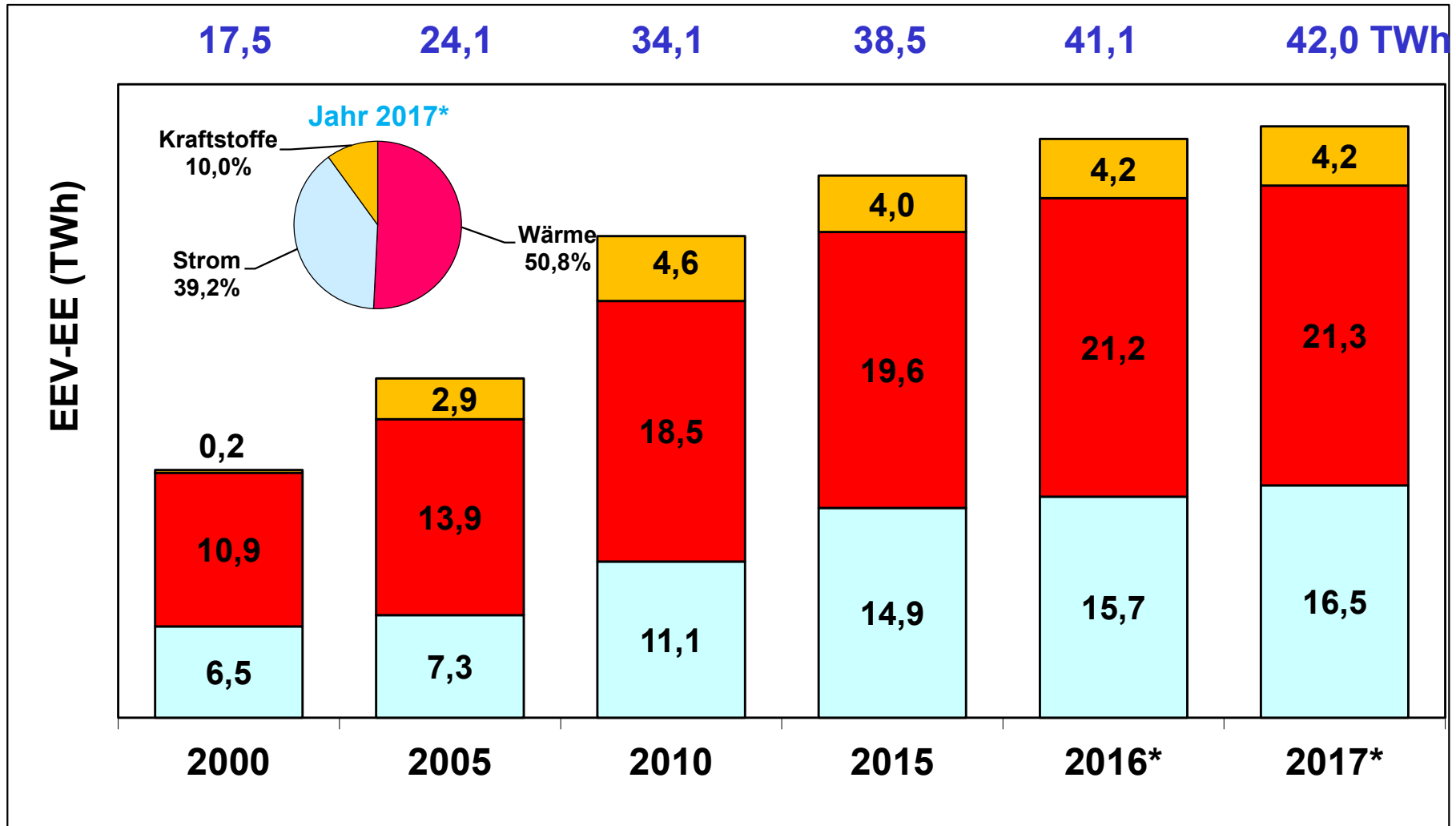
2) Feste- und flüssige biogene Brennstoffe, Biogas, Biokraftstoffe, Deponie- und Klärgas, biogener Anteil des Abfalls

3) einschließlich Pumpspeicherwasser mit natürlichen Zufluss; 4) Tiefe und oberflächennahe Geothermie & Umweltwärme (WP)

Entwicklung Endenergieverbrauch **erneuerbare Energien (EEV-EE)** nach Nutzungsarten in Baden-Württemberg 2000-2017* (1)

Jahr 2017: Gesamt 41.996 GWh = 42,0 TWh

EE-Anteil am EEV 14,4% ¹⁾



Grafik Bouse 2018

* Daten 2017 vorläufig, Stand 10/2018

Energieeinheiten: 1 PJ = 0,2778 Mrd. kWh (TWh) = 0,0341 Mio. t SKE = 0,0239 Mio. t RÖE (Mtoe)

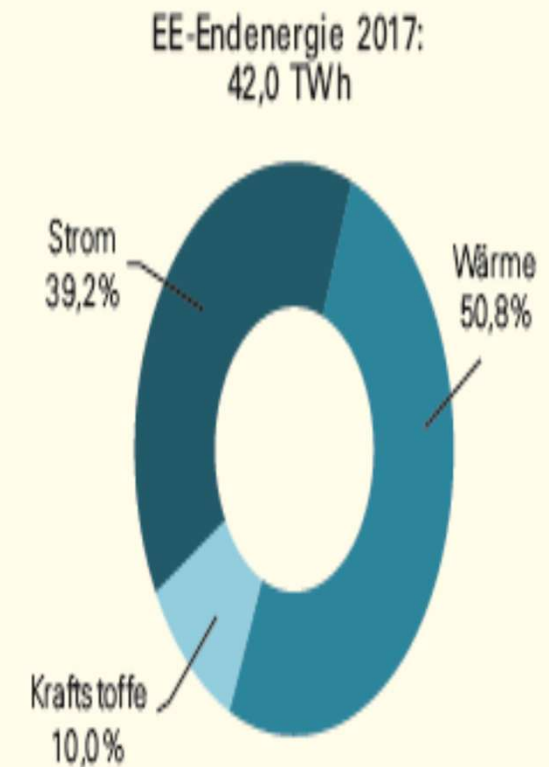
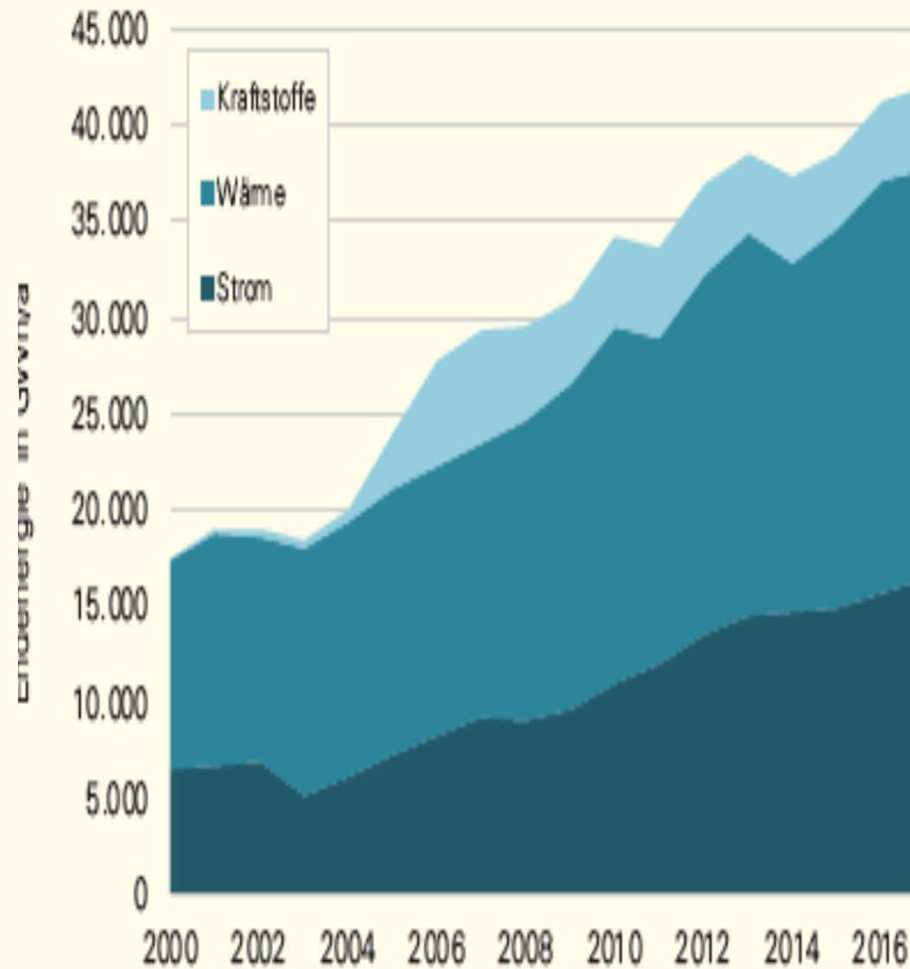
1) Geschätzter Endenergieverbrauch (EEV) 2017: 1.051 PJ = 291,9 TWh (EE-Anteil 14,4%)

Quelle: UM BW - Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2017, 4/2018

Entwicklung erneuerbare Energien beim Endenergieverbrauch (EEV) nach Nutzungsarten in Baden-Württemberg 2000-2017 nach UM BW-ZSW (2)

Jahr 2017: Gesamte EE 41.996 GWh = 42,0 TWh*,
Anteil EEV-Gesamt 14,4%

	Summe Endenergie- bereitstellung
	[GWh]
2000	17.541
2001	18.974
2002	18.945
2003	18.404
2004	19.934
2005	24.081
2006	27.857
2007	29.356
2008	29.459
2009	30.861
2010	34.177
2011	33.534
2012	36.909
2013	38.601
2014	37.280
2015	38.560
2016	41.221
2017	41.996



* Angaben 2017 vorläufig, Stand 10/2018

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

1) Bezogen auf den Endenergieverbrauch von 1.055 PJ = 293 TWh im Jahr 2017

2) bezogen auf einen geschätzten Endenergieverbrauch des Verkehrs (Kraftstoffe im Straßen- und Schienenverkehr) 330,5 PJ = 91,8 TWh ohne Strom im Jahr 2017

Quelle: UM BW - ZSW „Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2017“, 10/2018

Energiebereitstellung aus erneuerbaren Energien (EE) in Baden-Württemberg 2017 **nach UM BW-ZSW** (3)

Gesamt 41.996 GWh = 42,0 TWh (Mrd. kWh)*

Anteil am Gesamt-EEV 14,4 % ¹⁾

	End- energie [GWh]	Primärenergie- äquivalent ¹⁾ nach Wirkungsgradmethode [PJ]	Anteil am Endenergie- verbrauch [%] [%]		Anteil am PEV nach Wirkungs- gradmethode ¹⁾ [%]
Energiebereitstellung aus EE			Anteil am gesamten Endenergieverbrauch ¹¹⁾		
Gesamt	41.996 (42,0 TWh)	191,0 (53,1 TWh)	14,4		13,4

* Angaben 2016 vorläufig, Stand 9/2017

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

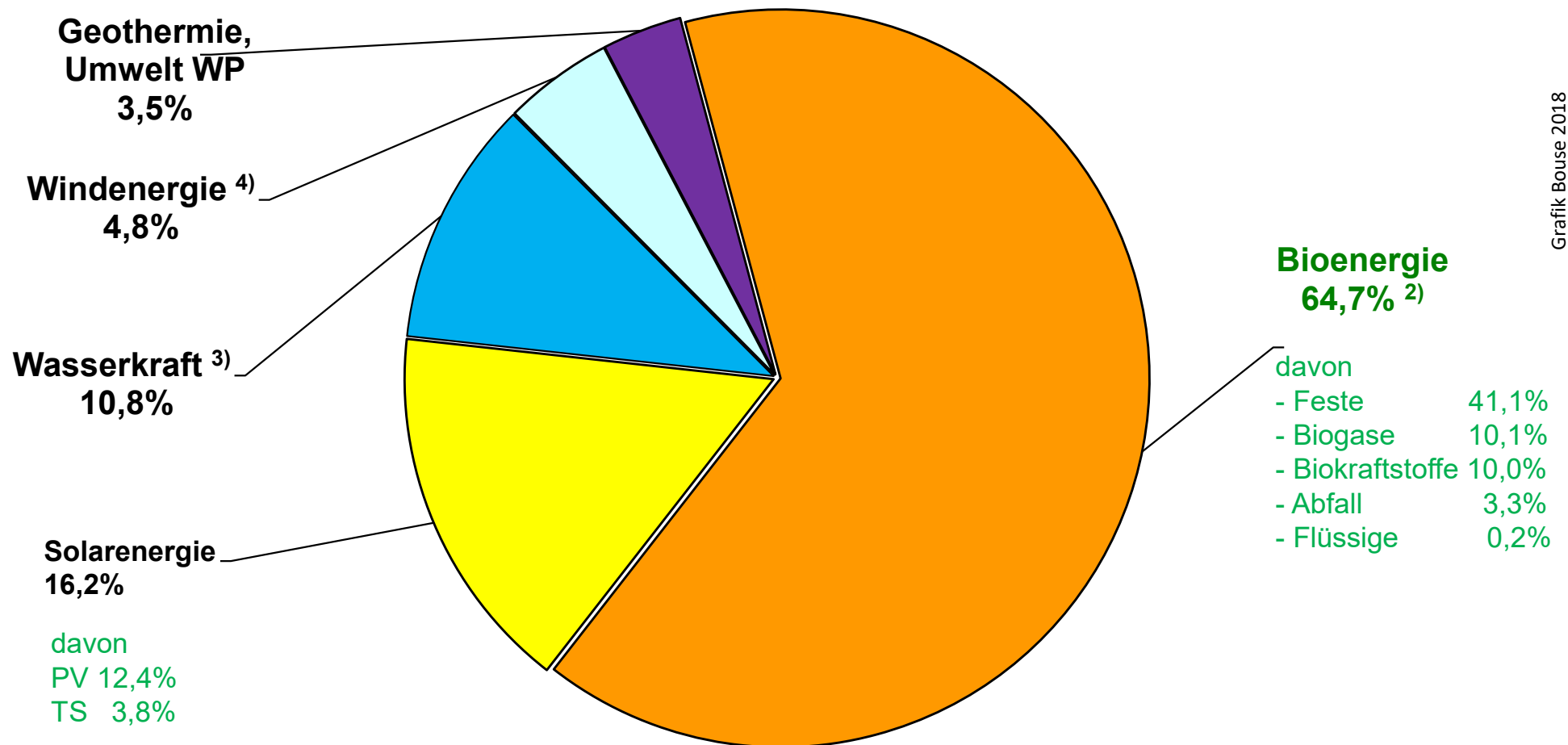
1) bezogen auf einen geschätzten Primärenergieverbrauch (PEV) von 1.430 PJ = 397,2 TWh;

11) bezogen auf einen geschätzten Endenergieverbrauch (EEV) von 1.055 PJ = 293,0 TWh

Struktur Endenergieverbrauch (EEV) aus erneuerbaren Energien (EE) in Baden-Württemberg 2017 (4)

Gesamt 41.996 GWh = 42,0 TWh (Mrd. kWh)*

Anteil Gesamt-EEV 14,4 % ¹⁾



Grafik Bouse 2018

* Daten 2017 vorläufig, Stand 9/2018

1) bezogen auf einen geschätzten Endenergieverbrauch (EEV) 1.055 PJ = 293,1 TWh (Mrd. kWh)

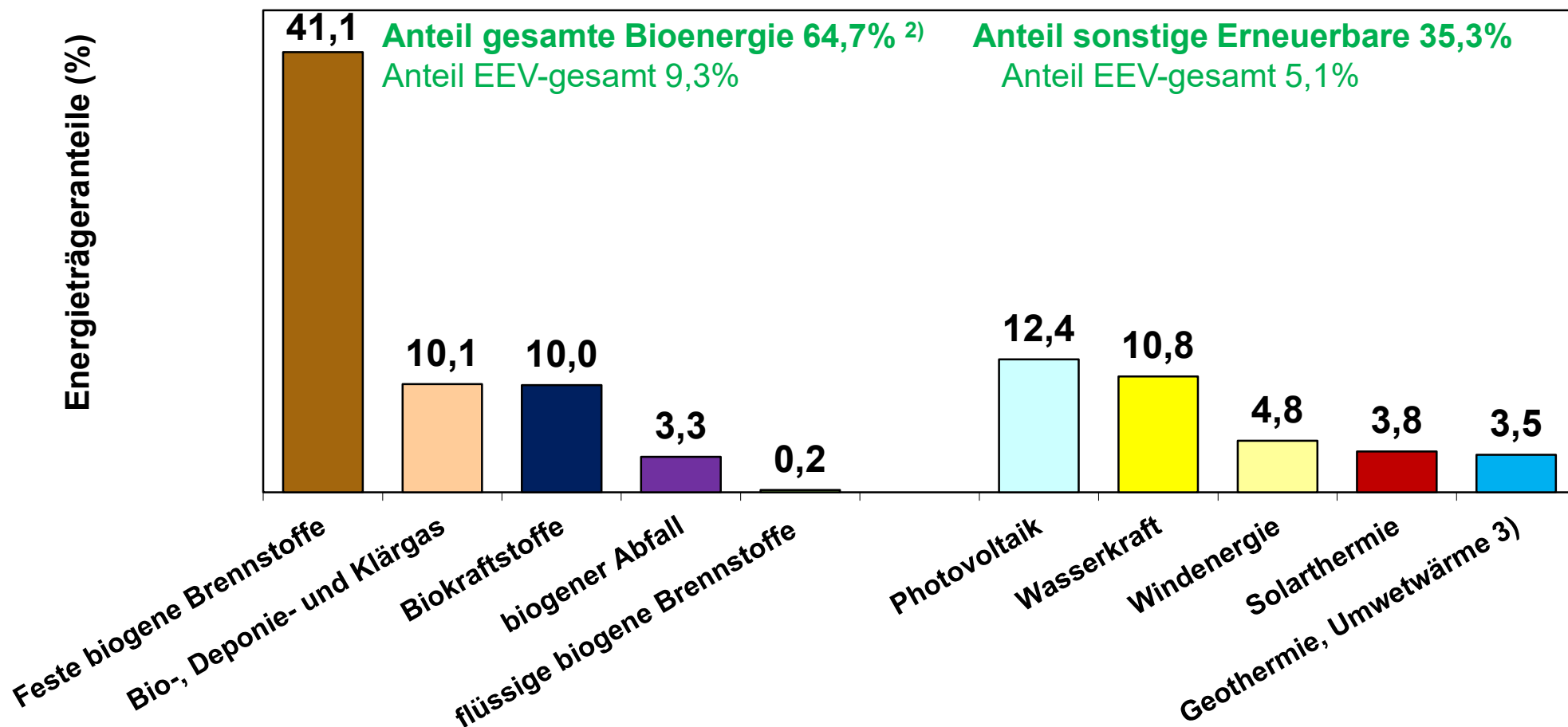
2) Feste- und flüssige biogene Brennstoffe, Biogas einschließlich Deponie- und Klärgas, biogener Anteil des Abfalls, Biokraftstoffe,

3) einschließlich Pumpspeicherwasser mit natürlichen Zufluss; 4) Tiefe und oberflächennahe Geothermie & Umweltwärme (WP)

Anteile erneuerbare Energieträger (EE) beim Endenergieverbrauch (EEV) in Baden-Württemberg 2017 nach UM BW-ZSW (5)

Gesamt 41.996 GWh = 42,0 TWh (Mrd. kWh)*

Anteil Gesamt-EEV 14,4 % ¹⁾



Grafik Bouse 2018

Bioenergie mit Anteil 64,7% dominiert

* Daten 2017 vorläufig, Stand 10/2018

1) bezogen auf einen geschätzten Endenergieverbrauch (EEV) von 1.055 PJ = 293,1 TWh (Mrd. kWh)

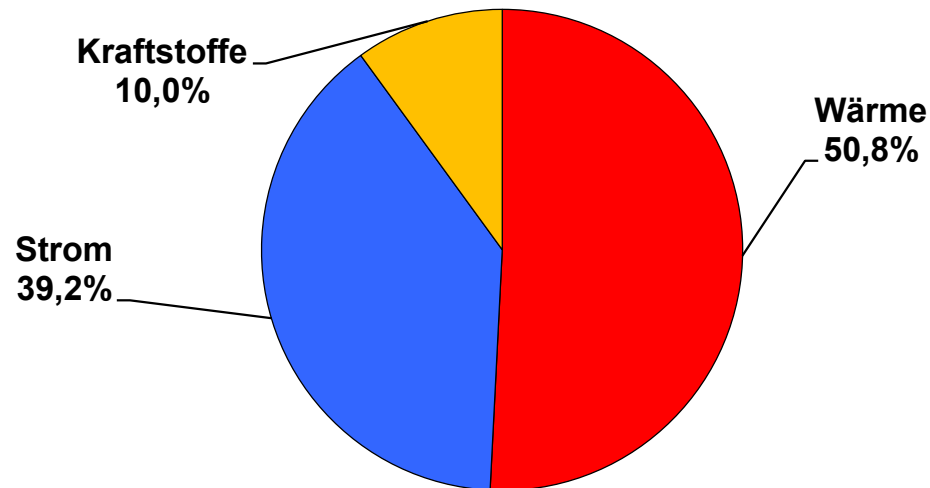
2) Gesamte Biomasse = feste und flüssige biogene Brennstoffe, Biogas, Deponie- und Klärgas, Biokraftstoffe und biogene Abfälle

3) Tiefe Geothermie + Nutzung von Umweltwärme (Luft, Grundwasser, oberflächennahe Geothermie) durch Wärmepumpen

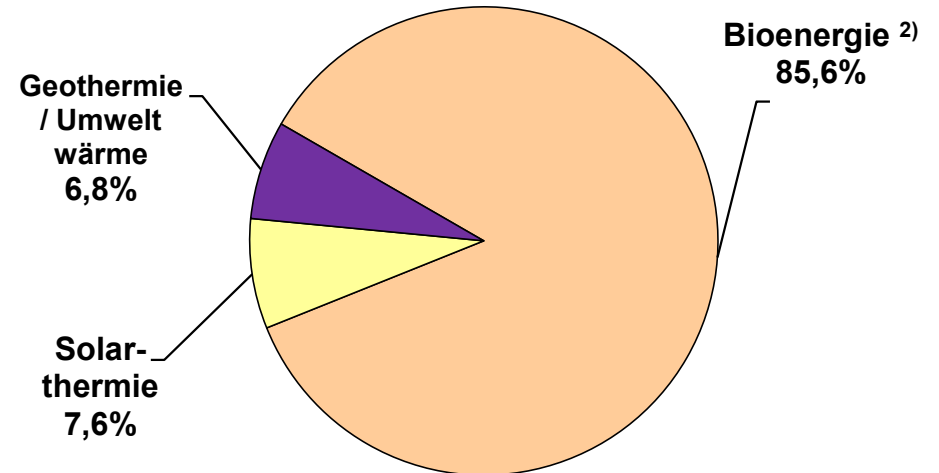
Struktur Endenergieverbrauch (EEV) aus erneuerbaren Energien (EE) nach Nutzungsarten in Baden-Württemberg 2017 nach UM BW-ZSW (6)

Gesamt 41.996 GWh = 42,0 TWh (Mrd. kWh)*; Anteil Gesamt-EEV 14,4 % ¹⁾

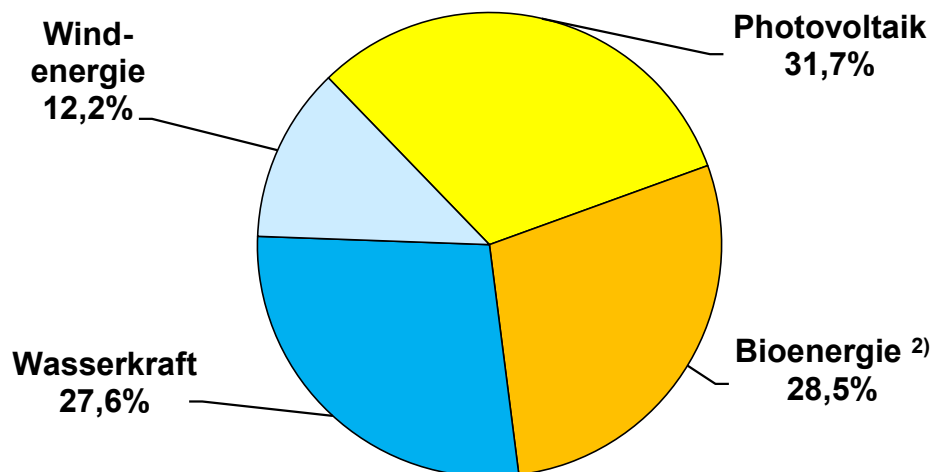
Gesamte EE 42,0 TWh



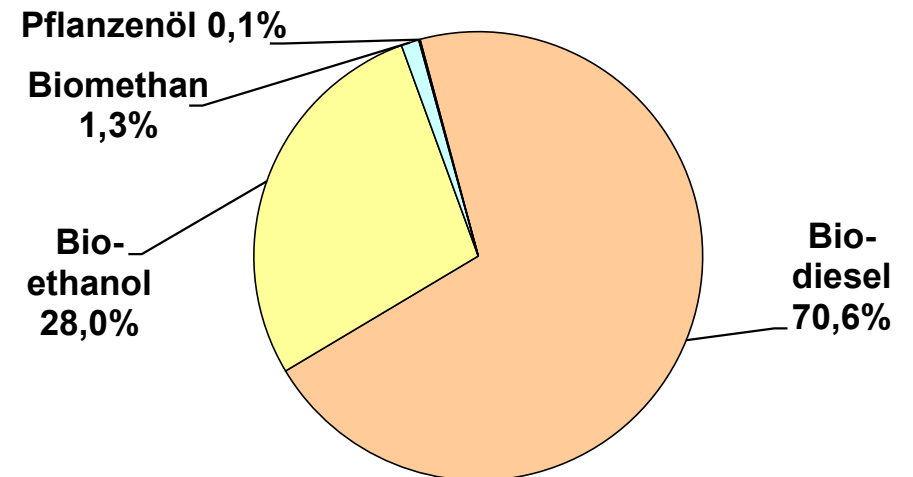
Wärme aus EE 21,3 TWh



Strom aus EE 16,5 TWh



Kraftstoffe aus EE 4,2 TWh ³⁾



1) bezogen auf den geschätzten Endenergieverbrauch (EEV) von 1.044 PJ = 290 TWh (Mrd. kWh)

* Daten 2016 vorläufig, Stand 10/2018

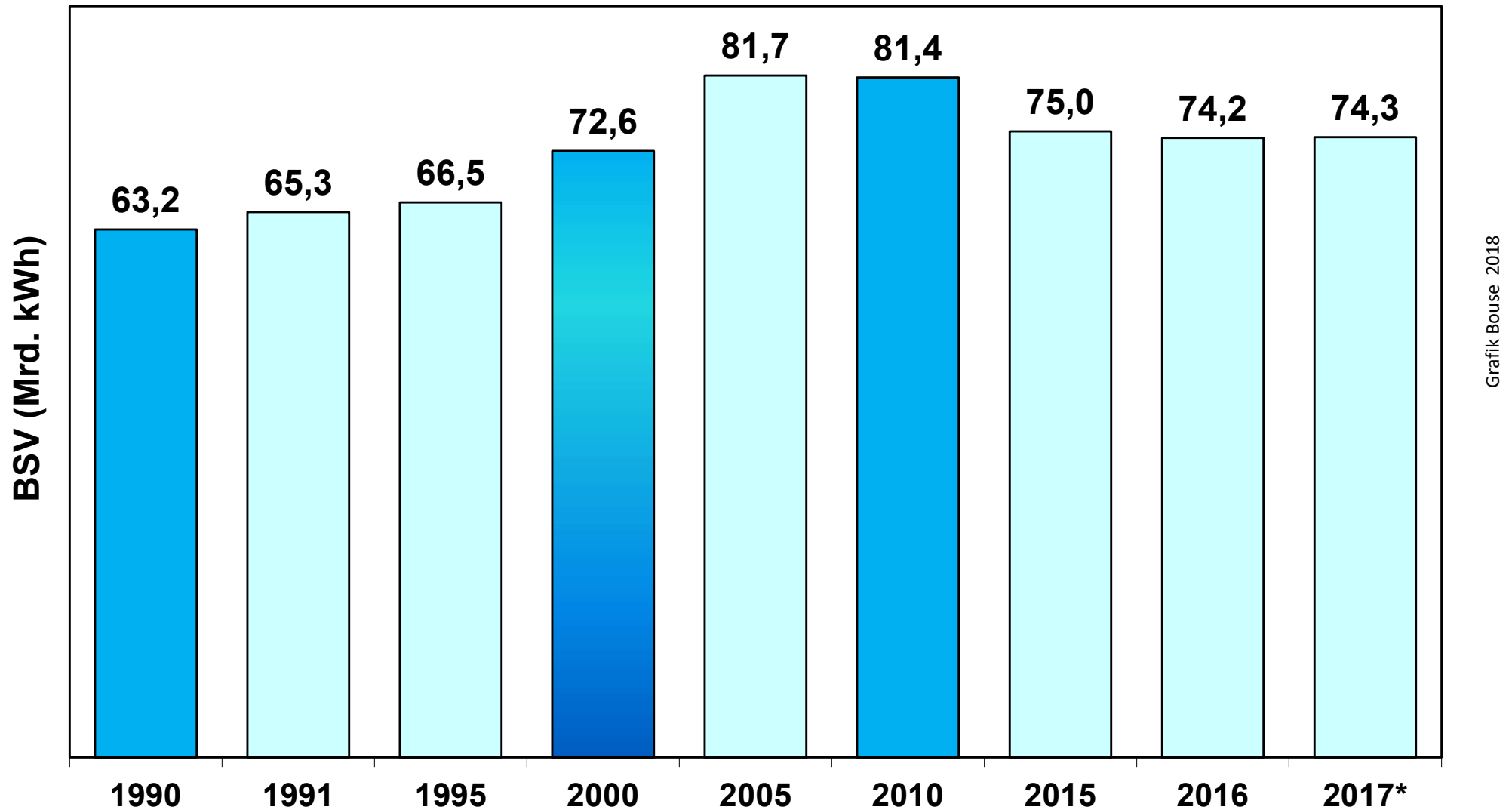
2) Bioenergie einschl. Deponie- und Klärgas sowie biogener Abfall 50% 3) Kraftstoffe ohne Strom im Straßen- und Schienenverkehr

Quelle: UM BW-ZSW ; Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2017, 10/2018

Beiträge Erneuerbare - Bioenergie zur Stromversorgung

Entwicklung Brutto-Stromverbrauch (BSV) ¹⁾ in Baden-Württemberg 1990-2017

Jahr 2017: Bruttostromverbrauch (BSV) 74,3 TWh (Mrd. kWh); Veränderung 90/17 + 17,6%
Ø 6.755 kWh/Kopf*

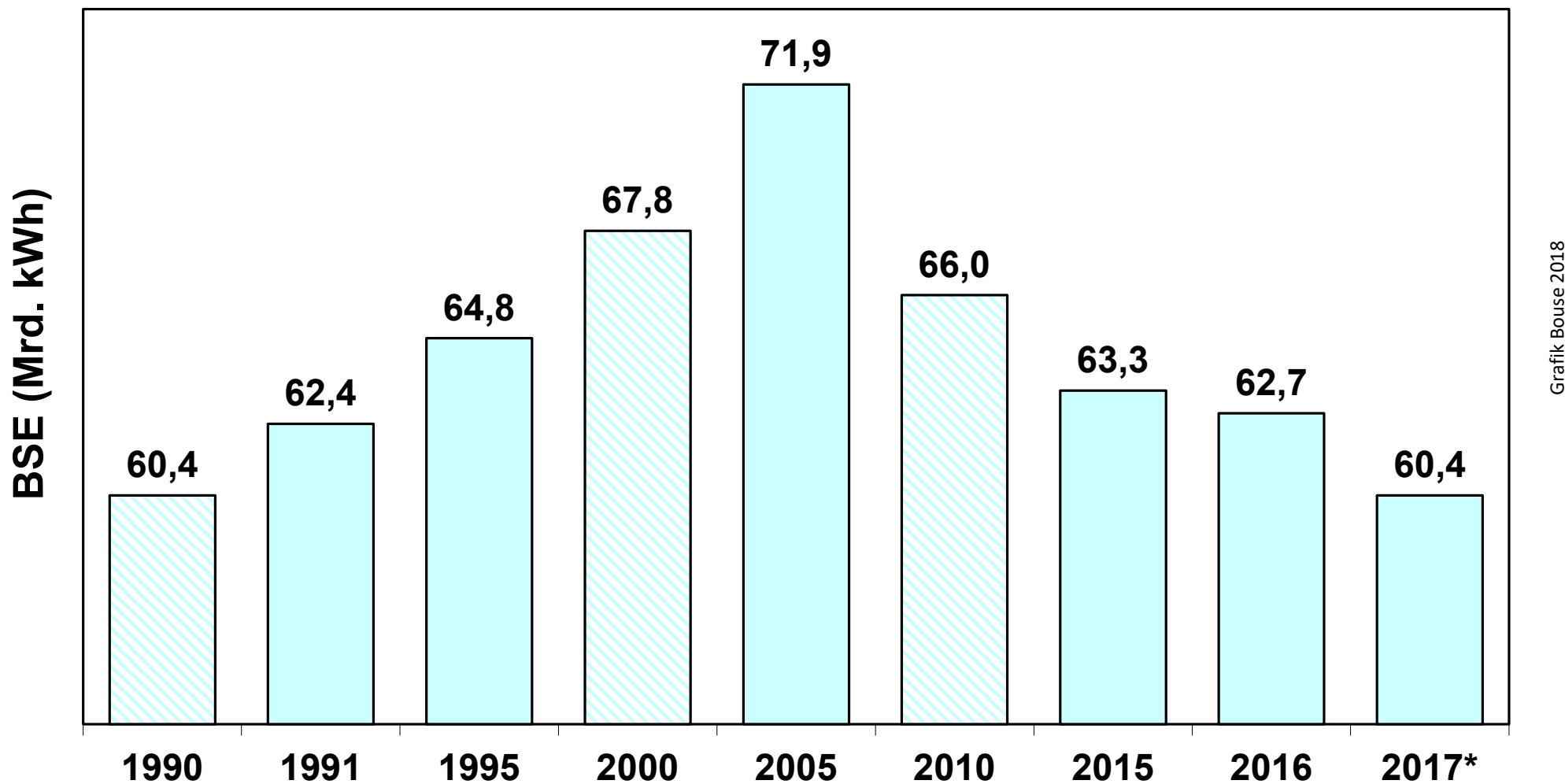


* Daten 2017 vorläufig, Stand 12/2018 1 TWh = 1 Mrd. kWh = 1.000 Mio. kWh Bevölkerung (Jahresmittel, Basis Zensus 2011) 2017: 11,0 Mio.

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

Entwicklung Bruttostromerzeugung (BSE) in Baden-Württemberg 1990-2017 nach Stat. LA BW (1)

Jahr 2017: Gesamt 60.444 GWh (Mio. kWh) = 60,4 TWh (Mrd. kWh), Veränderung 1990/2017 + 0,1%
Ø 5.495 kWh/Kopf



* Daten 2017 vorläufig, Stand 12/2018

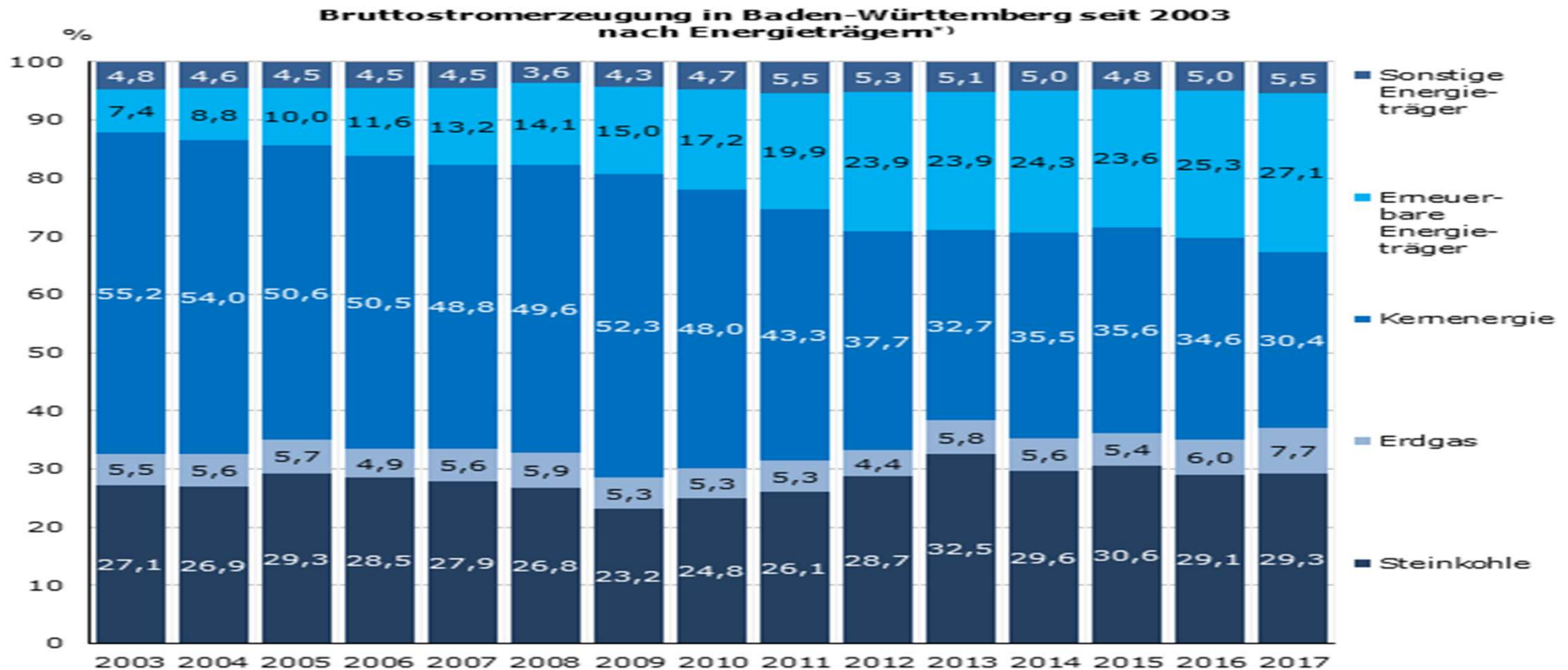
Energieeinheit: 1 TWh = 1 Mrd. kWh

Bevölkerung (Jahresmittel) 2017 = 11,0 Mio.

Quellen: UM BW & Stat. LA BW – Energiebericht 2018, Tab. 27, 7/2018; Stat. LA BW aus www.statistik-bw.de 12/2018

Entwicklung Bruttostromerzeugung (BSE) nach Energieträgern in Baden-Württemberg 2003-2017 nach Stat. LA BW (2)

Jahr 2017: Gesamt 60.444 GWh (Mio. kWh) = 60,4 TWh (Mrd. kWh), Veränderung 1990/2017 + 0,1%
Ø 5.495 kWh/Kopf



*) 2017 vorläufige Ergebnisse. 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 Pumpspeicherwasserkraftwerke, ab 1993 nur noch einschließlich natürlichem Zufluss aus Pumpspeicherwasserkraftwerken. Windkraft, Photovoltaik, feste und flüssige biogene Stoffe einschließlich biogener Abfall (bis 2009 werden 60% und ab 2010 noch 50% der Stromerzeugung aus Hausmüll und Siedlungsabfällen als erneuerbare Energie angesehen), Geothermie, Biogas, Deponiegas, Klärgas und Klärschlamm.

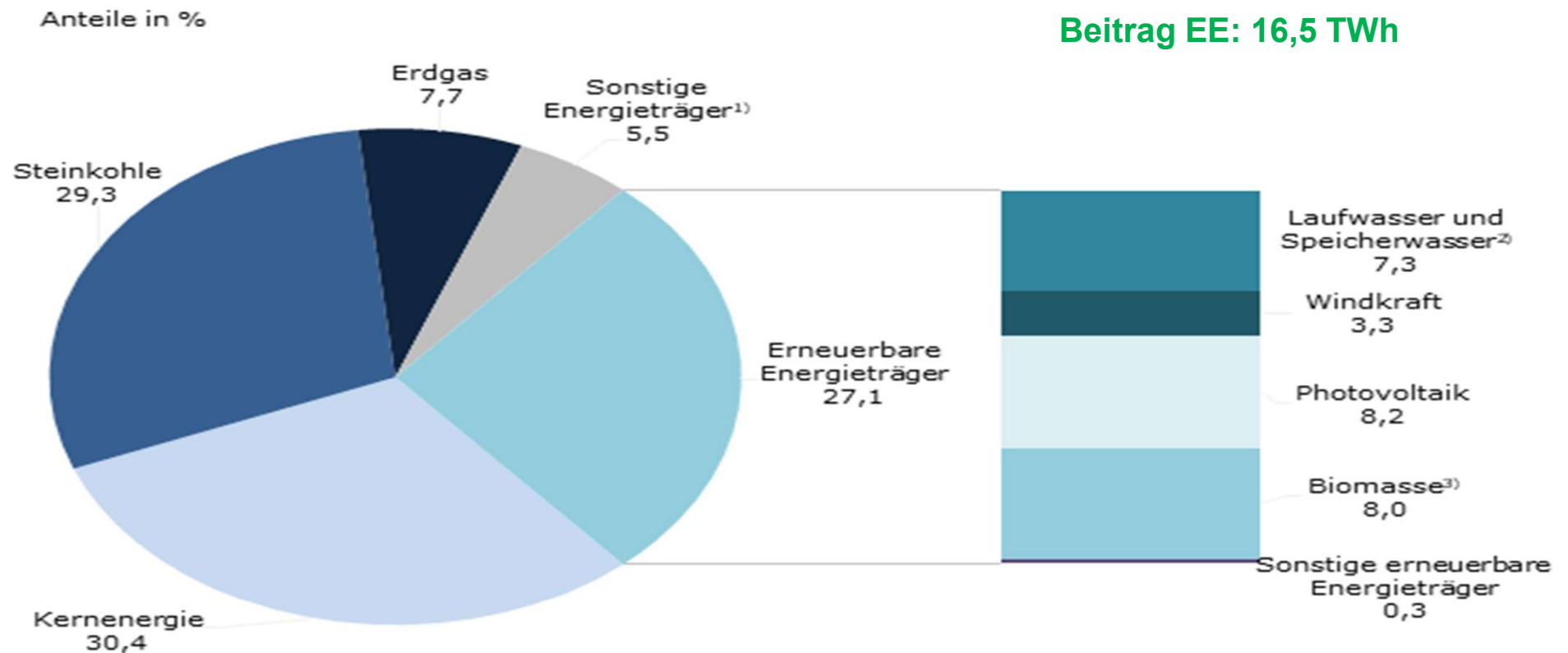
Sonstige Energieträger: Pumpspeicherwasserkraftwerke ohne natürlichem Zufluss, Abfall nicht biogen, Heizöl, Flüssiggas, Raffineriegas, Dieselkraftstoff, Petrolkoks, Braunkohlen und sonstige Energieträger.

Datenquelle: Energiestatistiken nach EnStatG, eigene Berechnungen.

Brutto-Stromerzeugung (BSE) nach Energieträgern mit Beitrag Erneuerbare in Baden-Württemberg 2017 (3)

Gesamt 60.444 GWh (Mio. kWh) = 60,4 TWh (Mrd. kWh), Veränderung 1990/2017 + 0,1 %
Ø 5.495 kWh/Kopf

Bruttostromerzeugung in Baden-Württemberg 2017
nach Energieträgern*)



*) Vorläufige Ergebnisse.

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt 11,0 Mio.

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

2) Einschließlich der Erzeugung aus Pumpspeicherwasserkraftwerken mit natürlichem Zufluss.

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

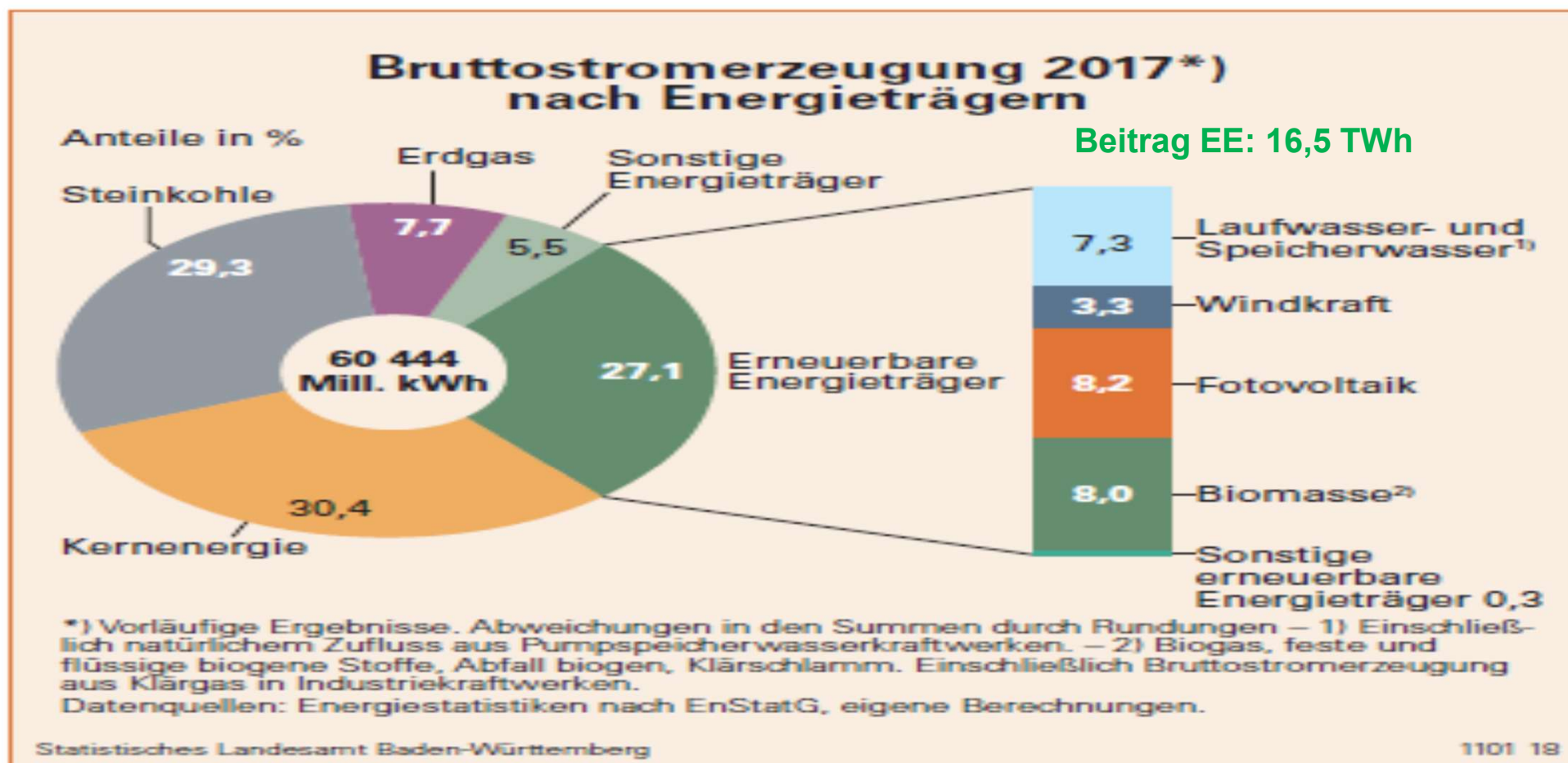
Datenquelle: Energiestatistiken nach EnStatG, eigene Berechnungen.

Brutto-Stromerzeugung (BSE) nach Energieträgern mit Beitrag Erneuerbare in Baden-Württemberg 2017 (4)

Gesamt 60.444 GWh (Mio. kWh) = 60,4 TWh (Mrd. kWh), Veränderung 1990/2017 + 0,1 %
Ø 5.495 kWh/Kopf

Stromerzeugung

27 % betrug der Anteil erneuerbarer Energieträger an der Bruttostromerzeugung 2017 in Baden-Württemberg.



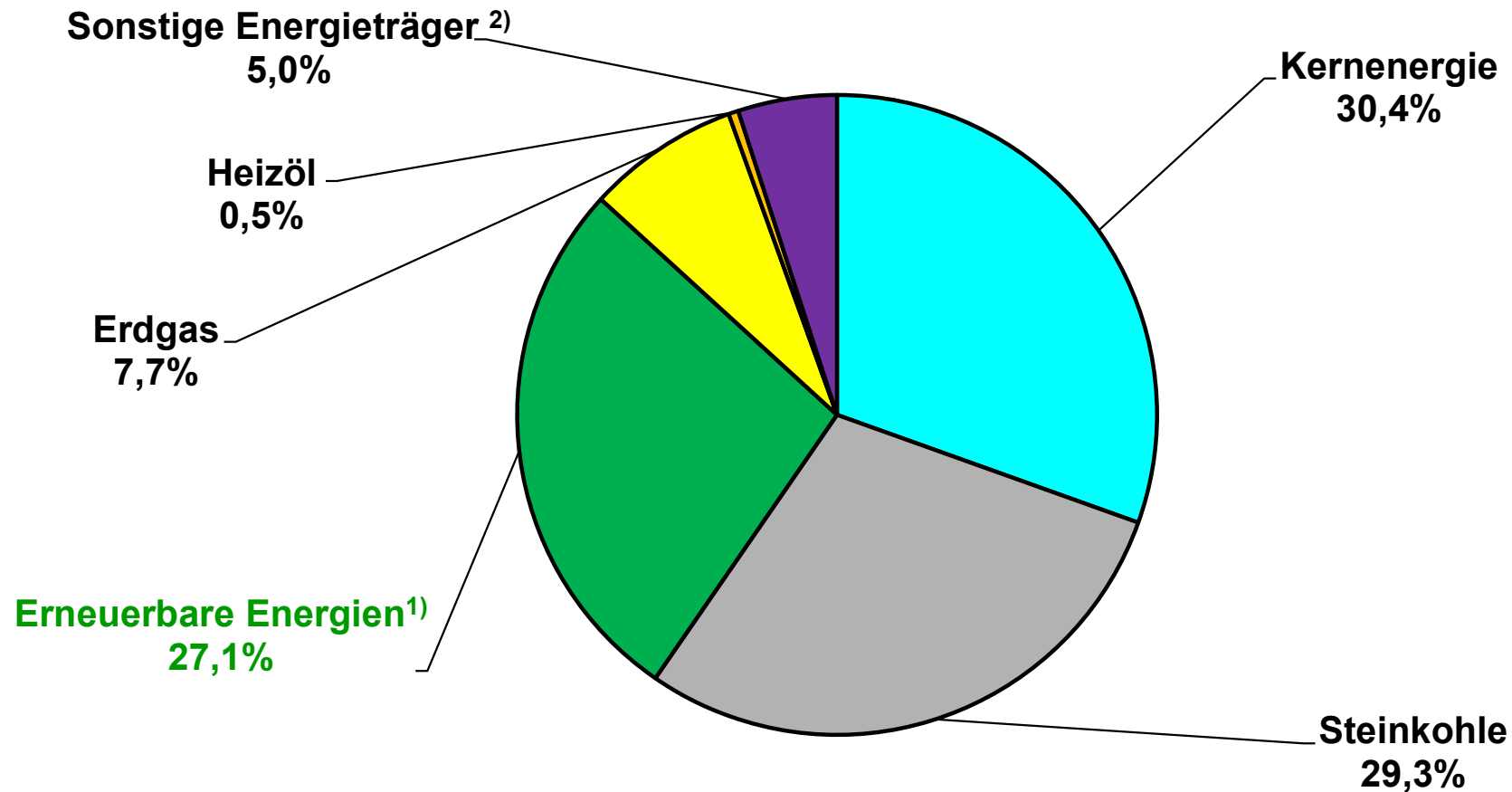
* Daten 2017 vorläufig, Stand 12/2018

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 11,0 Mio.

Quelle: Stat. LA BW – Im Blickpunkt: Energie in BW 2018, Faltblatt 12/2018

Brutto-Stromerzeugung (BSE) nach Energieträgern mit Beitrag Erneuerbare in Baden-Württemberg 2017 nach Stat. LA BW (5)

Jahr 2017: Gesamt 60.444 GWh (Mio. kWh) = 60,4 TWh (Mrd. kWh), Veränderung 1990/2017 + 0,1%
Ø 5.495 kWh/Kopf



Grafik Bouse 2018

* Daten 2017 vorläufig, Stand 12/2018

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt 11,0 Mio.)

1) Beitrag Erneuerbare Energieträger 16.459 GWh = 16,5 TWh, EE-Anteile 27,1%

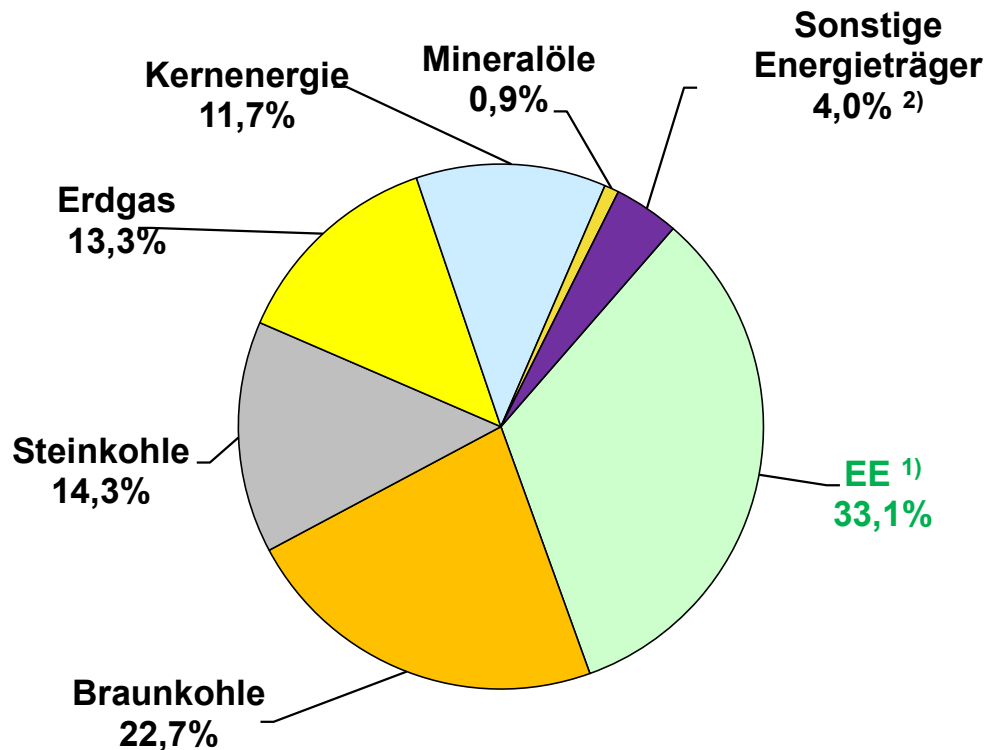
davon Bioenergie 8,0%, Wasserkraft 7,3%, Photovoltaik 8,2%, Windkraft 3,3%, Sonstige, Geothermie u.a. 0,3%

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

Bruttostromerzeugung nach Energieträgern in Baden-Württemberg und in Deutschland 2017

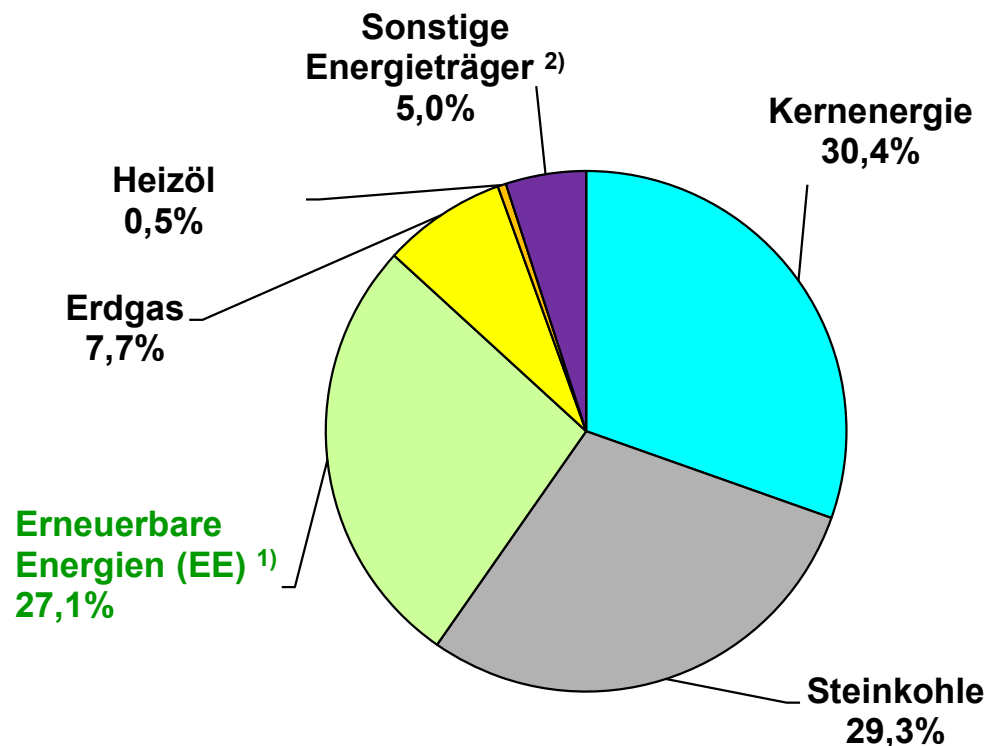
Deutschland (D)

Gesamt 653,7 TWh (Mrd. kWh); Veränderung 90/17 + 18,9%;
Ø 7.004 kWh/Kopf*



Baden-Württemberg (BW)

Gesamt 60,4 TWh (Mrd. kWh), Veränderung 1990/2017 + 0,1%
Ø 5.495 kWh/Kopf*
D-Anteil BW 9,2%



Anteile Erneuerbare in D 33,1% / BW 27,1%

* Energieeinheit: 1 TWh = 1 Mrd. kWh; Bevölkerung (J-Mittel, Zensus) **82,7 Mio.**

1) EE, davon Windenergie 16,1%, Biomasse mit Abfall biogen (50%) 7,8%, Photovoltaik 6,0%, Wasserkraft regenerativ 3,2%

2) Übrige Energieträger, davon Pumpspeicherstrom, Abfall nicht biogen (50%) u.a. (4,0%)

* Energieeinheit: 1 TWh = 1 Mrd. kWh; Bevölkerung (J-Durchschnitt) **10,92 Mio.**

1) EE: Bioenergie 8,0%, Wasserkraft 7,3%, Photovoltaik 8,2%, Windkraft 3,3%, Sonstige, Geothermie u.a. 0,3%

2) Braunkohlen, Dieselkraftstoff, Petrolkoks, Flüssiggas, Raffineriegas, Pumpspeicherwasser ohne natürlichen Zufluss, Abfall nicht biogen (50%) u.a. 5,0%

Entwicklung der Strombereitstellung (Endenergie) aus erneuerbaren Energien(EE) in Baden-Württemberg 2000-2017 nach UM BW-ZSW (1)

Jahr 2017: Gesamt 16,5 TWh von 59,8 TWh (Anteile BSE 27,5%, BSV 22,2%)*

	Wasserkraft ¹⁾		Windenergie		Photovoltaik ²⁾		feste biogene Brennstoffe		flüssige biogene Brennstoffe	Biogas ³⁾		Klärgas	Deponiegas	Geothermie	biogener Anteil des Abfalls ⁴⁾	Summe Stromerzeugung
	[GWh]	[MW]	[GWh]	[MW]	[GWh]	[MW _p]	[GWh]	[MW]	[GWh]	[GWh]	[MW]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]
2000	5.628	768	35	59	5	9	307	58	0	37	7	93	160	0	203	6.469
2001	5.750	772	92	111	19	38	354	66	1,2	56	11	101	152	0	205	6.730
2002	5.769	776	174	174	33	71	398	75	1,5	80	13	107	139	0	218	6.919
2003	3.917	775	234	207	79	123	474	104	2,9	107	17	110	97	0	201	5.221
2004	4.426	775	307	255	134	256	728	153	14	154	27	116	131	0	213	6.224
2005	4.910	775	312	274	272	452	957	158	51	282	54	122	128	0	291	7.325
2006	5.186	775	395	296	465	646	981	161	172	526	96	127	90	0	386	8.329
2007	5.261	775	586	405	668	911	991	162	259	757	127	135	94	0	479	9.230
2008	4.691	777	614	417	951	1.268	974	168	208	992	140	146	76	0	481	9.133
2009	4.471	777	545	452	1.370	1.888	1.095	181	294	1.265	162	149	53	0,04	458	9.700
2010	5.132	832	541	461	2.085	3.009	1.094	179	217	1.462	203	153	49	0,1	359	11.094
2011	4.404	837	589	478	3.320	3.864	975	188	62	1.909	256	159	45	0	489	11.952
2012	4.945	842	666	501	4.048	4.419	1.133	194	37	2.155	272	165	41	0,5	404	13.595
2013	5.616	866	667	531	4.108	4.757	1.100	197	33	2.327	296	173	39	1,2	453	14.518
2014	4.803	871	679	548	4.797	5.013	1.118	197	32	2.525	319	181	37	0,6	469	14.641
2015	4.300	876	831	694	5.090	5.196	1.161	199	56	2.756	321	184	35	0	482	14.896
2016	4.850	881	1.235	1.029	5.002	5.340	1.143	199	49	2.760	324	187	34	0	480	15.740
2017	4.540	883	2.010	1.417	5.210	5.547	1.143	199	48	2.817	329	187	30	0,3	475	16.459

Bioenergie Strom: Feste und flüssige Brennstoffe, Bio-, Deponie- und Klärgas, Biokraftstoffe, biogene Abfälle

* Daten 2017 vorläufig, Stand 10/2018; 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 Eigenverbrauch (d.h. einschließlich selbst verbrauchtem und nicht eingespeistem PV-Strom)

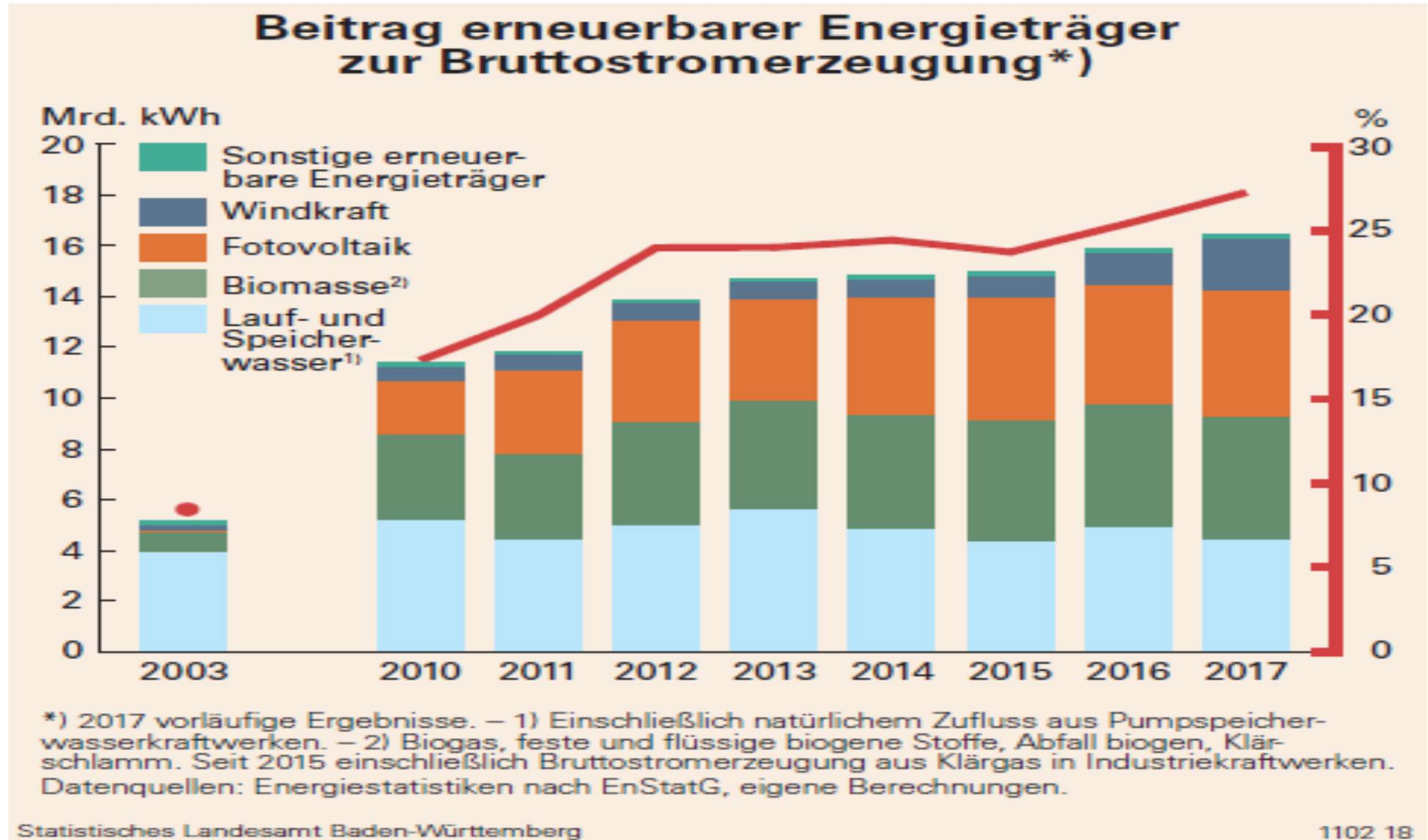
3) Ab der Leistungsangabe des Jahres 2013 sind erstmals auch die nichtlandwirtschaftlichen Reststoff- und Abfallvergärungsanlagen enthalten

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

5) Jahr 2017: bezogen auf eine Bruttostromerzeugung (BSE) von 59,8 TWh bzw. Bruttostromverbrauch (BSV) von 74,3 TWh

Entwicklung **Beitrag erneuerbare Energien** zur Brutto-Stromerzeugung (BSE) in Baden-Württemberg 2003-2017 nach Stat. LA BW (2)

Jahr 2017: Gesamt 16,5 TWh von 60,4 TWh;
Anteil BSE 27,1%, BSV 22,2%*



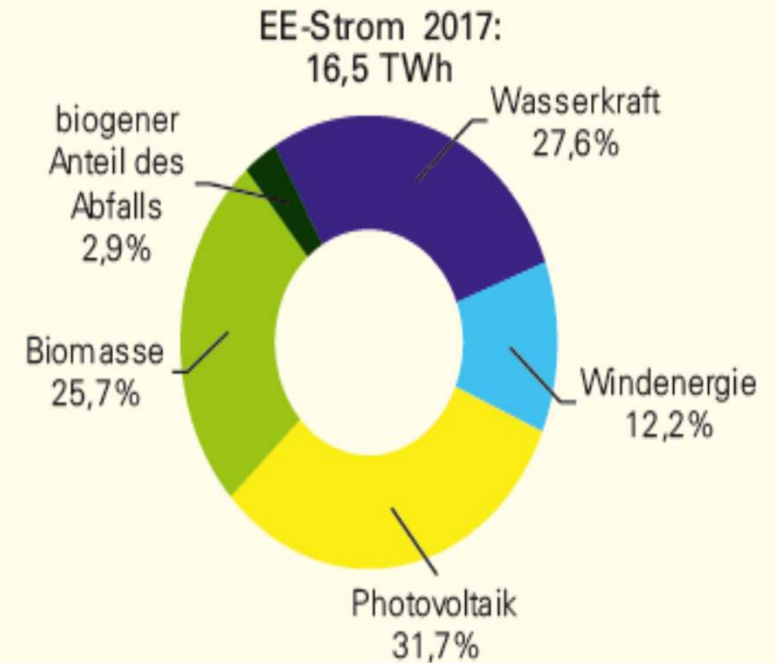
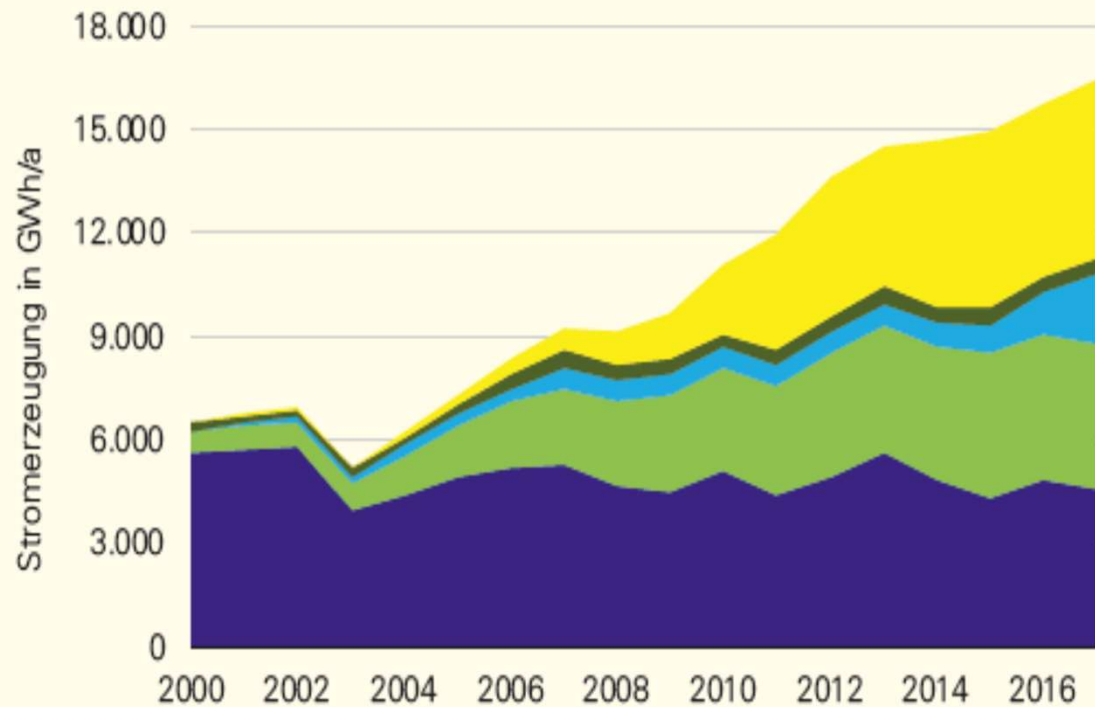
* Daten 2017 vorläufig, Stand 12/2018

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 11,0 Mio.

Quelle: Stat. LA BW – Im Blickpunkt: Energie in BW 2018, Faltblatt 12/2018

Entwicklung der **Stromerzeugung (Endenergie)** aus **erneuerbaren Energien (EE)** in Baden-Württemberg 2000-2017 **nach UM BW-ZSW (3)**

Jahr 2017: Gesamt 16,5 TWh von 59,8 TWh (Anteil BSE 27,5%, BSV 22,2%)*



* Daten 2017 vorläufig, Stand 10/2018

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt nach Basis Zensus 2011) 2017: 11,0 Mio.

1) Bezugsgrößen geschätzt : Brutto-Stromerzeugung (BSE) 59,8 TWh; Brutto-Stromverbrauch (BSV) 74,3 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%

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

Erneuerbare Energien (EE) zur Stromerzeugung (Endenergie) in Baden-Württemberg 2017 nach UM BW-ZSW (4)

Gesamt 16,5 TWh von 59,8 TWh (Anteile BSE 27,5%, BSV 22,2%)*

	End- energie [GWh]	Primärenergie- äquivalent ¹⁾ nach Wirkungsgradmethode [PJ]	Anteil am Endenergie- verbrauch [%]		Anteil am Primärenergie- verbrauch nach Wirkungs- gradmethode ¹⁾ [%]
Stromerzeugung			Anteil am Bruttostrom- verbrauch ²⁾	Anteil an der Bruttostrom- erzeugung ³⁾	
Wasserkraft ⁴⁾	4.540	16,3	6,1	7,6	1,1
Windenergie	2.010	7,2	2,7	3,4	0,5
Photovoltaik	5.210	18,8	7,0	8,7	1,3
feste biogene Brennstoffe	1.143	11,7	1,5	1,9	0,8
flüssige biogene Brennstoffe	48	0,6	0,1	0,1	0,0
Biogas	2.817	28,3	3,8	4,7	2,0
Klärgas	187	1,4	0,3	0,3	0,1
Deponiegas	30	0,4	0,04	0,05	0,03
Geothermie	0,3	0,01	0,0	0,0	0,0
biogener Anteil des Abfalls ⁵⁾	475	5,2	0,6	0,8	0,4
Gesamt	16.459	(16,5 TWh)	89,9	(25,0 TWh)	22,2
					27,5
					6,3

Bioenergie Strom: Feste und flüssige Brennstoffe, Bio-, Deponie- und Klärgas, Biokraftstoffe, biogene Abfälle

* Angaben 2017 vorläufig, Stand 10/2018

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

1) bezogen auf einen geschätzten Primärenergieverbrauch (PEV) von 1.430 PJ = 397,2 TWh;

2) bezogen auf einen geschätzten Bruttostromverbrauch (BSV) von 74,3 TWh;

3) bezogen auf eine geschätzte Bruttostromerzeugung (BSE) von 59,8 TWh

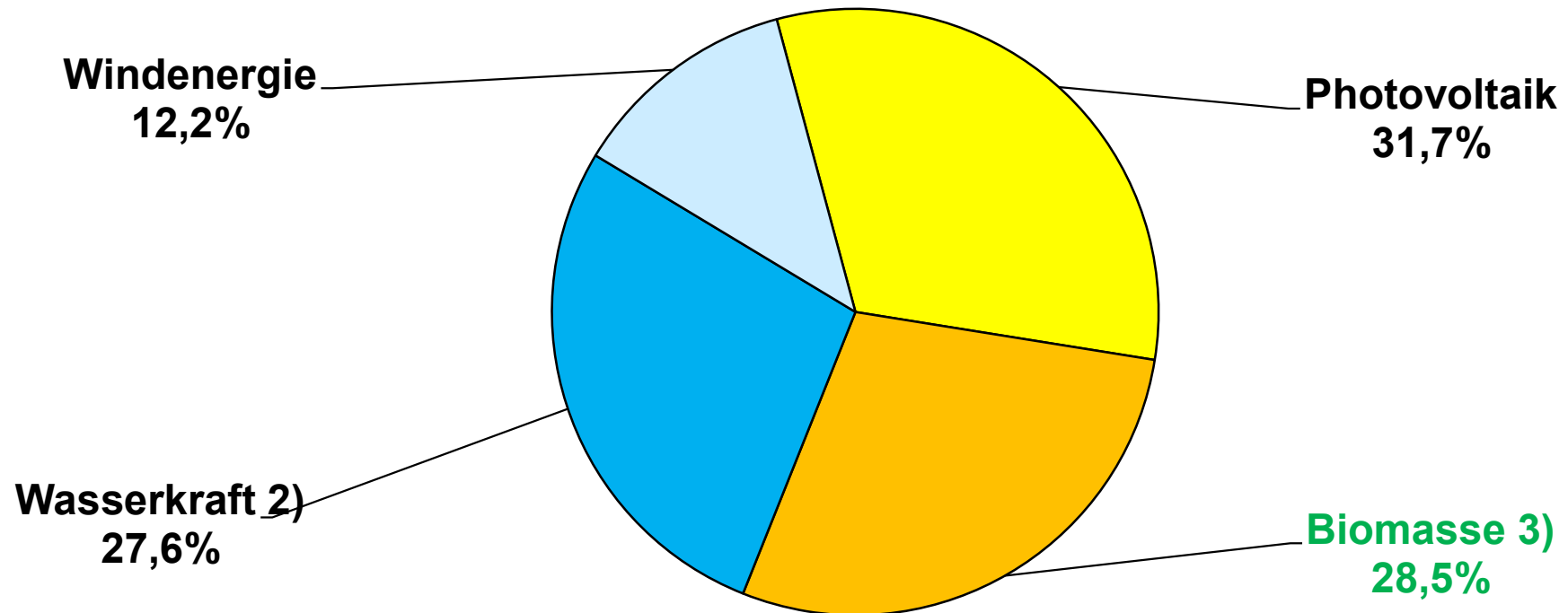
4) einschließlich der Stromerzeugung aus natürlichem Zufluss in Pumpspeicherkraftwerken

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

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 von Tobias Kelm, ZSW 11/2009

Stromerzeugung (BSE) aus erneuerbaren Energien (EE) in Baden-Württemberg 2017 nach UM BW-ZSW (5)

Gesamt 16,5 TWh von 59,8 TWh
Anteil BSE 27,5%, BSV 22,2%*



Grafik Bouse 2018

* Daten 2017 vorläufig, Stand 10/2018

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 11,0 Mio.

1) Bezugsgrößen geschätzt : Brutto-Stromerzeugung (BSE) 59,8 TWh; Brutto-Stromverbrauch (BSV) 74,3 TWh, 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%](#)

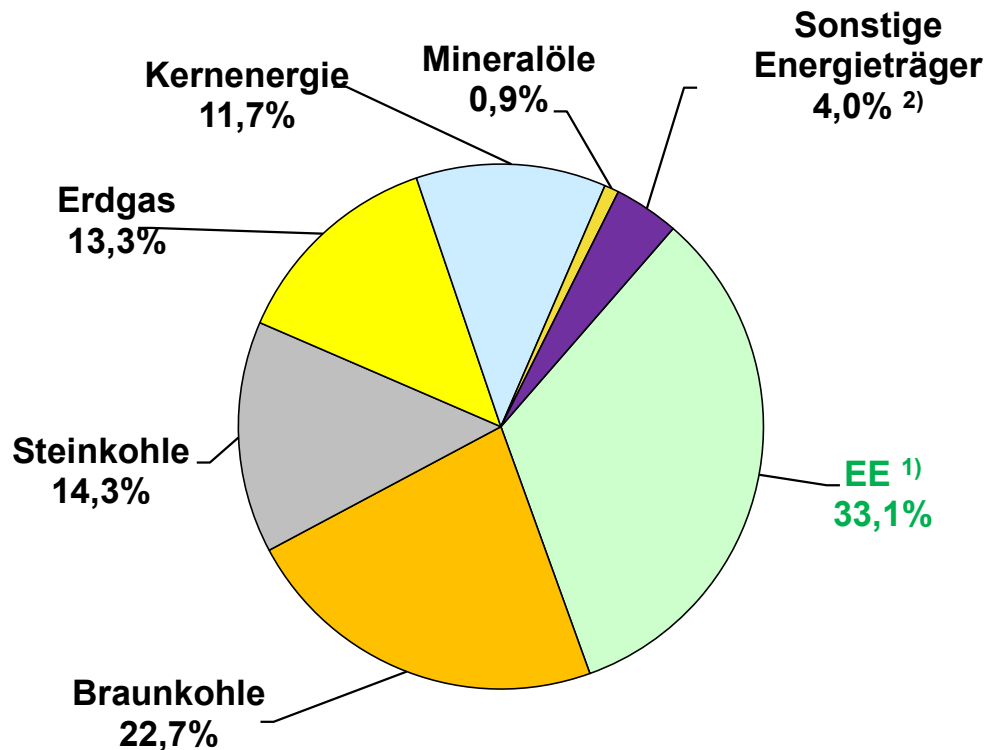
Hinweis:

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

Bruttostromerzeugung nach Energieträgern in Baden-Württemberg und in Deutschland 2017

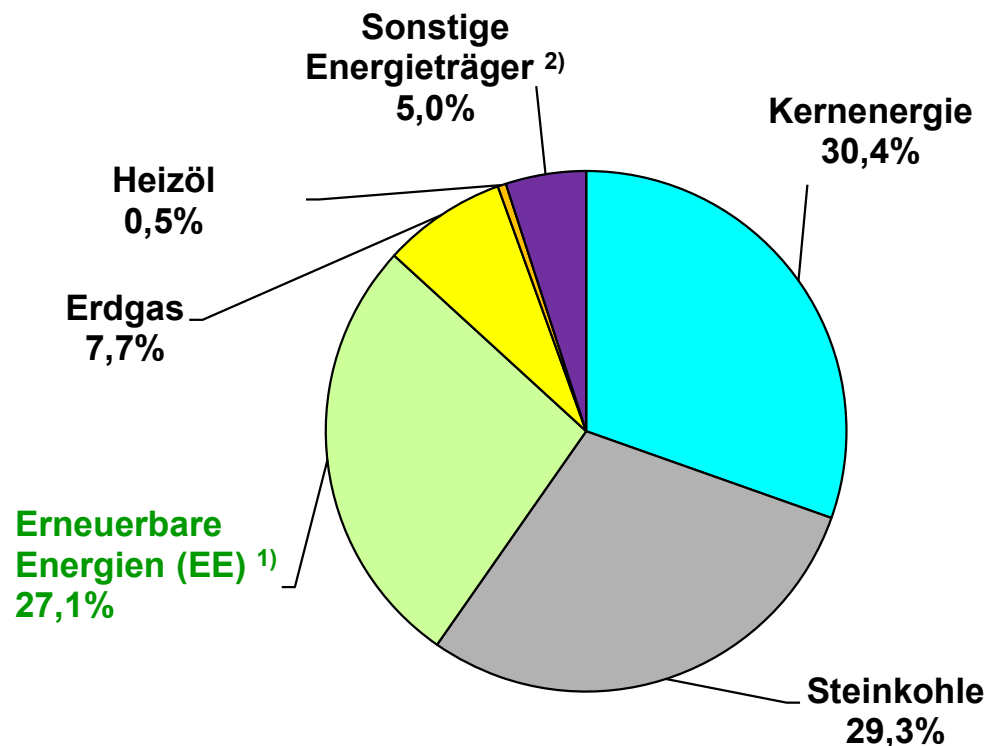
Deutschland (D)

Gesamt 653,7 TWh (Mrd. kWh); Veränderung 90/17 + 18,9%;
Ø 7.004 kWh/Kopf*



Baden-Württemberg (BW)

Gesamt 60,4 TWh (Mrd. kWh), Veränderung 1990/2017 + 0,1%
Ø 5.495 kWh/Kopf*
D-Anteil BW 9,2%



Anteile Erneuerbare in D 33,1% / BW 27,1%

* Energieeinheit: 1 TWh = 1 Mrd. kWh; Bevölkerung (J-Mittel, Zensus) **82,7 Mio.**

1) EE, davon Windenergie 16,1%, Biomasse mit Abfall biogen (50%) 7,8%,
Photovoltaik 6,0%, Wasserkraft regenerativ 3,2%

2) Übrige Energieträger, davon Pumpspeicherstrom, Abfall nicht biogen (50%) u.a. (4,0%)

* Energieeinheit: 1 TWh = 1 Mrd. kWh; Bevölkerung (J-Durchschnitt) **10,92 Mio.**

1) EE: Bioenergie 8,0%, Wasserkraft 7,3%, Photovoltaik 8,2%, Windkraft 3,3%,
Sonstige, Geothermie u.a. 0,3%

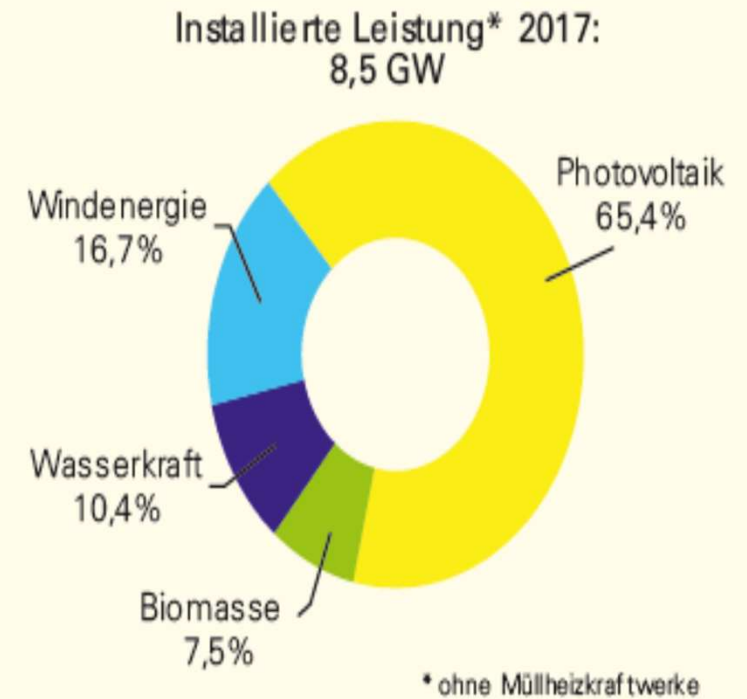
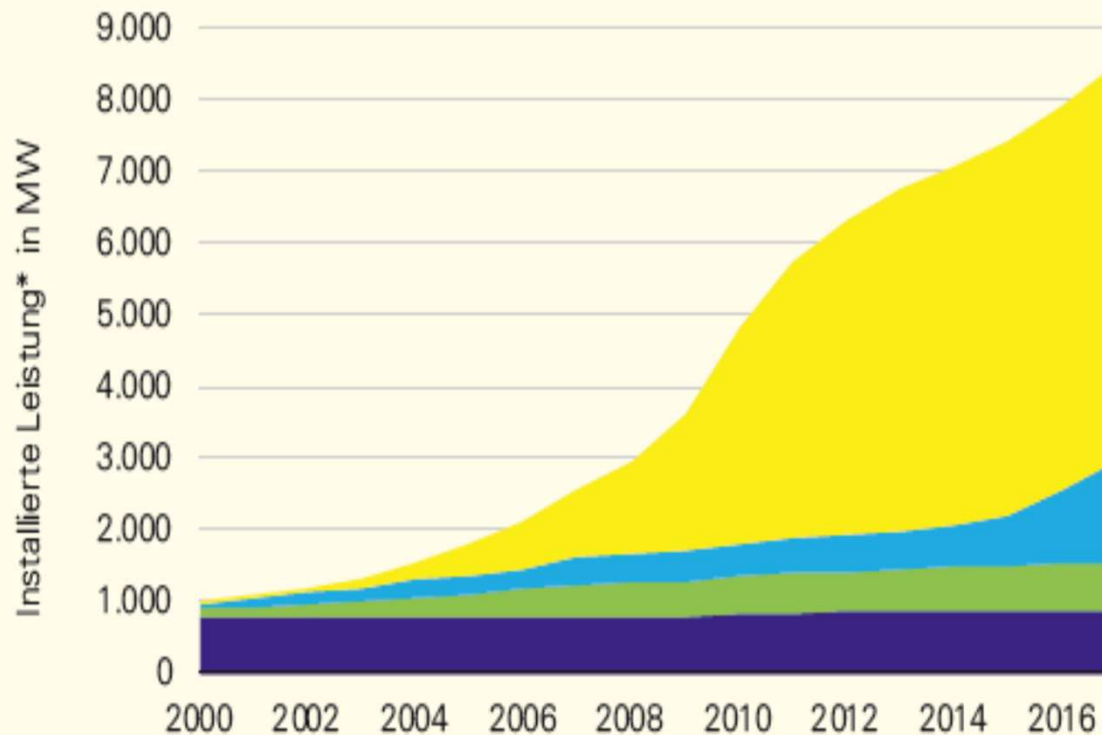
2) Braunkohlen, Dieselkraftstoff, Petrolkoks, Flüssiggas, Raffineriegas, Pumpspeicher-
wasser ohne natürlichen Zufluss, Abfall nicht biogen (50%) u.a. 5,0%

Entwicklung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien nach elektrischen Leistung in Baden-Württemberg 2000-2017 nach UM BW-ZSW (1)

Jahr 2017: Gesamt 8.485 MW = 8,5 GW ^{1,2)}

Beitrag gesamte Biogase 439 MW, Anteil 5,2%

■ Wasserkraft ■ Biomasse ■ Windenergie ■ biogener Anteil des Abfalls ■ Photovoltaik



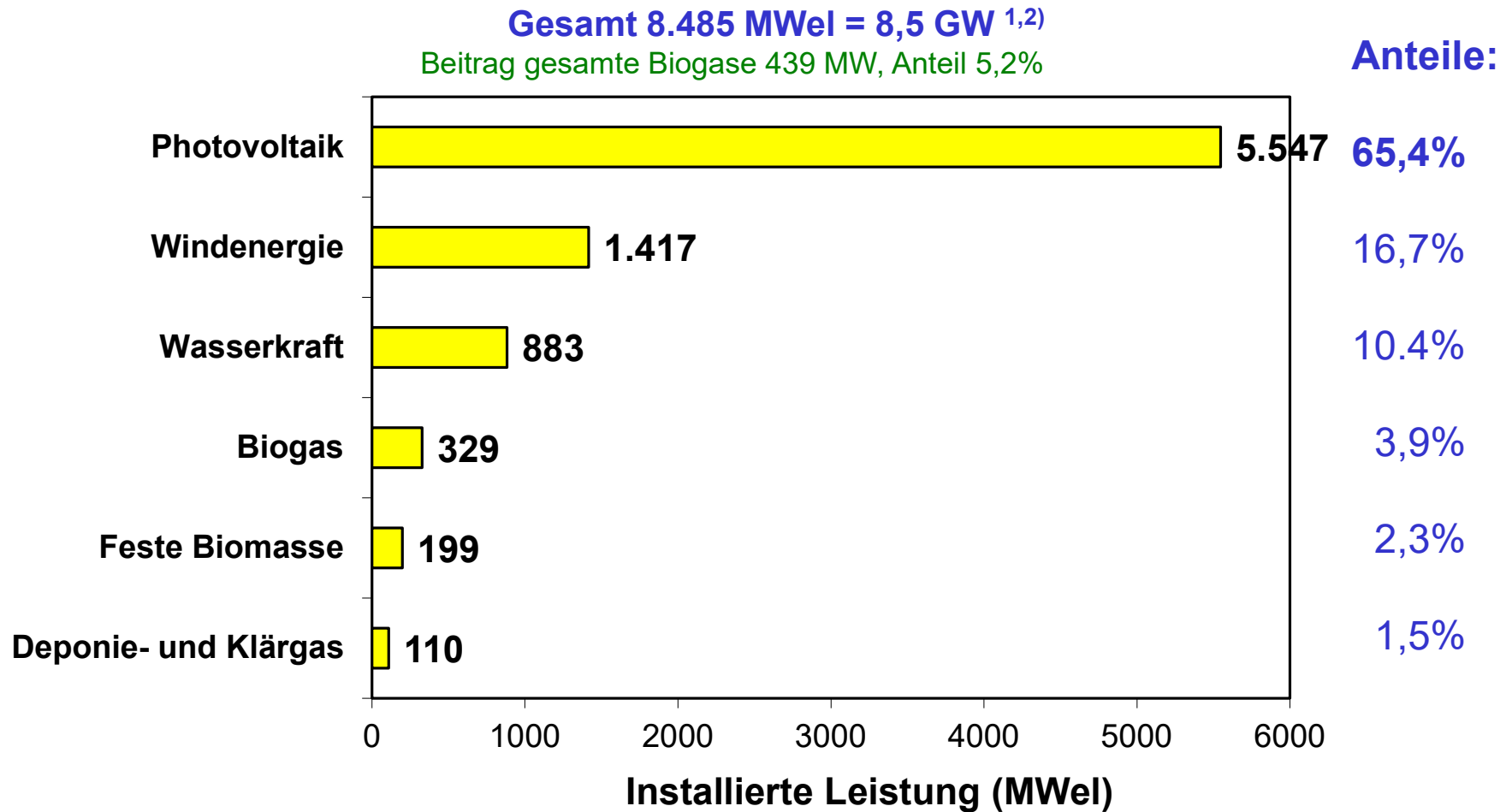
Elektrische Leistung Tiefe Geothermie vernachlässigt

* Daten 2017 vorläufig, Stand 10/2018

1) Biomasseleistung = 638 MW (Anteil 7,5%), davon Biogase 329 MW, feste Biomasse 199 MW, Deponie- und Klärgas 110 MW, aber ohne biogener Abfall*

2) Geothermie wurde vernachlässigt

Installierte elektrische Leistung zur Stromerzeugung **aus erneuerbaren Energiequellen (EE)** in Baden-Württemberg Ende 2017 **nach UM BW-ZSW (2)**



Beitrag gesamte Biomasse 638 MWeI, Anteil 7,5% ²⁾

* Daten 2017 vorläufig, Stand 10/2018

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

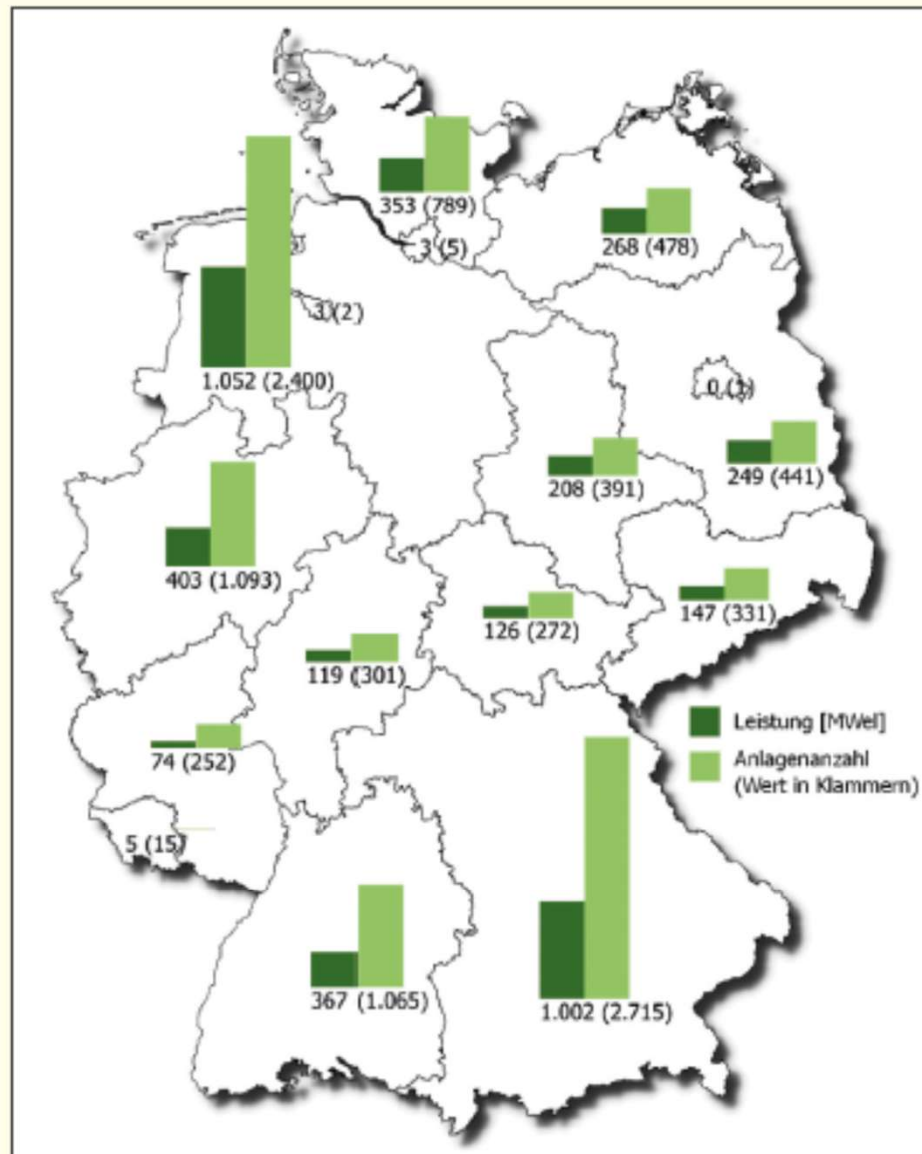
1) ohne installierte Leistung in Pumpspeicherkraftwerken 2) ohne installierte Leistung von Müllheizkraftwerken

Quelle: UVM BW –ZSW „Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2017“, 10/2018

Landkarte Biogasanlagen nach Bundesländer in Deutschland Ende 2015 (1)

Baden-Württemberg: 1.065 Anlagen, 367 installierte Leistung 367 MW_{el} = 0,4 GW_{el}

Deutschland: 10.550 Anlagen, installierte elektrische Leistung 4,4 GW_{el}



Die in Deutschland installierte Leistung zur Stromerzeugung aus Biogas (im Schaubild dargestellt sind neben Anlagen zur Vor-Ort-Verstromung auch Satelliten-Blockheizkraftwerke) beläuft sich Ende 2015 auf rund 4,4 GW_{el}, die sich auf rund 10.550 Anlagen verteilen. In Baden-Württemberg sind über 1.000 Biogas-Blockheizkraftwerke mit einer Leistung von knapp 367 MW_{el} in Betrieb.

Während in Süddeutschland überwiegend kleinere Biogasanlagen vorzufinden sind, werden in den übrigen Bundesländern aufgrund anderer landwirtschaftlicher Strukturen deutlich größere Anlagen betrieben. Zum Vergleich: die mittlere Leistung in Baden-Württemberg beträgt 344 kW_{el}, in Niedersachsen 438 kW_{el} und in Mecklenburg-Vorpommern 560 kW_{el}.

Leistungsangaben in MW_{el}

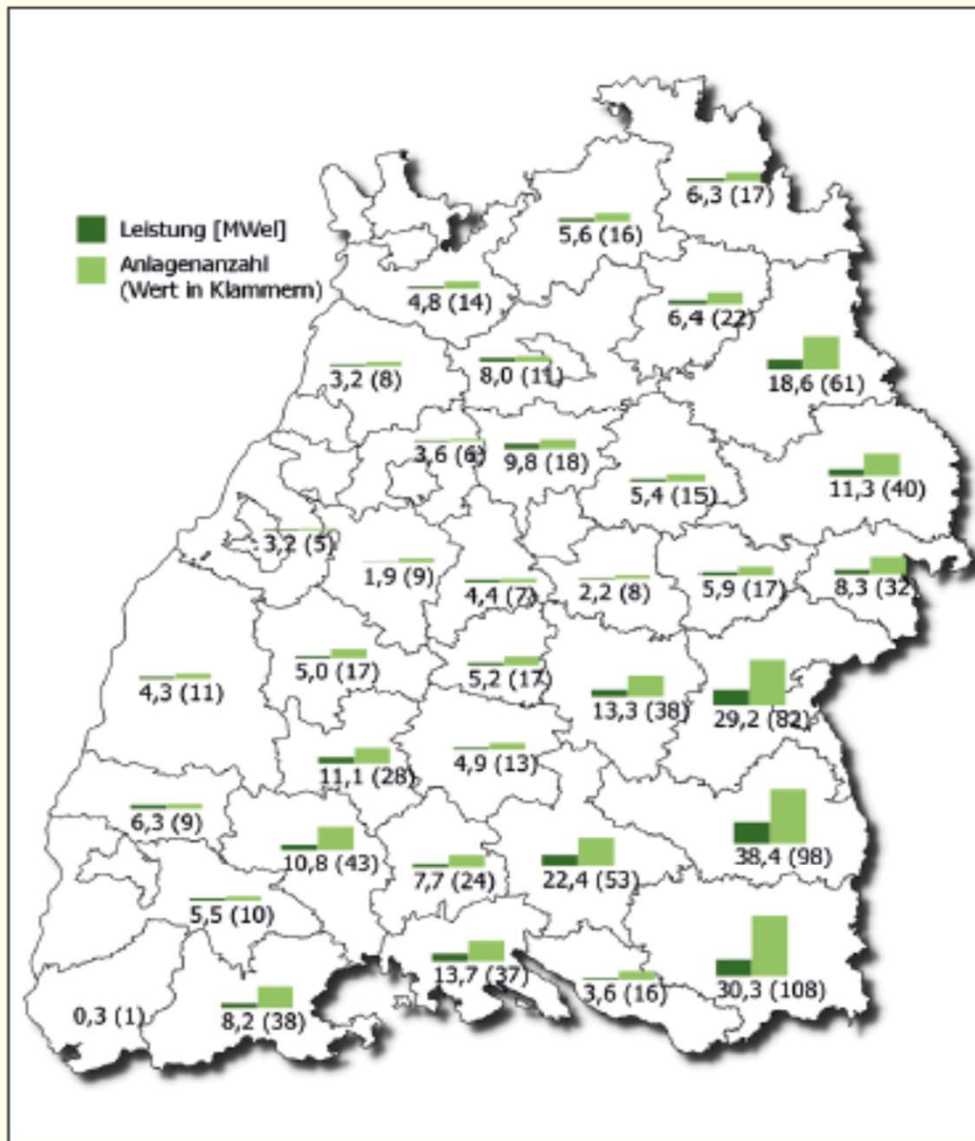
Stand: Ende 2015, aktuellere Angaben liegen derzeit nicht vor

Hinweis: Abweichung zu den Daten im Statistik-Teil dieser Broschüre, da hier neben der Vor-Ort-Verstromung auch Satelliten-Blockheizkraftwerke dargestellt sind.

Quelle: [28]

Regionale Verteilung von Biogasanlagen in Baden-Württemberg Ende 2017 (2)

Baden-Württemberg: 950 Anlagen, 330 MWeI = 0,33 GWeI installierte Leistung



In Baden-Württemberg sind Ende 2017 950 Biogasanlagen mit einer elektrischen Leistung von knapp 330 MW installiert. Der Schwerpunkt bei der Nutzung von Biogas in Baden-Württemberg liegt in den Landkreisen Biberach, Ravensburg und im Alb-Donau-Kreis.

Die Regelungen des EEG 2014, insbesondere der Wegfall von Einsatzstoffvergütungsklassen, haben zu einem deutlich reduzierten Zubau von Biogasanlagen geführt. Weitere Ausbaupotenziale, jedoch in deutlich geringerem Umfang als für Energiepflanzen, bestehen im Bereich der Abfallvergärung.

Stand: Ende 2017

Quelle: [9]

Beiträge Erneuerbare - Bioenergie zur Wärmeversorgung

Entwicklung der Wärmeerzeugung (Endenergie) aus erneuerbaren Energien (EE) in Baden-Württemberg 2000-2017 nach UM BW-ZSW (1)

Jahr 2017: Gesamt 21.345 GWh = 21,3 TWh (Anteil EEV-Wärme 15,8%) ⁴⁾

	festes biogene Brennstoffe (Einzelfeuerstätten) ⁵⁾	festes biogene Brennstoffe (Zentralheizungen, Heizkraftwerke) ⁶⁾	flüssige biogene Brennstoffe	Biogas, Deponiegas, Klärgas		Solarthermie ⁷⁾		tiefe Geothermie	Umweltwärme ⁸⁾	biogener Anteil des Abfalls ⁴⁾	Summe Wärmeerzeugung
	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[1.000 m ²]	[MW]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]
2000	6.806	2.829	0	58	275	668	468	k.A.	25	922	10.914
2001	7.472	3.203	0,3	73	334	882	618	k.A.	30	939	12.051
2002	6.986	3.303	0,3	87	396	978	684	k.A.	37	955	11.764
2003	7.453	3.803	0,4	93	518	1.126	788	64	45	827	12.803
2004	7.524	4.188	2,4	87	523	1.273	891	64	54	699	13.141
2005	7.690	4.601	28	104	612	1.450	1.015	64	65	736	13.900
2006	7.324	4.833	108	184	709	1.706	1.194	76	80	774	14.087
2007	6.843	5.063	166	208	782	1.883	1.318	76	168	900	14.206
2008	7.297	5.614	166	343	883	2.231	1.562	76	196	960	15.536
2009	7.324	6.390	258	557	1.033	2.551	1.786	88	266	943	16.858
2010	8.126	7.273	221	659	1.107	2.786	1.950	95	307	739	18.526
2011	6.969	6.793	68	797	1.277	3.031	2.122	102	353	727	17.086
2012	7.471	7.591	39	832	1.328	3.256	2.279	105	392	932	18.690
2013	7.999	8.249	32	986	1.346	3.437	2.406	105	433	727	19.878
2014	6.646	7.565	31	1.098	1.457	3.613	2.529	105	544	700	18.147
2015	7.101	8.116	45	1.203	1.571	3.757	2.630	105	667	891	19.698
2016	7.560	8.663	45	1.204	1.578	3.867	2.707	105	1.223	926	21.305
2017	7.395	8.701	45	1.218	1.620	3.969	2.778	105	1.345	916	21.345

* Angaben 2017 vorläufig, Stand 10/2018;

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

4) bezogen auf einen geschätzten Endenergieverbrauch für Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme sowie Kälte von insgesamt 486,0 PJ = 135,0 TWh (2017) ohne Strom

5) der biogene Anteil in Müllverbrennungsanlagen beträgt 50%

6) Kaminöfen, Kachelöfen, Kamine, Beistellherde, sonstige Einzelfeuerstätten; s. Anhang I; Wert 2010 (2014) witterungsbedingt überzeichnet (unterzeichnet)

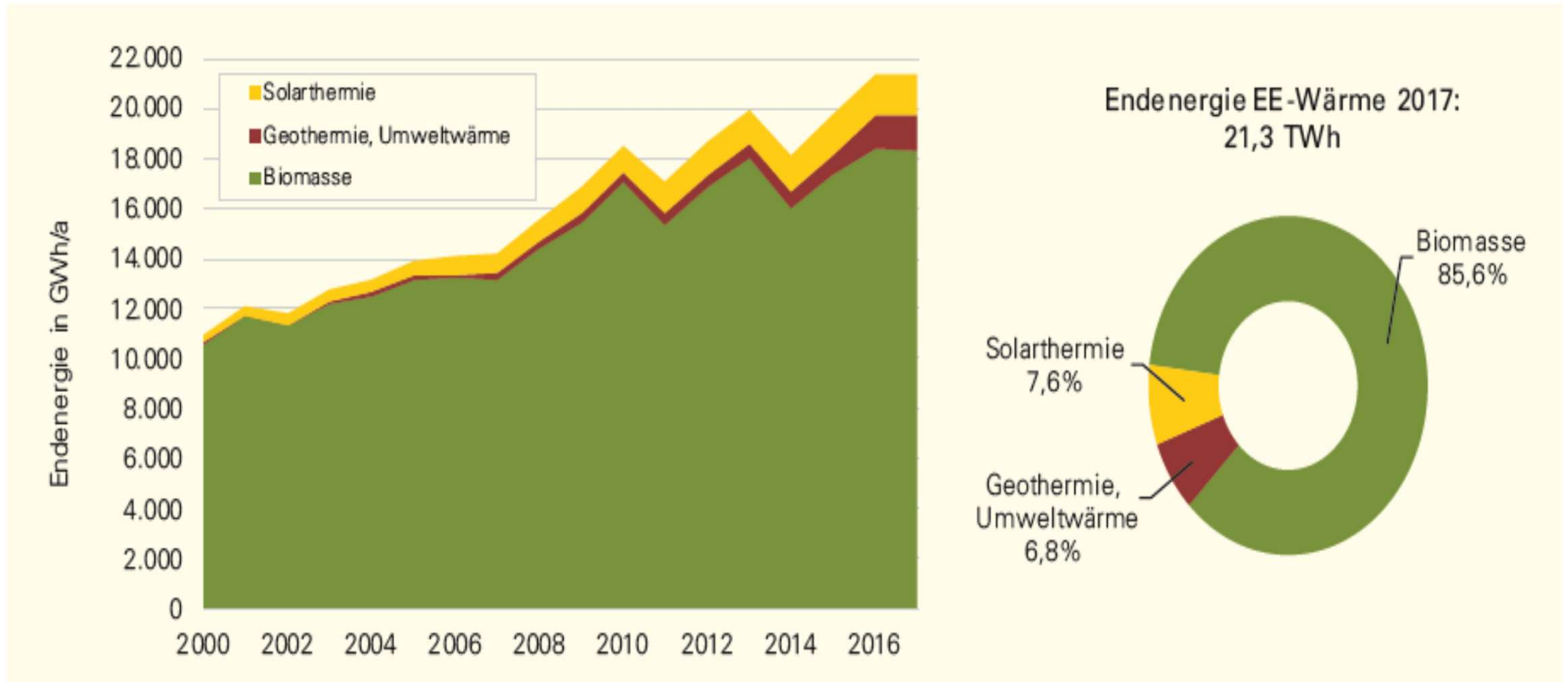
7) Zentralheizungsanlagen, Heizwerke, Heizkraftwerke; Wert 2010 (2014) witterungsbedingt überzeichnet (unterzeichnet)

8) zur Umrechnung der Kollektorfläche in Leistung wurde der Konversionsfaktor 0,7 kWth/m² verwendet

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

Entwicklung **Wärmeerzeugung (Endenergie)** aus erneuerbaren Energien (EE) in Baden-Württemberg 2000-2017 **nach UM BW-ZSW** (2)

Jahr 2017: Gesamt 21.345 GWh = 21,3 TWh
Anteil EEV-Wärme 15,8%



Bioenergie-Wärme: Feste und flüssige Brennstoffe, Bio-, Deponie- und Klärgas, biogene Abfälle

* Daten 2017 vorläufig, Stand 10/2018

- 1) bezogen auf einen geschätzten Endenergieverbrauch für Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme sowie Kälte von insgesamt 486,0 PJ = 135,0 TWh (Jahr 2017) **ohne Strom**
- 2) Nutzung von Umweltwärme (Luft, Grundwasser, oberflächennahe Geothermie) durch Wärmepumpen

Erneuerbare Energien (EE) zur **Wärmeerzeugung (Endenergie)** in Baden-Württemberg 2017 **nach UM BW-ZSW (3)**

Gesamt 21.345 GWh = 21,3 TWh,
Anteil EEV-Wärme 15,8% ⁶⁾

	End- energie [GWh]	Primärenergie- äquivalent ¹⁾ nach Wirkungsgradmethode [PJ]	Anteil am ²⁾ Endenergie- verbrauch [%]	Anteil am PEV nach Wirkungs- gradmethode ¹⁾ [%]
Wärmeerzeugung			Anteil am Endenergie- verbrauch für Wärme ⁶⁾	
feste biogene Brennstoffe (traditionell) ⁷⁾	7.395	26,6 7,4	5,5	1,9
feste biogene Brennstoffe (modern) ⁸⁾	8.701	33,9 9,4	6,5	2,4
flüssige biogene Brennstoffe	45	0,3 0,1	0,03	0,02
Biogas, Deponiegas, Klärgas	1.218	6,4 1,8	0,9	0,4
Solarthermie	1.620	5,8 1,6	1,2	0,4
tiefe Geothermie	105	0,4 0,1	0,08	0,03
Umweltwärme ⁹⁾	1.345	7,5 2,1	1,0	0,5
biogener Anteil des Abfalls ⁵⁾	916	5,0 1,4	0,7	0,4
Gesamt	21.345	(21,3 TWh) 85,9 (23,9 TWh)	15,8	6,0

Bioenergie Wärme: Feste und flüssige Brennstoffe, Bio-, Deponie- und Klärgas, biogene Abfälle

* Angaben vorläufig, Stand 10/2018

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

1) bezogen auf einen geschätzten gesamten Primärenergieverbrauch von 1.430 PJ (397,2 TWh)

2) bezogen auf einen geschätzten gesamten Endenergieverbrauch von 1.055 PJ (293,0 TWh)

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

6) bezogen auf einen geschätzten Endenergieverbrauch für Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme sowie Kälteanwendung von insgesamt 486,0 PJ = 135,0 TWh (ohne Strom)

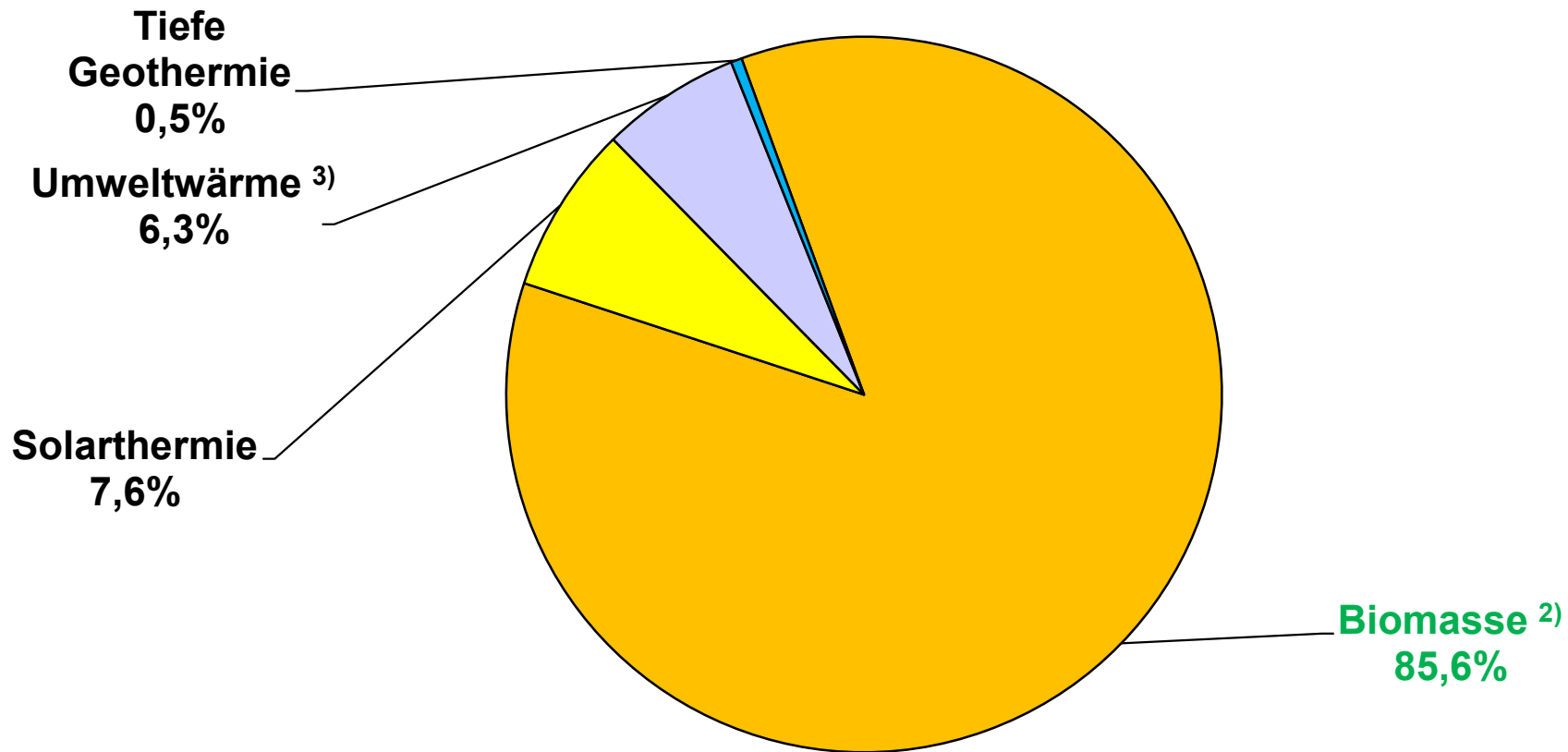
7) Kaminöfen, Kachelöfen, Kamine, Beistellherde und sonstige

8) Zentralheizungsanlagen, Heizwerke, Heizkraftwerke, Einzelfeuerstätten

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

Wärmeerzeugung (EEV-Wärme) aus erneuerbaren Energien (EE) in Baden-Württemberg 2017 nach UM BW-ZSW (4)

Gesamt 21.345 GWh = 21,3 TWh,
Anteil EEV-Wärme 15,8% ¹⁾



Grafik Bouse 2018

* Daten 2017 vorläufig, Stand 10/2018

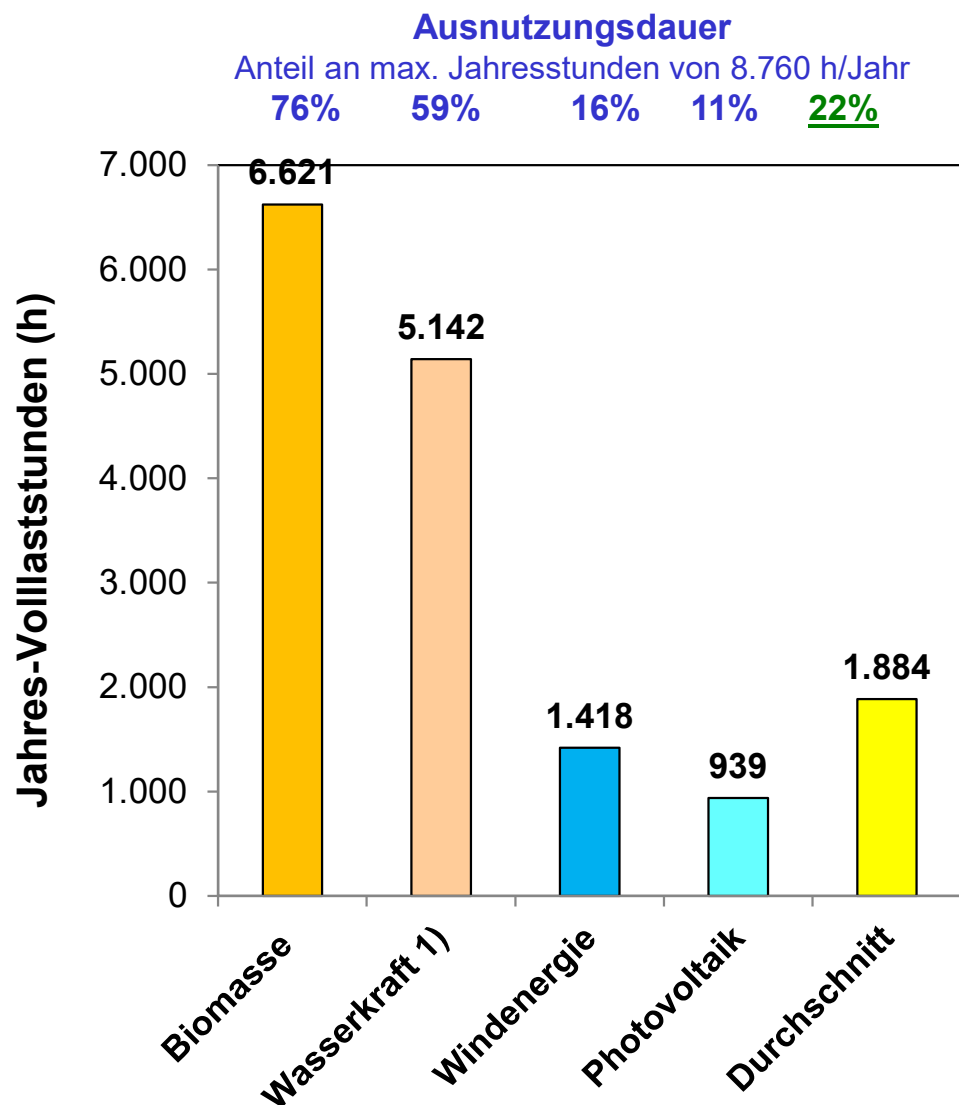
1) bezogen auf einen geschätzten Endenergieverbrauch für Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme sowie Kälte von insgesamt 486,0 PJ = 135 TWh (ohne Strom)

2) Anteil Biomasse 86,2%, davon Feste biogene Brennstoffe (75,8%), Biogas, Deponie- und Klärgas (5,8%) biogene Anteil in Müllverbrennungsanlagen 50% (4,4%), flüssige Brennstoffe (0,2%)

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

Energie & Wirtschaft, Energieeffizienz

Ausgewählte Jahresvolllaststunden beim Einsatz erneuerbarer Energien (EE) zur Stromerzeugung in Baden-Württemberg 2017 nach UM BW & ZSW (1)



Energieträger	Ø Installierte Leistung ⁴⁾	Strom- erzeugung	Jahres- Volllaststunden
	MW	GWh	h/a
Biomasse ²⁾	638	4.224	6.621
- Gesamte Biogase	439	3.034	6.911
Wasserkraft ¹⁾	883	4.540	5.142
Windenergie	1.417	2.010	1.418
Photovoltaik	5.547	5.210	939
Geothermie	k.A. ³⁾	0,3	k.A.
Durchschnitt	8.485	15.985 ²⁾	1.884

* vorläufige Daten, Stand 10/2018

(16.459 GWh)

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

Installierte Leistung (MW), max. 8.760 h/Jahr

1) ohne installierte Leistung in Pumpspeicherkraftwerken

2) mit installierter Leistung von festen, gasförmigen und flüssigen biogene Brennstoffen, Deponie- und Klärgas, aber ohne sowie biogener Abfall 50% (ohne 475 GWh)

3) ohne Leistung tiefe Geothermie (vernachlässigt)

4) installierte Leistungen jeweils Ende Jahr 2017 eingesetzt ohne Berücksichtigung Durchschnittsleistung aus Ende 2017 - Ende 2016 geteilt durch 2

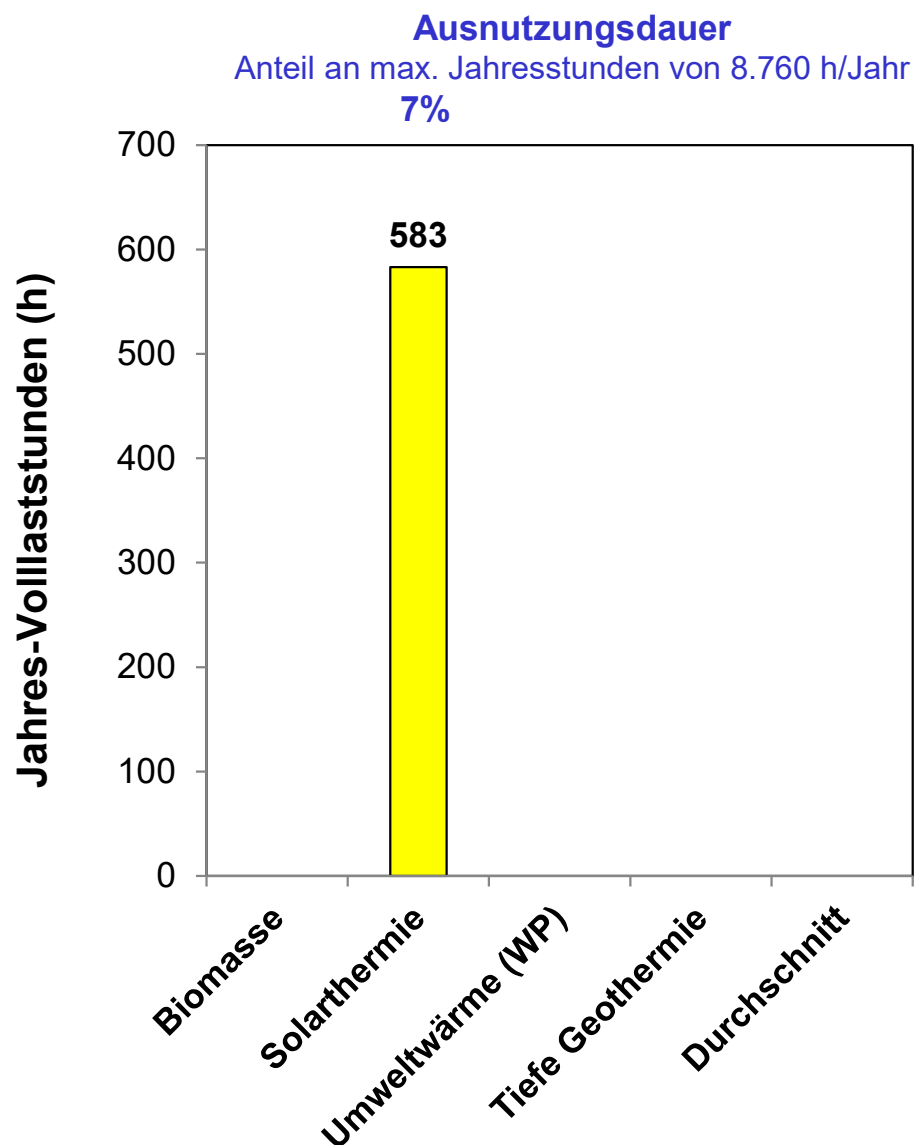
Energie- und Leistungseinheiten: 1 GWh = 1 Mio. kWh; 1 MW = 1.000 kW;

Quelle: UM BW „Erneuerbare Energien in BW 2017“, 10/2018

Hohe Energieeffizienz beim Einsatz gesamte Biomasse

Jahresvolllaststunden 6.621 h/Jahr = 76% Anteil an der max. Jahresausnutzungsdauer

Jahresvolllaststunden beim Einsatz **erneuerbarer Energien (EE)** zur Wärmeerzeugung in Baden-Württemberg 2017 **nach UM BW-ZSW (2)**



Energieträger	⌀ Installierte Leistung ³⁾	Wärme- bereit- stellung	Jahres- Volllaststunden
	MW	GWh	h/a
Biomasse	k.A. ¹⁾	18.275	k.A.
Solarthermie	2.778	1.620	583
Umweltwärme (WP) ²⁾	k.A. ¹⁾	1.345	k.A.
Tiefe Geothermie	k.A. ¹⁾	105	k.A.
Durchschnitt	k.A. ¹⁾	21.345	k.A.

* vorläufige Daten, Stand 10/2018

Jahres-Volllaststunden (h/Jahr) =
Wärmeerzeugung (GWh x 10³ / installierte Leistung (MW), max. 8.760 h/Jahr

- 1) Installierte Leistung von festen und flüssigen biogene Brennstoffen, Biogas, Deponie- und Klärgas und biogener Abfall 50%, tiefe Geothermie und Umweltwärme liegen nicht vor
- 2) Nutzung von Umweltwärme (Luft, Grundwasser, oberflächennahe Geothermie) durch Wärmepumpen (WP)
- 3) Installierte Leistung Ende 2017 eingesetzt, genauere Ergebnisse bei Einsatz der Durchschnittsleistung aus Ende 2017- Ende 2016 geteilt durch 2

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

Quelle: UM BW „Erneuerbare Energien in BW 2017“, 10/2018;

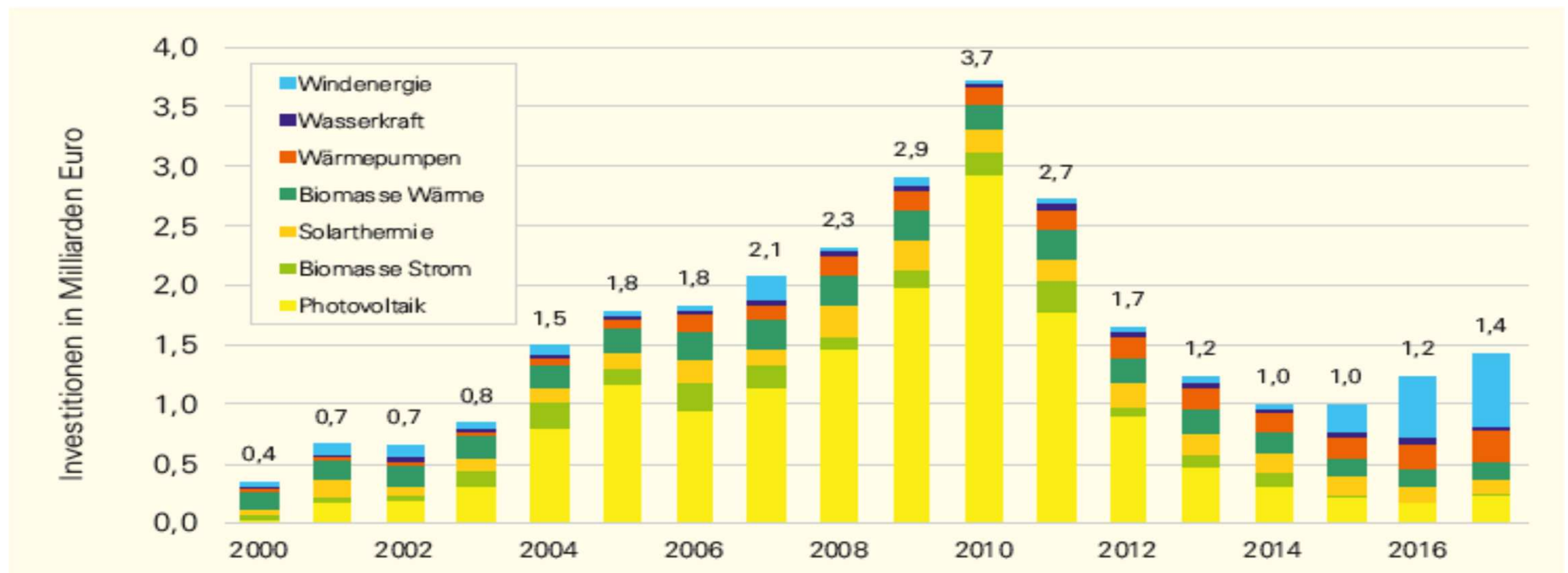
Durchschnittliche Energieeffizienz beim Einsatz erneuerbarer Energien
Jahresvolllaststunden k.A. h/Jahr = k.A. (%) Anteil an der max. Jahresausnutzungsdauer

Entwicklung der Investitionen in Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien in Baden-Württemberg 2000-2017

Jahr 2017: Investitionen 1,4 Mrd. €*

Nachdem in den Jahren 2011 bis 2014 der Trend bei der Investition in Neuanlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien in Baden-Württemberg rückläufig war, sind die Investitionen ab 2016 wieder deutlich angestiegen und erreichten rund 1,4 Milliarden Euro im Jahr 2017. Ursächlich sind vor allem die Investitionen in Windenergieanlagen mit insgesamt rund 600 Millionen Euro. Nach einem erheblichen Rückgang der Investitionen in Photovoltaikanlagen war 2017 ein leichter Zuwachs zu verzeichnen. Anlagen zur Stromerzeugung aus Biomasse wurden weiterhin nur noch vereinzelt errichtet.

Im Bereich der Anlagen zur Nutzung von Biomasse im Wärmebereich, Solarthermie, Wasserkraft sowie Wärmepumpen war in den vergangenen Jahren insgesamt ein vergleichsweise konstantes Investitionsniveau in der Größenordnung von 500 Millionen Euro pro Jahr zu verzeichnen. In Summe wurden in Baden-Württemberg seit dem Jahr 2000 rund 28,8 Milliarden Euro in Neuanlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien investiert. **In Summe wurden in Baden-Württemberg seit dem Jahr 2000 rund 27,4 Milliarden Euro in Neuanlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien investiert.**



* Daten 2017 vorläufig, Stand 10/2018
Investitionen ohne Umsatzsteuer und in Preisen der jeweiligen Jahre (nicht inflationsbereinigt)

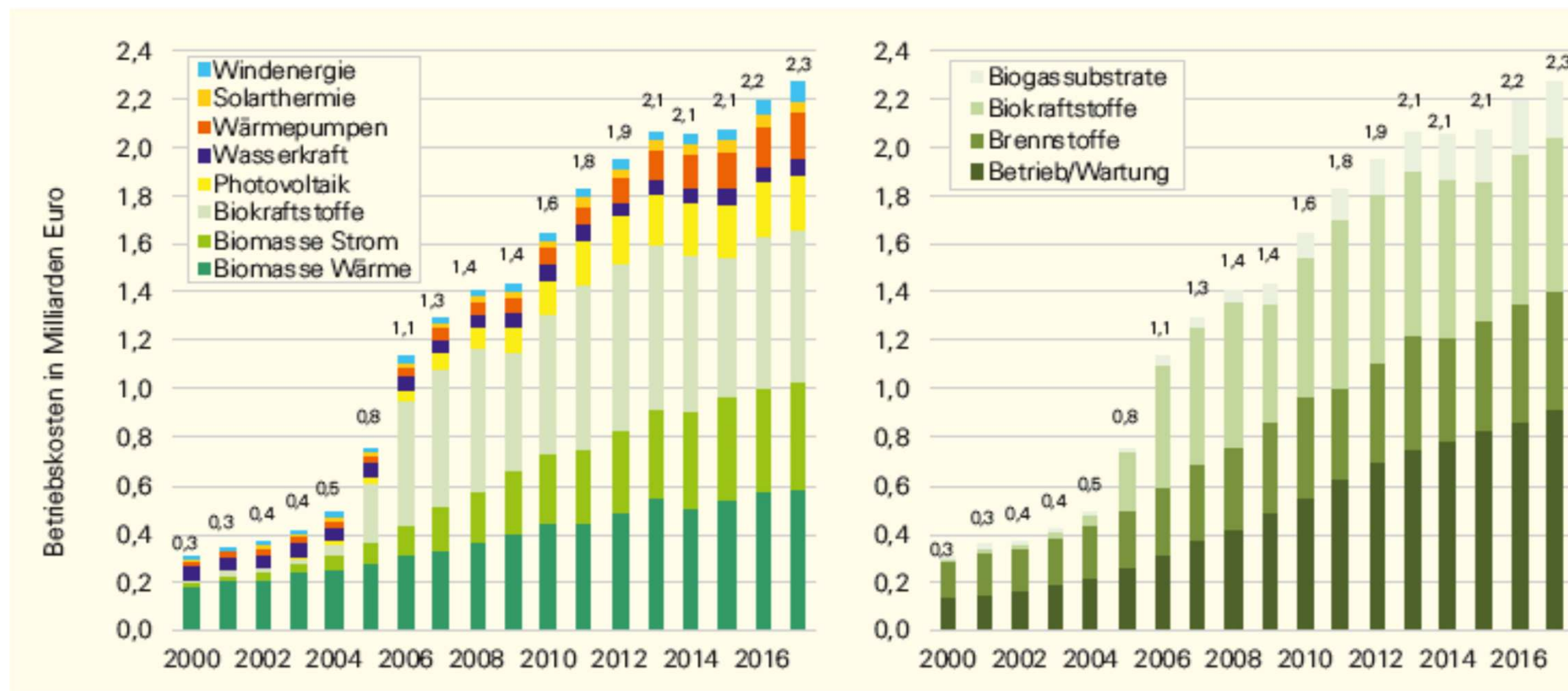
Quelle: UM BW-ZSW: Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2017, 10/2018

Entwicklung der Betriebskosten von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien in Baden-Württemberg 2000-2017

Jahr 2017: Betriebskosten rund 2,3 Mrd. €*

Baden-Württemberg profitiert neben der Herstellung und Installation von Anlagen für den eigenen Markt und für Exporte auch vom Betrieb der Anlagen durch die Wartung und Instandhaltung der Anlagen sowie durch die Bereitstellung von Brennstoffen, Biokraftstoffen und Substraten für Biogasanlagen. Der Betrieb des Ende 2017 in Baden-Württemberg befindlichen Anlagenbestands im Bereich erneuerbarer Energien ist mit Kosten in Höhe von rund 2,3 Milliarden Euro verbunden.

Mit rund einem Drittel entfällt ein gewichtiger Anteil der Betriebskosten auf die Bereitstellung von Brennstoffen und Substraten, knapp 30 % auf die Nutzung von Biokraftstoffen. Die restlichen 40 % fallen für Betrieb, Wartung und Instandhaltung (Betriebsstrom, Schornsteinfeger, Reparaturen, Versicherung, etc.) der EE-Anlagen an.



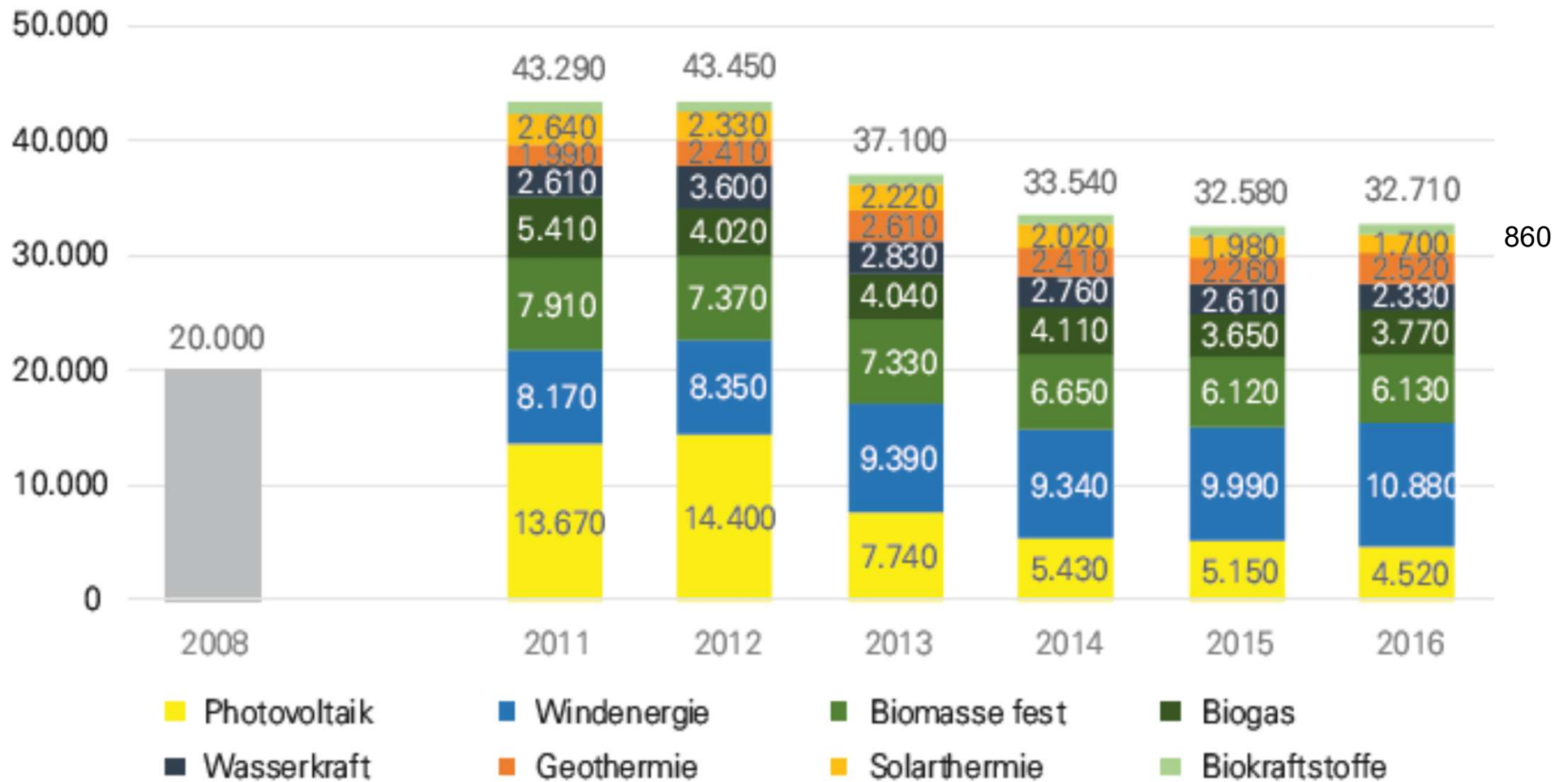
* Daten 2017 vorläufig, Stand 10/2018
Investitionen ohne Umsatzsteuer und in Preisen der jeweiligen Jahre (nicht inflationsbereinigt)

Quelle: UM BW-ZSW: Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2017, 10/2018

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

Jahr 2016: Gesamt 32.710 Beschäftigte

Beiträge Bioenergie 10.760 A, Anteil 32,9%, davon Biogas 3.770 B, Anteil 11,5%



Energie & Förderung

Übersicht ausgewählte Fördermittel für Investitionen in erneuerbare Energieanlagen in Baden-Württemberg im Jahr 2017

Staatliche Finanzmittel Bund ^{1,2}

- Bundeszuschüsse

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

- Zinsverbilligte Bundesdarlehen mit/ohne Tilgungszuschüsse

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

Indirekte Bundesförderung

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

Staatliche Finanzmittel Land

- Landeszuschüsse u.a.

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

- Zinsverbilligte Darlehen

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

Finanzmittel Kommunen

Förderung durch einzelne Kommunen

Finanzmittel Stromversorger u.a.

- Investitionszuschüsse

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

- Sonderstromtarife u.a.

Förderung durch einzelne Energieversorger

¹ KfW Förderbank (Kreditanstalt für Wiederaufbau), Frankfurt

² BAFA Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Eschborn

³ L-Bank, Karlsruhe/Stuttgart

⁴ KEA Klima und Energieagentur Baden-Württemberg, Karlsruhe

⁵ EnBW Vertriebs- und Servicegesellschaft mbH, Karlsruhe

⁶ Umweltministerium Baden-Württemberg, Stuttgart

Stromeinspeisung und Vergütung nach dem Erneuerbaren Energien-Gesetz in Baden-Württemberg 2016/17 (1)

Im Jahr 2017 wurden in Baden-Württemberg rund 6,4 TWh EE-Strom eingespeist und nach dem EEG mit „Festvergütungen“ von insgesamt 1,9 Milliarden Euro vergütet. Im Vergleich zum Vorjahr deutlich angestiegen ist die Menge der direkt vermarkteten Strommengen auf 6,3 TWh, wofür Prämien in Höhe von 0,7 Milliarden Euro gezahlt wurden (einschl. 9,5 Millionen Euro Flexibilitätsprämie für Biomasseanlagen).

Dem gegenüber steht auf Bundesebene eine EE-Einspeisung von 42 TWh im Jahr 2017, die mit insgesamt 11,2 Milliarden Euro vergütet wurde, sowie 145 TWh direkt vermarkteter Strom (14,7 Milliarden Euro Marktprämien und 80,8 Millionen Euro Flexibilitätsprämien).

Mit der Direktvermarktung wird ein Teil des nach EEG vergütungsfähigen Stroms außerhalb des EEG-Vermarktungsmechanismus an Großhändler oder an der Strombörse verkauft. Ein direkter Vergleich von EEG-Vergütungszahlungen und Markt- bzw. Flexibilitätsprämien ist nicht möglich, da die EEG-Vergütungszahlungen zunächst um die Vermarktungserlöse bereinigt werden müssen. Die Prämienzahlungen werden dagegen zusätzlich zum jeweiligen Vermarktungserlös an die Anlagenbetreiber ausgezahlt.

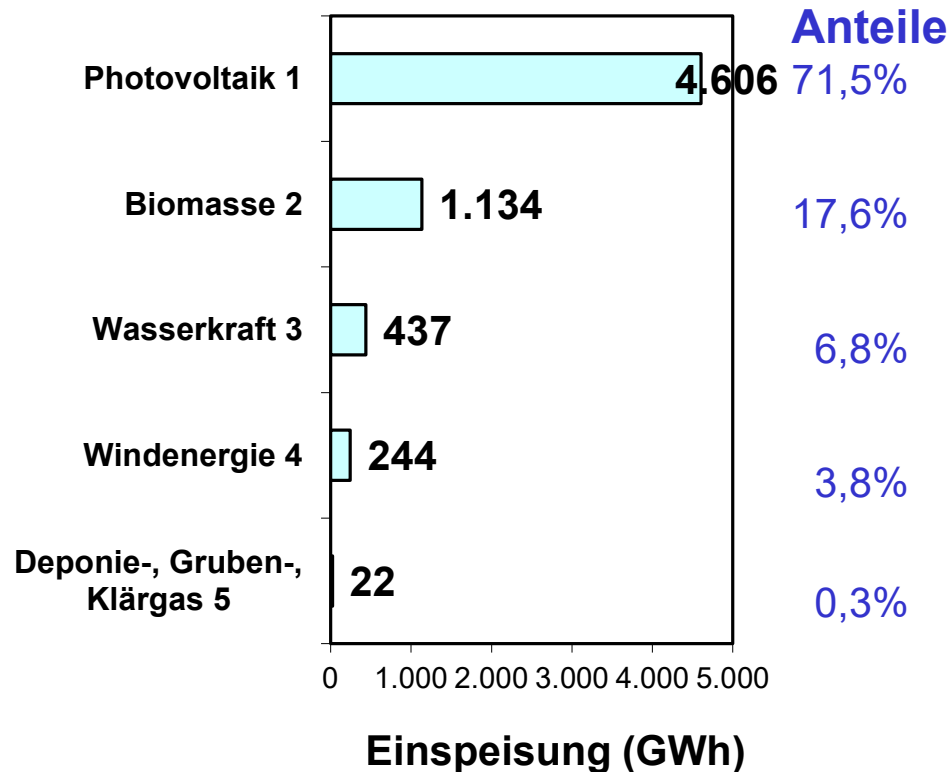
	2016				2017			
	EEG- Einspeisung	EEG - Vergütungen	Direktvermarktung	Markt- und Flexibilitäts- prämien	EEG- Einspeisung	EEG- Vergütungen	Direktvermarktung	Markt- und Flexibilitäts- prämien
	GWh	Millionen €	GWh	Millionen €	GWh	Millionen €	GWh	Millionen €
Wasserkraft	538	58	995	39	437	48	924	32
Deponie-, Gruben-, Klärgas	28	2,1	3,5	0,2	22	1,7	4,5	0,2
Biomasse	1.283	269	2.916	425	1.134	237	3.112	447
Geothermie	0,3	0,1	0	0	0,3	0,6	0	0
Windenergie	229	20	1.037	69	244	21	1.786	110
Photovoltaik	4.385	1.565	391	79	4.606	1.627	458	86
Gesamt	6.465	1.914	5.343	613	6.443	1.936	6.284	676

EEG-Vergütungs-Anteile (%) 2017

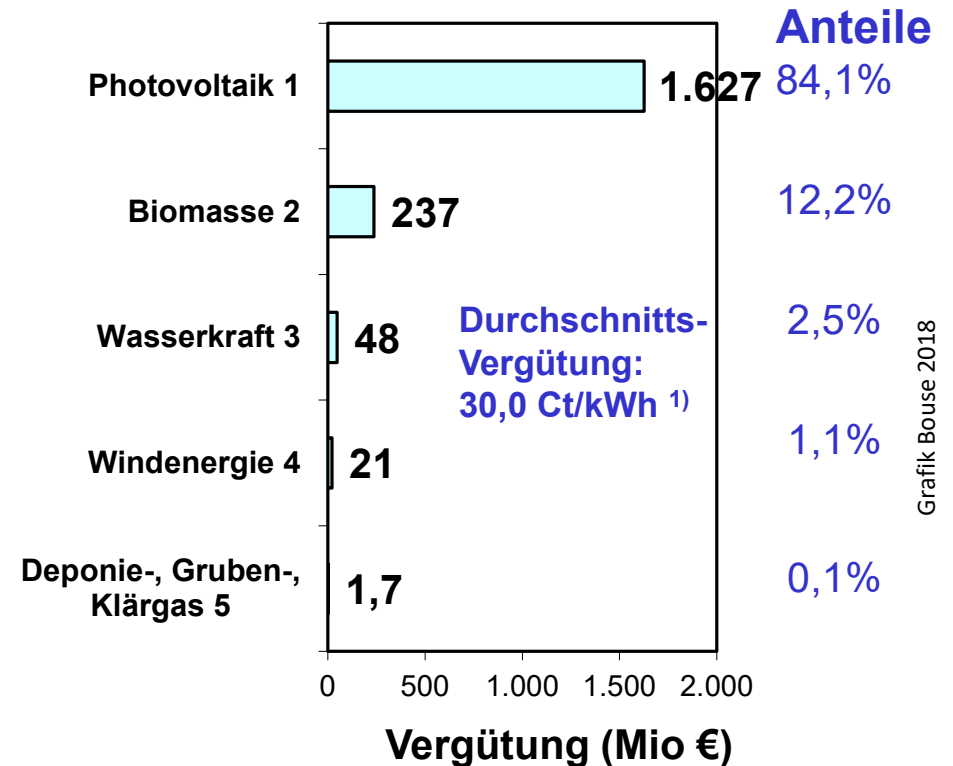
2,5
0,1
12,2
0,0
1,1
84,1
100

Stromeinspeisung und -Vergütung nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz in Baden-Württemberg 2017 (2)

Rangfolge EEG-Einspeisung Gesamt 6.443 GWh = 6,4 TWh (Mrd kWh)



Rangfolge EEG-Vergütung Gesamt 1.936 Mio. € = 1,9 Mrd. €



Grafik Bouse 2018

* Geothermie nicht dargestellt (0,3 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: INFORMATIONSPLATTFORM DER DEUTSCHEN ÜBERTRAGUNGSNETZBETREIBER EEG-Jahresabrechnungen. Verfügbar unter <https://www.netztransparenz.de/EEG/Jahresabrechnungen>

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

Quelle: UM BW – Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2017, 10/2018

Energieatlas Baden-Württemberg 2016



Der Energieatlas Baden-Württemberg ist das gemeinsame Internet-Portal des Umweltministeriums und der 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 Energieberaterinnen und Energieberatern, Planerinnen und Planern sowie interessierten Akteurinnen und Akteuren 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**

Energie & Klimaschutz, Treibhausgase

Entwicklung der THG-Emissionen **nach Sektoren** in Baden-Württemberg 1990-2016 (1)

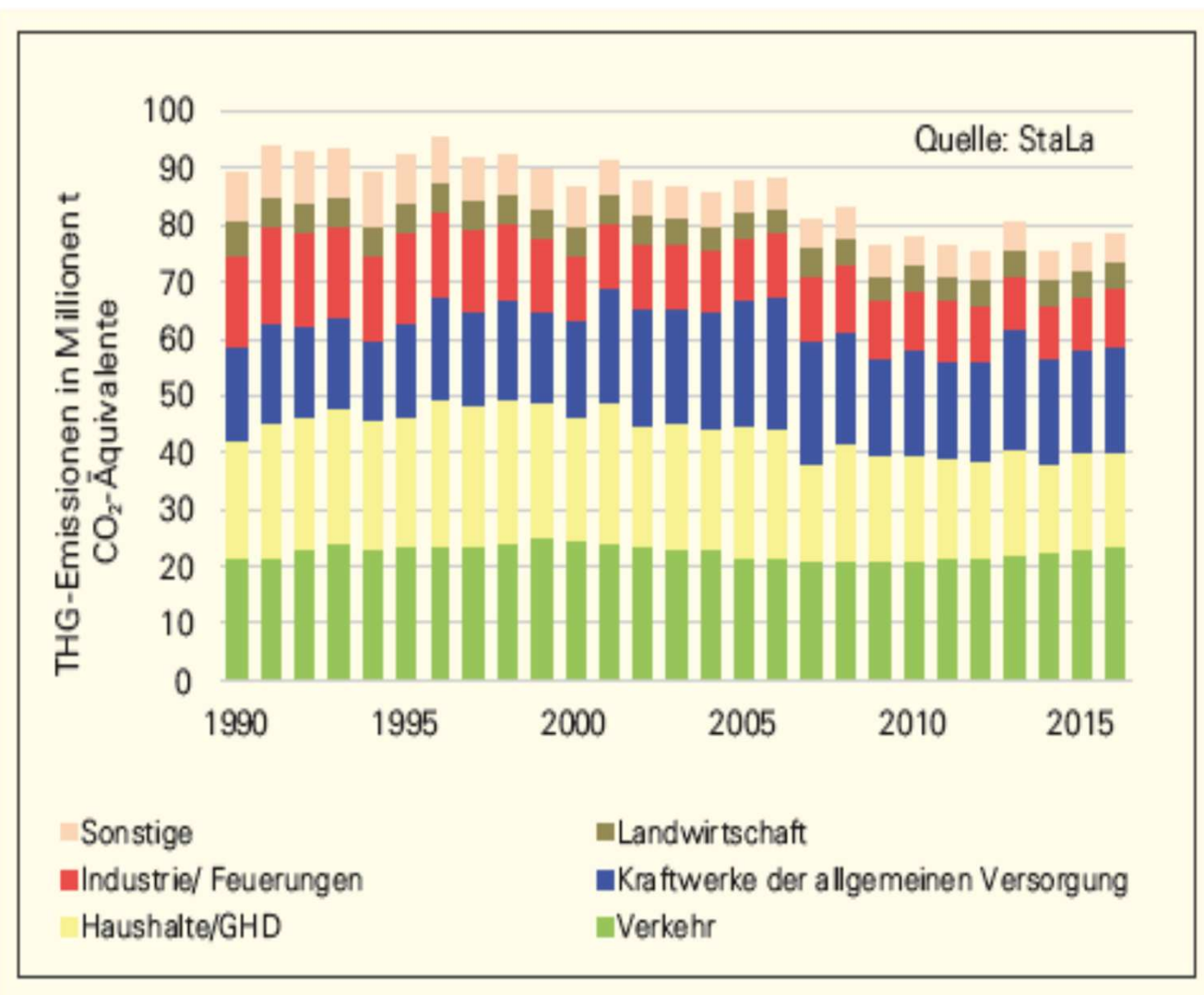
Jahr 2016: 78,4 Mio t CO₂ äquiv., Veränderung 2016 gegenüber Bezugsjahr 1990 = - 12,0%
Ø 7,2 t CO₂ äquiv./Kopf

Die Treibhausgasemissionen in Baden-Württemberg sind im Jahr 2016 gegenüber dem Vorjahr um rund 1,8 Millionen Tonnen (+1,6 %) auf 78,4 Millionen Tonnen angewachsen.

Eine seit 2010 steigende Tendenz ist im Verkehrssektor zu verzeichnen. Die Emissionen aus Kraftwerken der allgemeinen Versorgung sind nahezu gleichgeblieben.

Die energiebedingten Emissionen stehen für 89 % der gesamten Treibhausgasemissionen in Baden-Württemberg.

Die nicht-energetischen Emissionen stammen aus der Landwirtschaft, aus industriellen Prozessen sowie der Abfall- und Abwasserwirtschaft.



**Anteile
2016:**

6,1%
5,9%
13,0%
23,7%
21,4%
29,9%

* Daten 2016 vorläufig, Stand 10/2018

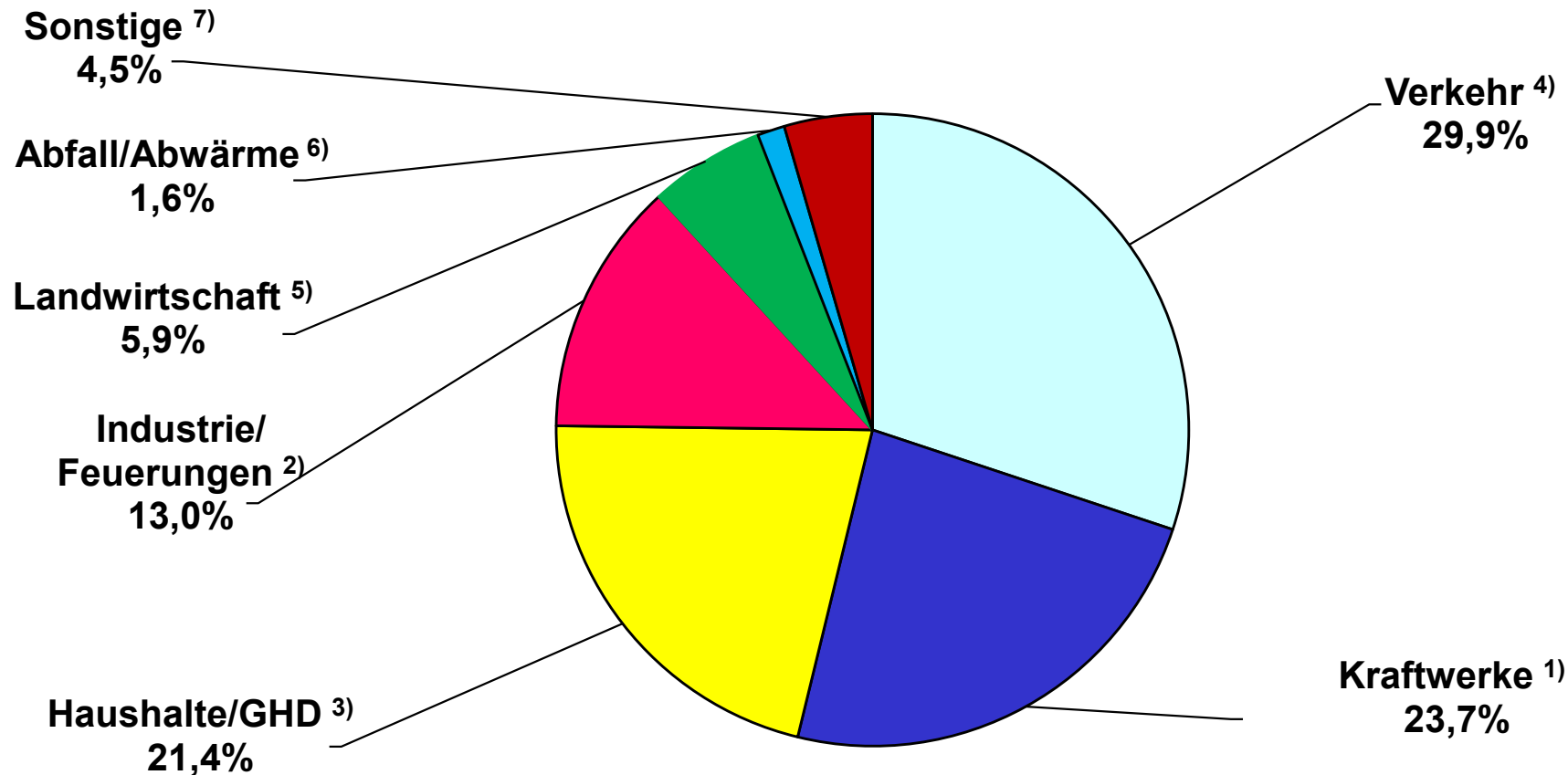
Bevölkerung (Jahresdurchschnitt nach Basis Zensus 2011) 2016: 10,92 Mio.

1) Jahr 2016: Beitrag energiebedingte Treibhausgasemissionen 69,7 Mio. t CO₂äquiv (Anteil 88,8%)

Quellen: UM BW - Erneuerbare Energien in BW 2017, 10/2018; Stat. LA BW 10/2018

Struktur der Treibhausgasemissionen (THG) nach Sektoren in Baden-Württembergs 2016 (2)

Jahr 2016: 78,4 Mio t CO₂ äquiv., Veränderung 2016 gegenüber Bezugsjahr 1990 = - 12,0%
Ø 7,2 t CO₂ äquiv./Kopf



Grafik Bouse 2018

* Daten 2016 vorläufig, Stand 3/2018

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt, Zensus 2011) 2016: 10,92 Mio.

- 1) Industrielle Feuerungsanlagen, industrielle Wärmekraftwerke, sonstige Energieumwandlung (Erdöl-/ Erdgasgewinnung, Raffinerien) sowie Fackel- und Leitungsverluste (NIR Sektor 1A2).
- 2) öffentliche Wärme- und Heizkraftwerke, Fernheizwerke, sonstige Energieerzeuger (NIR Sektor 1A1).
- 3) Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher wie Landwirtschaft, Bau und Militär (NIR Sektor 1A4).
- 4) Straßenverkehr, sonstiger Verkehr (ohne internationalen Flugverkehr), Off-Road-Verkehr (NIR Sektoren 1A3, 1A5).
- 5) Viehhaltung, Düngewirtschaft, landwirtschaftl. Böden, Vergärungs- und Biogasanlagen (NIR Sektor 3).
- 6) Hausmülldeponien, Kompostierung, mechanisch-biologische Anlagen, Vergärungs- und Biogasanlagen, kommunale und industrielle Kläranlagen, Sickergruben (NIR Sektor 5).
- 7) diffuse Emissionen aus der Kohle-, Erdöl- und Erdgasförderung, -lagerung, -aufbereitung und -verteilung (NIR Sektor 1B) und industrielle, chemische, petrochemische Prozesse, Narkosemittel und Holzkohleanwendungen (NIR Sektor 2).

Vermiedene THG-Emissionen durch die Nutzung der erneuerbaren Energien in Baden-Württemberg im Jahr 2017 (1)

Vermeidung 16,0 Mio. t CO₂äquiv. = 17% der gesamten THG-Emissionen

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

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

Bei der Nutzung von Biokraftstoffen ist das Emissionsniveau und die gegenüber fossilen Kraftstoffen eingesparte Emissionsmenge abhängig von der Rohstoffbasis und der Herkunft der Biokraftstoffe. Derzeit erreicht man mit dem Einsatz von Pflanzenöl die höchste spezifische Emissionsminderung, gefolgt von Bioethanol und Biodiesel.

	Strom		Wärme	
	Vermeidungs- faktor ¹⁾ [g/MWh]	vermiedene Emissionen [1.000 t]	Vermeidungs- faktor ¹⁾ [g/MWh]	vermiedene Emissionen [1.000 t]
Treibhausrelevante Gase				
CO ₂	617.094	10.157	223.411	4.769
CH ₄	1.058,1	17,4	-81,2	-1,7
N ₂ O	-27,7	-0,5	-5,0	-0,1
CO₂-Äquivalent	635.270	10.456	219.796	4.692
Versauernd wirkende Gase²⁾				
SO ₂	132,5	2,2	46,9	1,0
NO _x	30,6	0,5	-153,1	-3,3
SO₂-Äquivalent	153,8	2,5	-58,8	-1,3
Ozonvorläufersubstanzen				
CO	-555,8	-9,1	-4.585,2	-97,9
NMVOC	-3,9	-0,1	-150,5	-3,2
Staub	-15,4	-0,3	-176,6	-3,8

	Kraftstoffe	
	Vermeidungs- faktor ¹⁾ [g/MWh]	vermiedene Emissionen [1.000 t]
CO ₂	240.014	1.006
CO₂-Äquivalent	210.865	884

* Daten 2017 vorläufig, Stand 10/2018

1) Zur Bestimmung der Emissionsfaktoren siehe Anhang II.

2) Für weitere Luftschadstoffe mit Versauerungspotenzial liegen zurzeit keine Daten vor.

Quelle: BUM, UBA aus UM BW: Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2017, 10/2018

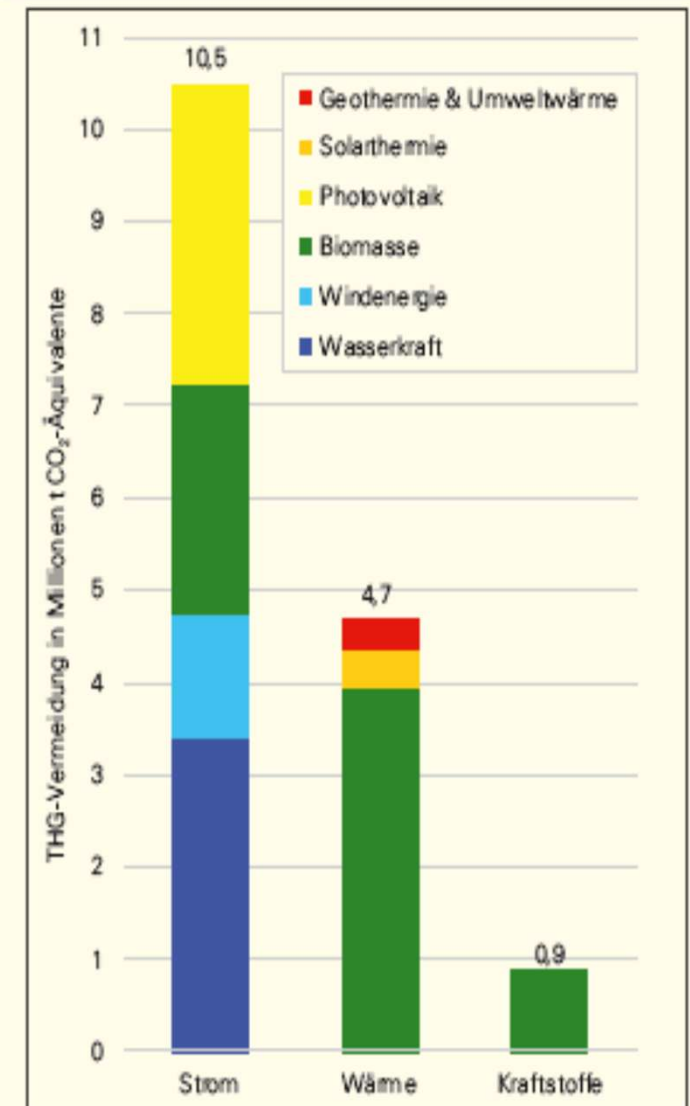
Vermiedene THG-Emissionen durch die Nutzung erneuerbarer Energien in Baden-Württemberg 2017 (2)

Vermeidung 16,0 Mio. t CO₂äquiv. = 17% der gesamten THG-Emissionen

Ohne die Nutzung erneuerbarer Energien würden die gesamten Treibhaus-Emissionen im Baden-Württemberg deutlich höher liegen. So konnten durch die Nutzung erneuerbarer Energien in Baden-Württemberg im Jahr 2017 rund 16,0 Mio. t Treibhausgase vermieden werden. Den erneuerbaren Energien kommt im Jahr 2017 damit eine Minderung der Treibhausgas-Emissionen in der Größenordnung von 17% zu.

Die Berechnung der vermiedenen Emissionen erfolgt getrennt für die einzelnen erneuerbaren Energieträger, da diese die konventionellen Energieträger zu unterschiedlichen Anteilen ersetzen (s. Anhang II, Vorgehensweise zur Ermittlung der Emissionsfaktoren und eingesparten fossilen Energieträger).

	Vermeidungs- faktor [g/kWh]	vermiedene Emissionen [1.000 t]	Anteil [%]
Strom			
Wasserkraft	746	3.385	32,4
Windenergie	681	1.368	13,1
Photovoltaik	614	3.198	30,6
feste biogene Brennstoffe	690	789	7,5
flüssige biogene Brennstoffe	560	27	0,3
Biogas	423	1.191	11,4
Klärgas	633	118	1,1
Deponiegas	633	19	0,2
Geothermie	564	0	0,0
biogener Anteil des Abfalls	759	361	3,4
Summe Strom		10.456	100,0
Wärme			
feste biogene Brennstoffe (traditionell)	150	1.108	23,6
feste biogene Brennstoffe (modern)	273	2.373	50,6
flüssige biogene Brennstoffe	249	11	0,2
Biogas, Deponiegas, Klärgas	193	235	5,0
Solarthermie	260	421	9,0
tiefe Geothermie	327	34	0,7
Umweltwärme	109	306	6,5
biogener Anteil des Abfalls	223	204	4,3
Summe Wärme		4.692	100,0
Kraftstoffe			
Biodiesel	210	622	70,3
Bioethanol	213	251	28,3
Pflanzenöl	173	1	0,1
Biomethan	203	11	1,2
Summe Kraftstoffe		884	100,0
Summe Strom, Wärme & Kraftstoffe		16.031	



* Daten 2017 vorläufig, Stand 10/2018

Beispiele aus der Praxis

Leuchtturmprojekt Biomassevergasung im Biosphärengebiet “Schwäbische Alb” der Landesregierung Baden-Württemberg ab 2007

Die Landesregierung hat ein Maßnahmenbündel Energie beschlossen und investiert 4,8 Millionen EURO in neue Projekte im Jahr 2007/08 zum Einstieg in die nachhaltige Energieversorgung.

Sie will damit die Weichen in eine sichere und wirtschaftliche Energieversorgung der Zukunft stellen. Gleichzeitig sollen weniger Treibhausgase ausgestoßen und so ein Beitrag zum Klimaschutz geleistet werden. Die Landesregierung will deshalb den Ausbau erneuerbarer Energien weiter vorantreiben und außerdem die Potenziale zur Steigerung der Energieeffizienz und der Energieeinsparung noch besser ausschöpfen.

Das Leuchtturmprojekt Biomassevergasung beinhaltet die Planung, den Bau und den Betrieb einer 5-10 Megawatt-Demonstrationsanlage zur energetischen Nutzung von Biomasse nach dem vom Zentrum für Sonnen- und Wasserstoffwirtschaft (ZSW) und der Universität Stuttgart entwickelten AER-Verfahren.

Beim AER-Verfahren werde als Brennstoff Biomasse mit Wasserdampf vergast und ein Brenngas erzeugt, das sowohl zur energetischen Nutzung als auch als Grundstoff für die chemische Industrie einsetzbar sei. “Die Verbindung von Ökologie im Biosphärengebiet mit innovativer Technologie ist bundesweit einmalig.

Es sollen damit neue Arbeitsplätze im ländlichen Raum geschaffen und die bäuerliche Landwirtschaft unterstützt werden. Die innovative Demonstrationsanlage soll auch ein touristischer Anziehungspunkt sein, der für bewusste Ressourcennutzung sensibilisiert.

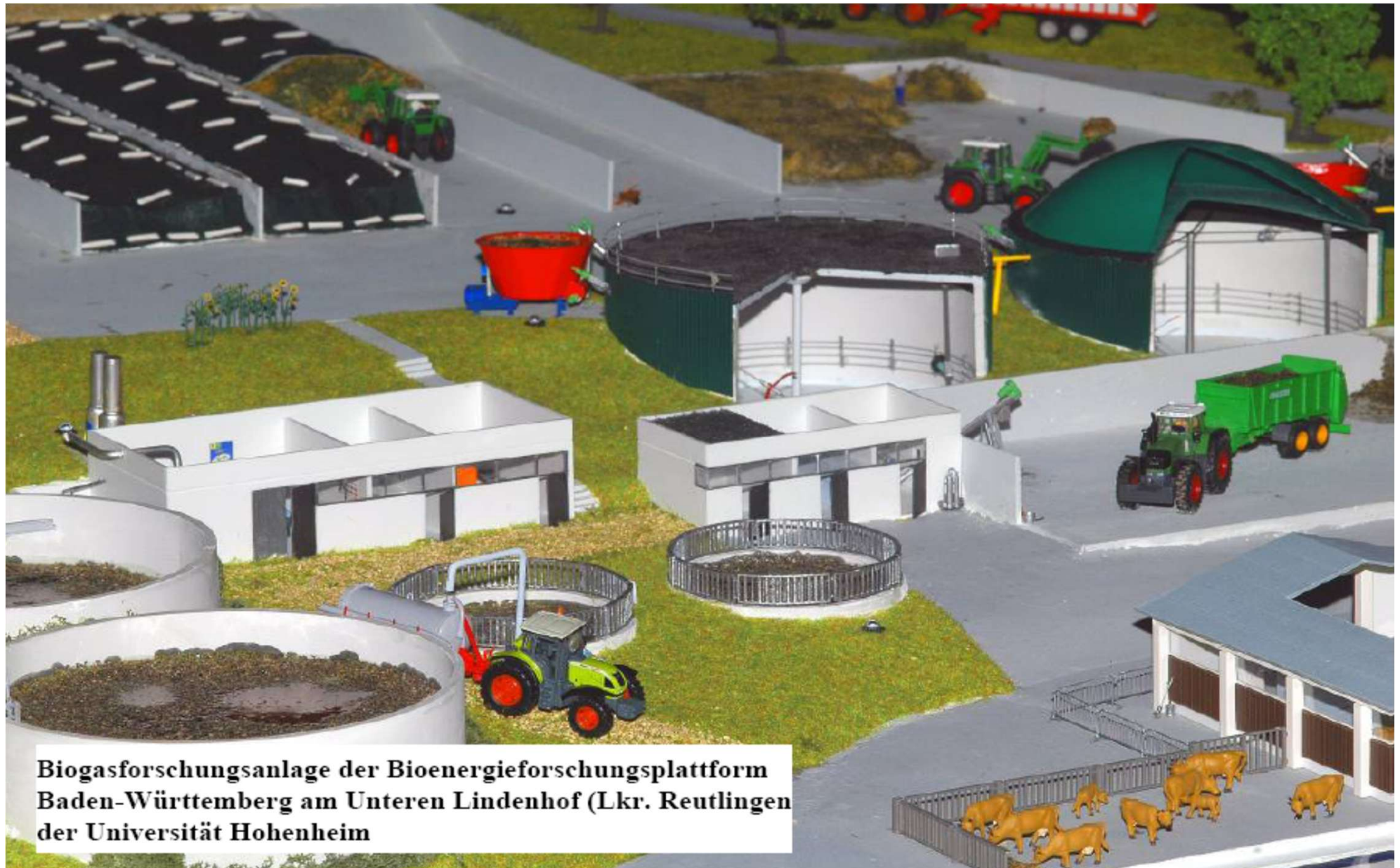
Es soll damit der Bogen gespannt werden von der heimischen Biomasse bis zur Produktion von Wasserstoff, der künftig sowohl für den stationären als auch den mobilen Einsatz grundlegend sein kann”,

Bioenergiedorf Radolfzell-Möggingen seit 2010

Status:	Bioenergiedorf, 78315 Radolfzell-Möggingen
Ansprechpartner:	Jörg Eckert, Untertorstraße 7-9, 78135 Radolfzell Email: eckert.j@stadtwerke-radolfzell.de Internet: www.stadtwerke-radolfzell.de
Einwohner / Haushalte:	Teilort von Radolfzell am Bodensee, 860 Einwohner, 186 Haushalte
Anschluss / Versorgung:	75 % Anschlussquote, alle öffentlichen Gebäude
Ziele:	Sinnvolle Wärmeversorgung
Art der Anlagen, eingesetzte Technologie, Leistung:	Holzhackschnitzelkessel 1200 kW mit Feinstaubfilter, 2 x Biogas - BHKW à 320 kW thermisch, PV-Anlage 62 kW elektrisch
Art der eingesetzten Biomasse:	Biogas, Holzhackschnitzel
Betriebnahme:	2010
Energienutzung:	Wärme
Betreiber:	Stadtwerke Radolfzell GmbH

Bioenergieforschungsplattform Baden-Württemberg

Forschungsschwerpunkt "Erzeugung und Nutzung von Gas aus Biomasse"



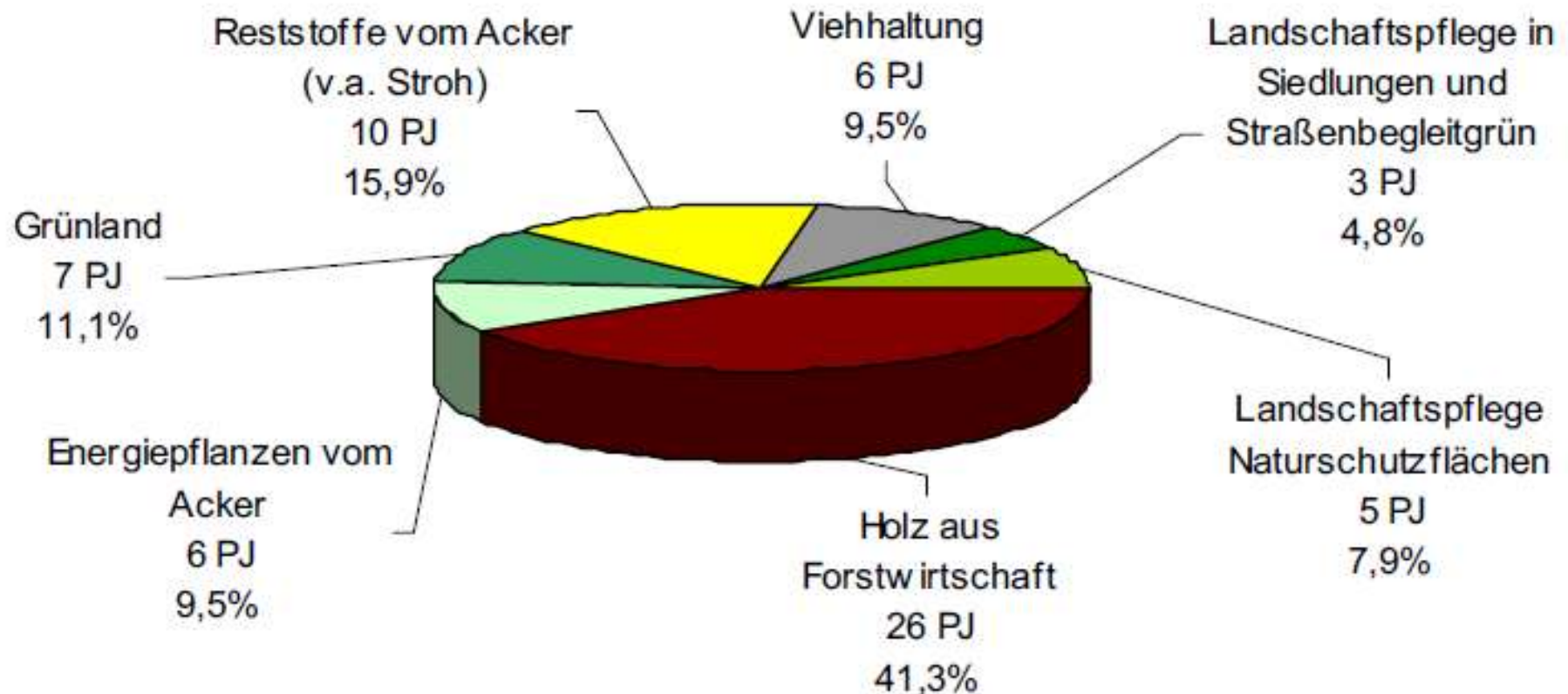
**Biogasforschungsanlage der Bioenergieforschungsplattform
Baden-Württemberg am Unteren Lindenhof (Lkr. Reutlingen
der Universität Hohenheim**

Fazit und Ausblick

Potenziale nachwachsender Energieträger in Baden-Württemberg

Energetische Nutzung

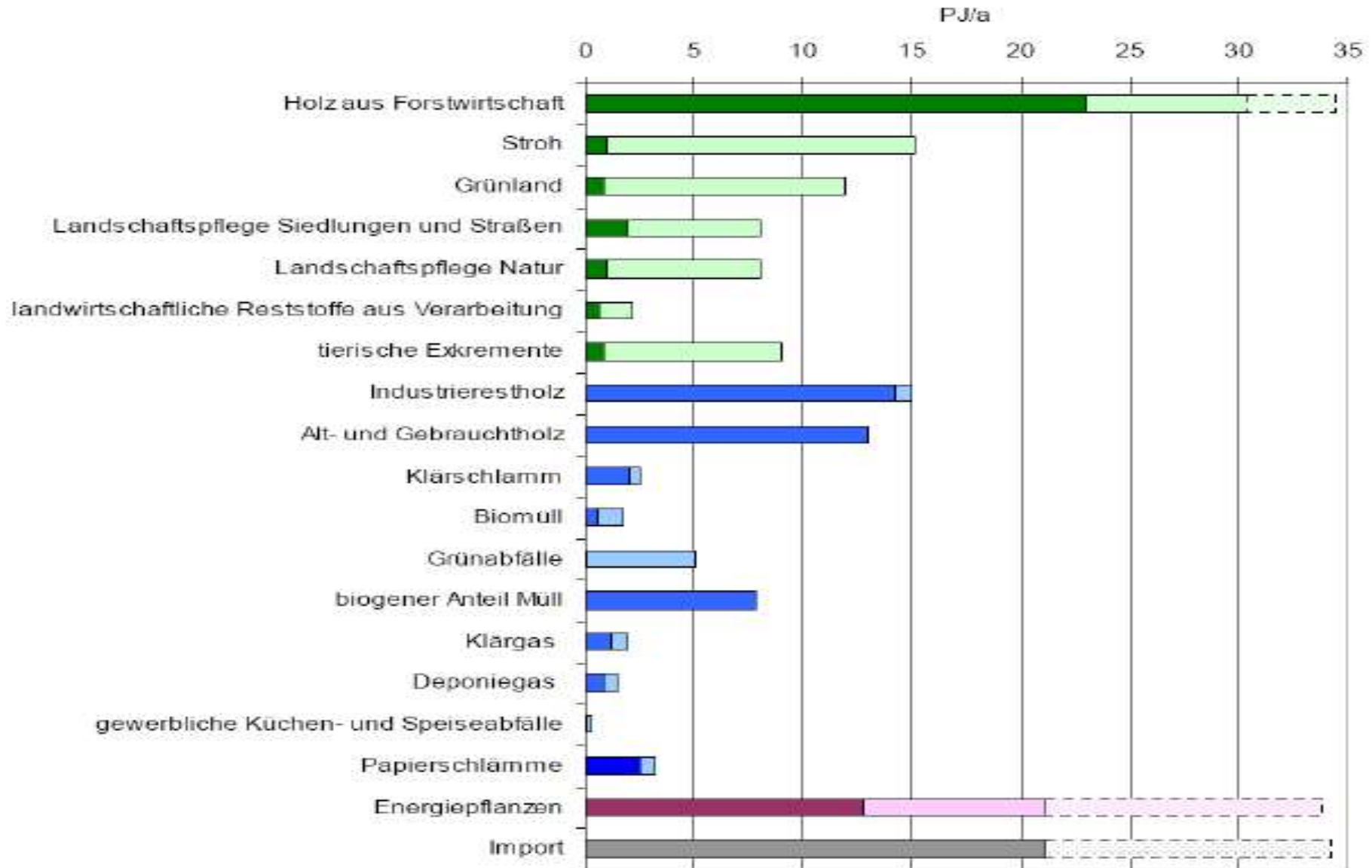
Theoretisches Potenzial insgesamt 143 bis 145 PJ/a,
Nachhaltige und wirtschaftliche Nutzung 63 bis 68 PJ/a



Der Nachhaltigkeitsbeirat der Landesregierung Baden-Württemberg hat in einem aktuellen Gutachten die Potenziale der nachwachsenden Energieträger für Baden-Württemberg quantitativ abgeschätzt. Demnach besteht ein theoretisches Potenzial zur energetischen Nutzung von insgesamt 143 bis 145 PJ/a. Nachhaltig und wirtschaftlich machbar sind nach der Schätzung des Nachhaltigkeitsbeirats davon 63 bis 68 PJ/a. Vom nachhaltig und wirtschaftlich realisierbaren Potenzial wurden im Jahr 2006 bereits 39 PJ Bioenergie aus Land- und Forstwirtschaft genutzt. Zur Ausschöpfung des nachhaltig und wirtschaftlich machbaren Potenzials aus der Land- und Forstwirtschaft sowie Landschaftspflege sind ein weiterer agrartechnischer Fortschritt sowie eine Steigerung durch massive zusätzliche Förderung bei Sammlung und Transport notwendig.

Biomassepotenziale in Baden-Württemberg

Derzeit energetischgenutzte (dunkle Balken) und freie Potenziale (helle Balken) der energetischnutzbaren Biomassefraktionen 1)



1) Für Holz aus Forstwirtschaft, Energiepflanzen und Import sind auch deutlich höhere Potenziale vorstellbar(gerasterte Balken).
Quelle: ZSW -Erneuerbare Energien und Energieeffizienz in Baden-Württemberg - Sachstand und Entwicklungsperspektiven, 9/2011

Entwicklung und Ausbauziele der Anteile Erneuerbarer Energien (EE) aus Primär- und Endenergieverbrauch in Baden-Württemberg 1998-2017/2020 (1)

Jahr	1998	2000	2005	2010	2017*	2020*
EE-Anteil am Primärenergieverbrauch PEV	3,4%	4,2%	6,2%	9,8%	13,4%	-
EE-Anteil Strom EEV an der Bruttostrom-Erzeugung (BSE) bzw. BSV ¹⁾	6,5% 6,4%	9,6% 8,9%	10,2% 9,0%	17,2% 14,0%	27,5% 22,2%	38%
EE-Anteil Wärme am EEV ²⁾	4,9%	5,5%	6,7%	10,1%	15,8%	21%
EE-Anteil Kraftstoffe am EEV Verkehr ^{2,3)}	0,2%	0,4%	3,7%	5,8%	4,6%	-
EE-Anteil am Endenergieverbrauch EEV	4,3%	5,4%	7,1%	11,2%	14,4%	-

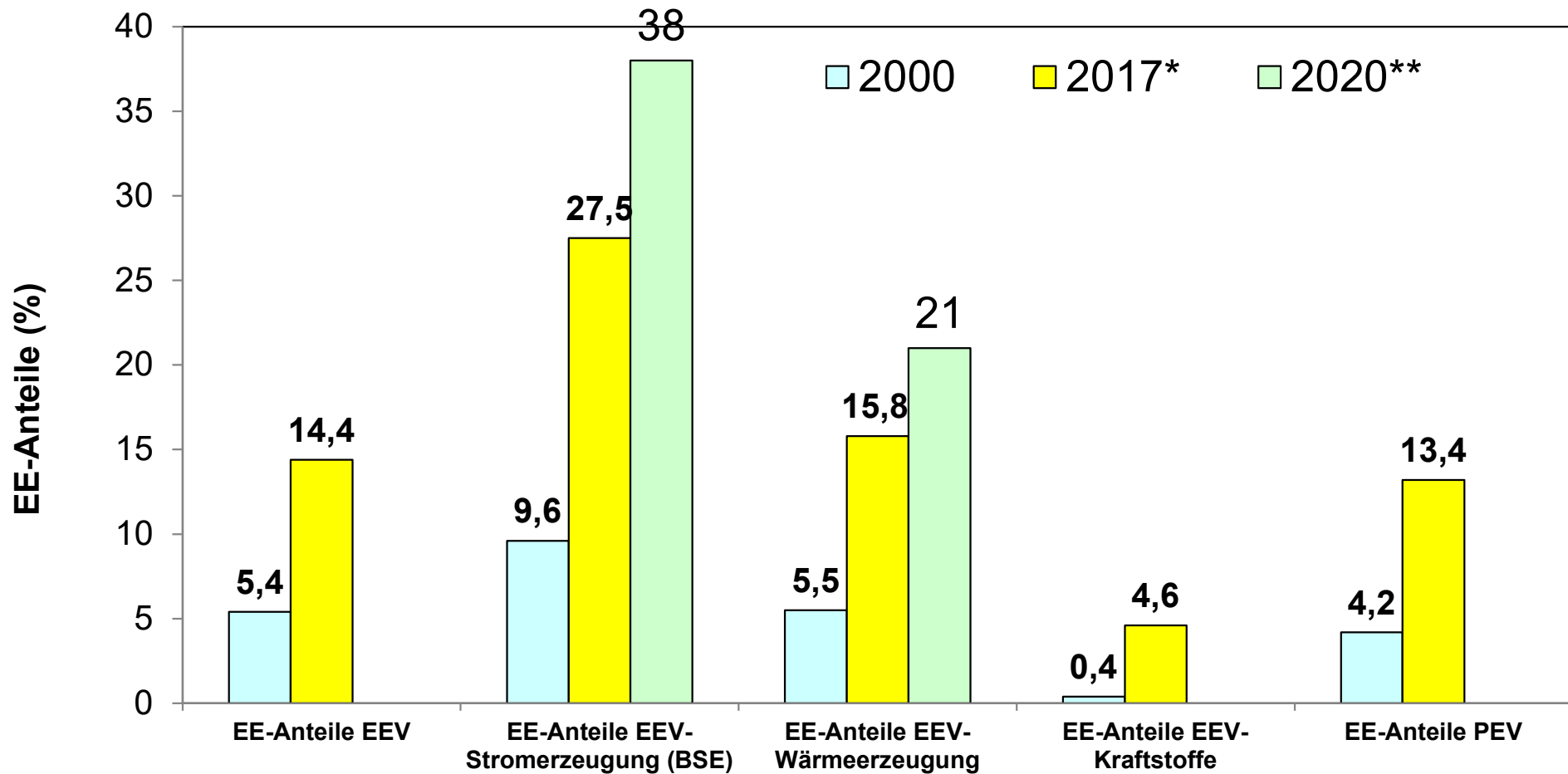
* Daten 2017 vorläufig, Stand 10/2018, Mindestziele der Landesregierung im Jahr 2020

1) BSE/BSV 2017: 59,82/74,3 TWh

2) EEV = PEV bei EE Wärme und Kraftstoffe

3) ohne Flug-/Schiffsverkehr Quellen: UM BW - Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2017, 10/2018; UM BW – Energieszenario 2050 im IEKK, 7/2014

Entwicklung der **Anteile erneuerbare Energien (EE)** an der Energiebereitstellung in Baden-Württemberg 2000-2017, Ziel 2020 (2)



Grafik Bouse 2018

* Daten 2017 vorläufig, Ziele der Landesregierung BW 2020 , Stand 4/2018

**** Ziele der Landesregierung 2020**

(PEV Ziel anstelle EEV-Ziel bzw. BSE-Ziel anstelle BSV Ziel der Bundesregierung sowie keine Kraftstoffe-Ziele)

EEV = Endenergieverbrauch, BSE= Bruttostromerzeugung; BSV = Bruttostromverbrauch; PEV = Primärenergieverbrauch

Quellen:

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

UM BW „Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2017“, 10/ 2018, Stat. LA BW bis 3/2018

Ausbauziele für den Anteil erneuerbarer Energien (EE) zur Energieversorgung in Baden-Württemberg im Vergleich mit Deutschland und EU-28 bis 2017, Ziel 2020

Pos.	Anteil erneuerbare Energien beim	Baden-Württemberg		Deutschland		EU-28	
		Ist 2017*	Ziel 2020	Ist 2016*	Ziel 2020	Ist 2015*	Ziel 2020
1	Primärenergieverbrauch (PEV)	13,4%	-	12,6%	-	16,0	-
2.1	Brutto-Endenergieverbrauch (BEEV)			14,7%	18%	16,7%	20% ⁴⁾
2.2	Endenergieverbrauch (EEV)	14,4%	-	15,4%			
2.1	EEV Strom, bezogen auf						
	- Brutto-Stromerzeugung (BSE) ¹⁾	27,5%	38%	29,0%	-	28,2%	-
	- Brutto-Stromverbrauch (BSV) ¹⁾	22,2%	-	31,7%	35%	28,8%	34%
	- Stromverbrauch Endenergie (SVE)	k.A.	-	k.A.%	-	-	-
2.2	EEV Wärme, Kälte ²⁾	15,8%	21%	13,4%	14%	18,6%	(21,4%)
2.3	EEV Kraftstoffe ^{2,3)}	4,6%	-	5,1%	10%	6,7%	10%

* Daten bis 2017 vorläufig, Stand 10/2018

Ziele Landesregierung BW, Bundesregierung, Europäischen Union im Jahr 2020 (bzw. Schätzwert auf Basis NREAP)

1) In Baden-Württemberg EE-Anteile EEV Strom bezogen auf die gesamte Brutto-Stromerzeugung (BSE) anstelle in D und EU bezogen auf den Brutto-Stromverbrauch (BSV).

2) Endenergieverbrauch (EEV) = Primärenergieverbrauch (PEV) beim Wärme- und Kraftstoffverbrauch

3) Im Einklang mit der EU-Richtlinie zur Förderung der erneuerbaren Energien wird der Endenergieverbrauch des Verkehrs definiert als Ottokraftstoff, Dieselloskraftstoff im Straßenverkehr und im Schienenverkehr verbrauchter Biokraftstoff und Elektrizität.

4) Brutto-Endenergieverbrauch in der EU-28 anstelle Endenergieverbrauch in BW und D.

Quellen: UV BW „Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2017, 10/2018; UM/WM-BW – Energiekonzept Baden-Württemberg 2020, Stand Juli 2015

Stat. LA BW bis 3/2018, AGE 8/2018, BMWI 10/2018, Eurostat 2018

Handlungsbereich **Strom aus Erneuerbaren** zur Erreichung der Energie- und klimapolitischen Ziele der Landesregierung im IEKK BW 2010/17, 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 2017 bei 16,5 TWh. Dies entspricht 27,5 % der Bruttostromerzeugung im Land. Mit einem Anteil von 3,4 % 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	2017
Wasserkraft	5,2	4,1 ¹⁴	5,5	6,0	4,6
Biomasse ¹⁵	3,4	3,6	4,9	6,0	4,7
Geothermie	0,0	0,0	0,3	2,0	0,0
Windenergie	0,5	0,6	6,4	18,0	2,0
Photovoltaik	2,1	3,3	7,6	16,7	5,2
Gesamtstromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Baden-Württemberg [TWh/a]	11,2	11,6	24,7	48,8	16,5

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

Fazit:

- Die Anteile der erneuerbaren Energien steigen rasant.

Handlungsbereich **Strom aus erneuerbaren** zur Erreichung der Energie- und klimapolitischen Ziele der Landesregierung im IEKK BW (2)

Biomasse nachhaltig und effizient nutzen

Auf die gesamte Endenergie (Strom, Wärme, Kraftstoff) bezogen ist die energetische Nutzung von Biomasse mit rund 70% Anteil die derzeit wichtigste erneuerbare Energieform.

Wegen des begrenzten verfügbaren Potenzials wird ihr relativer Anteil je-doch mittel- und langfristig sinken. Unter Biomasse verstehen wir im weiteren Zusammenhang die im Erneuerbare-Wärme-Gesetz des Bundes fixierten Energieträger.

Biomasse ist ein knappes und von vielen Seiten nachgefragtes Gut, so dass eine effiziente Nutzung notwendig ist. Neben der Nutzung als Energieträger muss auch die stoffliche Nutzung von Biomasse beachtet werden. Der Klimaschutz und die Substitution fossiler Rohstoffe werden bei stofflicher Nutzung, etwa bei der Nutzung von Holz als Baustoff, häufig in höherem Maße unterstützt als bei der energetischen Nutzung. Integrative Konzepte und Nutzungskaskaden, die eine energetische erst nach einer vorherigen stofflichen Nutzung vorsehen, müssen deshalb Vorrang haben.

In der ersten Fortschreibung des Biomasse-Aktionsplans Baden-Württemberg vom Januar 2010 wird das technische Biomassepotenzial auf 130-160 PJ geschätzt.

Das entspricht 8-10 % des derzeitigen Primärenergieverbrauchs. Für die bestehende Nutzung im Jahr 2011 werden bereits rund 125 PJ Biomasse benötigt.

Etwa 23 PJ vor allem flüssige Biomasse (v.a. Biotreibstoffe) werden aus anderen Bundesländern und dem Ausland importiert. Über Biomasse-Exporte ist wenig bekannt, es werden aber schätzungsweise Pellets mit einem Energiegehalt von 5 PJ exportiert. Damit werden derzeit rund 105 PJ an heimischer Biomasse zur energetischen Nutzung eingesetzt. Eine Steigerung der Energieerzeugung aus Biomasse ist also in eingeschränktem Ausmaß noch möglich.

Die Ziele der Landesregierung für Bioenergie erfordern einen Biomasseeinsatz von gut 190 PJ.

Neben einer weitgehenden Ausschöpfung der heimischen Potenziale bleibt dafür ein Importbedarf von 30-60 PJ.

Im Jahr 2015 wurden 4,4 TWh (16,0 PJ) Strom aus Biomasse erzeugt.

Damit deckt die Bioenergie knapp ein Drittel (29,5%) der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien ab. Die Erzeugung soll auf 4,9 TWh (17,6 PJ) in 2020 und auf 6 TWh (21,6 PJ) in 2050 gesteigert werden.

Handlungsbereich **Strom aus Erneuerbaren** zur Erreichung der Energie- und klimapolitischen Ziele der Landesregierung im IEKK BW (3)

Seit etwa 2005 findet ein starker Marktzuwachs bei der Stromerzeugung durch Biogas-Anlagen statt.

Mittlerweile erzeugen die Biogas-Anlagen mehr Strom als Anlagen mit fester Biomasse (z.B. Holz-Heizkraftwerke) oder flüssiger Biomasse (z.B. Pflanzenöl-BHKWs).

Biogas wird aktuell überwiegend aus speziell zu diesem Zweck angebauten Energiepflanzen gewonnen, vor allem aus Mais.

In 2011 wurden rund 78.000 Hektar bzw. 9,4 % der Ackerfläche in Baden-Württemberg zur Erzeugung von Biogas genutzt. Eine weitere Steigerung erscheint aus Gründen der Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion und zur Biodiversität nur noch in geringem Umfang möglich.

Für die zusätzlich benötigte Biomasse wollen wir deshalb vorwiegend auf Reststoffe zurückgreifen.

Das sind insbesondere tierische Exkremente, die bisher max. zu 15 % genutzt werden, sowie nicht für die Tierfütterung benötigter Grünlandaufwuchs. Zusätzlich müssen zukünftig auch bisher kaum eingesetzte Substrate herangezogen werden, z. B. leicht vergärbare Reste aus der landwirtschaftlichen Verarbeitung, Bioabfall und nicht holzige Grünabfälle, aber auch schwieriger vergärbare, halmgut-artige Reststoffe aus der Landschaftspflege und Stroh.

Bio- und Grünabfälle werden bislang überwiegend nur als Kompost verwendet.

Neben einem Ausbau der getrennten Sammlung wollen wir uns dafür einsetzen, der Kompostierung eine energetische Nutzung vorzuschalten. Holziges Material kann in Feuerungsanlagen, nicht holziges Material in Vergärungsanlagen genutzt werden. Hier bietet zudem die neu in das Erneuerbare Energien Gesetz (EEG) aufgenommene gesonderte Vergütung der Bioabfallvergärung eine interessante Einnahmequelle für Kommunen.

Auch bei Festbrennstoffen sind die leicht verfügbaren Potenziale weitgehend ausgeschöpft.

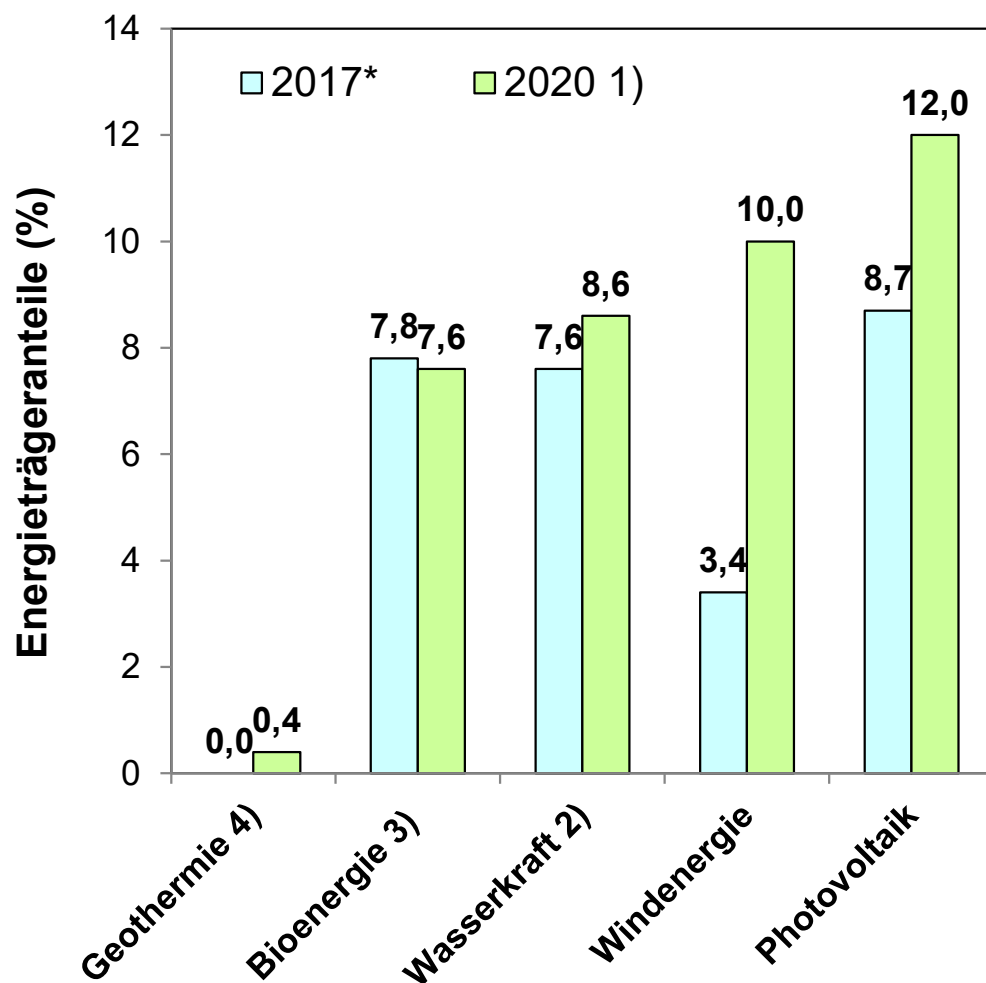
Nennenswerte freie Potenziale bestehen noch bei Grünabfällen und in der Landschaftspflege.

Fazit:

- Biomasse ist knapp. Wir müssen sie effizient nutzen.
- Wir setzen auf Biomasse aus Reststoffen.

Ausbauziele der Landesregierung zur Bruttostromerzeugung (BSE) aus erneuerbaren Energieträgern (EE) in Baden-Württemberg 2010/17, Ziel 2020 **nach UM BW-ZSW**

Jahr 2017: Beitrag erneuerbare Energien 16,5 TWh (Anteil 27,5%) an der BSE von 59,8 TWh*



Energie-träger	2010		2017*		2020 1)	
	TWh	%	TWh	%	TWh	%
Wasserkraft 2)	5,2	7,8	4,6	7,6	5,5	8,6
Bioenergie 3)	3,6	5,4	4,7	7,8	4,9	7,6
Photovoltaik	2,1	3,2	5,2	8,7	7,6	12,0
Windenergie	0,5	0,8	2,0	3,4	6,4	10,0
Geothermie 4)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,4
Summe EE	11,4	17,2	16,5	27,5	24,7	38,5
Bruttostrom-erzeugung	66,0	100	59,8	100	64,0	100

* Daten 2017 vorläufig, Stand 10/2018 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.

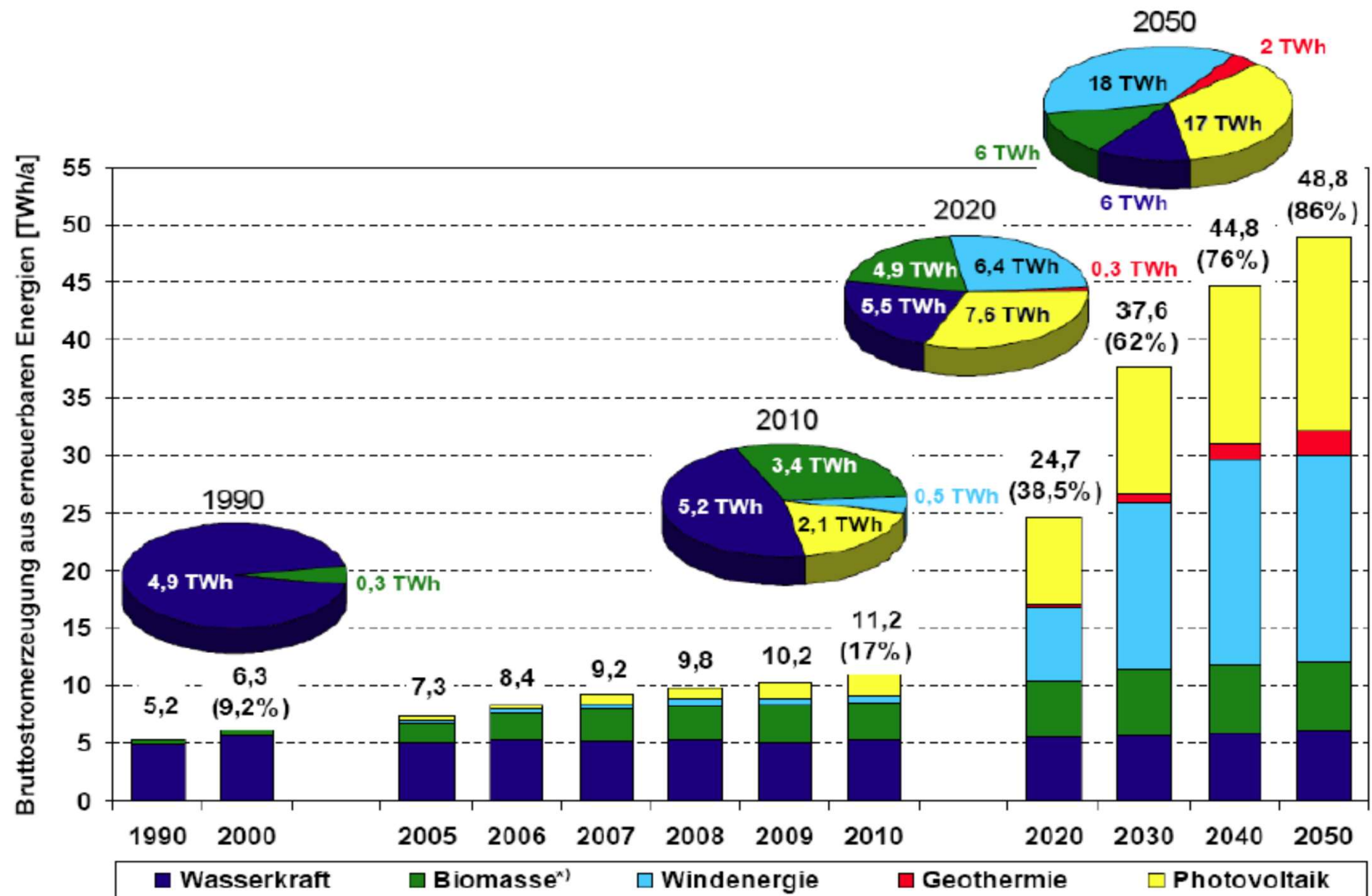
Quellen:

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

UM BW: Erneuerbare Energien in BW 2017, 10/2018

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

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



^{*)} Biomasse: feste und flüssige Biomassen, Biogas, Deponie- und Klärgas, biogener Anteil des Abfalls

Handlungsbereich **Wärme aus Erneuerbaren** zur Erreichung der Energie- und klimapolitischen Ziele der Landesregierung im IEKK BW 2011/17, Ziel 2020 (1)

Erneuerbare Energien im Wärmemarkt voran bringen

Derzeit ist der Anteil erneuerbarer Energien an der Bereitstellung von Wärme noch deutlich niedriger als in der Stromerzeugung.

Im Jahr 2017 wurden 21,3 TWh Wärme aus erneuerbaren Energien bereitgestellt. Das entspricht einem Anteil von etwa 15,8 %.

Bis zum Jahr 2020 haben wir uns das Ziel gesetzt, diesen Anteil auf etwa 21 % zu erhöhen.

Im Bereich der Wärmegewinnung aus Biomasse rechnen wir nur mit einer moderaten Steigerung von 15,4 TWh (2011) auf 17,9 TWh in 2020. In den bisher noch wenig relevanten Bereichen Solarthermie, Geothermie und Umweltwärme sollen die bisherigen Beiträge zur Wärmeerzeugung um das 3 bis 4-fache ansteigen.

Folgende Ausbauziele haben wir uns für das Jahr 2020 gesetzt:

Endenergie Wärme [TWh/a]	2011	2020	Real 2017
Biomasse	15,4	17,9	18,2
Solarthermie	1,1	3,1	1,6
Geothermie, Umweltwärme	0,4	1,6	1,5
Erneuerbare Wärme gesamt	16,9	22,6	21,3

Um diese Ziele tatsächlich erreichen zu können, wollen wir auf verschiedenen Ebenen Maßnahmen durchführen.

Dies betrifft auch die landeseigenen Liegenschaften. Hier liegt der Anteil erneuerbarer Energien an der Wärmeversorgung derzeit bei etwa 5 %. Diesen wollen wir bis zum Jahr 2020 auf 10% verdoppeln.

Die Technologie "Power to heat" steht derzeit noch am Anfang ihrer Entwicklung.

Das Umweltministerium wird diese beobachten und bei Bedarf seine Maßnahmen entsprechend anpassen.

Das Erneuerbare-Wärme-Gesetz weiter entwickeln

Das Erneuerbare-Wärme-Gesetz (EWärmeG) in Baden-Württemberg wollen wir zielgerichtet weiter entwickeln.

Dazu sind am 11. Juni 2013 vom Kabinett folgende Eckpunkte beschlossen worden:

- Erhöhung des Pflichtanteils von 10 % auf 15 %
- Technologieoffenheit, Verzicht auf Solarthermie als Ankertechnologie
- Einbeziehung von privaten und öffentlichen Nichtwohngebäuden
- Integration des Gedankens „Sanierungskonzept“ ins EWärmeG

Handlungsbereich **Wärme aus Erneuerbaren** zur Erreichung der Energie- und klimapolitischen Ziele der Landesregierung im IEKK BW (2)

Wärmeversorgung aus Biomasse ökologisch ausrichten

Die Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien im Land basiert bisher zu etwa 90% auf Bioenergie.

Im Jahr 2011 waren es etwa 15,3 TWh Wärme, die aus Biomasse bereitgestellt wurden. Diesen Wert wollen wir auf rund 18 TWh in 2020 und auf rund 20 TWh in 2050 erhöhen. Dabei verfolgen wir das Ziel, die Steigerung der Wärmeerzeugung aus Bioenergie vor allem über eine verbesserte Effizienz der Wärmeerzeugung zu erreichen, also ohne eine Ausweitung des bisherigen Brennstoffeinsatzes.

Derzeit wird mehr als die Hälfte der Bioenergie-Wärme durch Verbrennung von Holz in traditionellen Heizungssystemen wie Kaminöfen oder Kachelöfen erzeugt.

Diese weisen jedoch nur vergleichsweise geringe Wirkungsgrade auf. Eine deutliche Verbesserung der Effizienz und vor allem der Schadgas-Emissionen gegenüber diesen traditionellen Nutzungsarten ist durch den Einsatz moderner Zentralheizungsanlagen - etwa durch Pellets-Heizkessel - zu erzielen.

Bei ausreichender Wärmeabnahmestruktur kann das Holz auch in Heizwerken oder Heizkraftwerken mit Anschluss an Nah- und Fernwärmenetze eingesetzt werden.

Neben der einfacheren Brennstoff-Logistik (keine LKW-Fahrten durch Wohngebiete) sind bei größeren Anlagen auch aufwändige Luftreinhalte-Techniken einsetzbar, die bei Kleinanlagen wirtschaftlich nicht angemessen wären.

Die effizienteste Lösung der Energieerzeugung aus Biomasse ist die gekoppelte Erzeugung von Wärme und Strom in KWK-Anlagen.

Ein sehr großes Potenzial bieten dazu die bereits bestehenden Anlagen, die Strom aus Biomasse erzeugen (insbesondere Biogas-Anlagen). Die derzeitige Stromerzeugung erfolgt in diesen Anlagen nur zu einem Drittel im KWK-Betrieb. Wir haben das Ziel, bis zum Jahr 2020 ein Drittel der derzeit bestehenden Biogas-Anlagen mit einer guten Wärmenutzung nachzurüsten.

Handlungsbereich **Wärme aus Erneuerbaren** zur Erreichung der Energie- und klimapolitischen Ziele der Landesregierung im IEKK BW (3)

Für die Umsetzung einer effizienten Bioenergienutzung mit Kraft-Wärme-Kopplung stehen auch finanzielle Anreize aus den Landes-Förderprogrammen „Bioenergiedörfer“ und „Bioenergiewettbewerb“ zur Verfügung.

Im Programm Bioenergiedörfer werden Kommunen dabei unterstützt, ihre Energieversorgung über einen nachhaltigen Einsatz erneuerbarer Energien in die eigenen Hände zu nehmen. Neben einer Nachrüstung bestehender Anlagen ist bei neuen Stromerzeugungsanlagen von vorn herein eine entsprechende Wärmenutzung zu etablieren.

Für Festbrennstoffe steht allerdings im kleinen Leistungsbereich bisher keine markt-gängige KWK-Technik zur Verfügung.

Hier wollen wir über Forschung, Entwicklung und Modellprojekte geeignete Techniken auf dem Markt etablieren.

Da die Holzpotenziale im Land bereits weitgehend ausgeschöpft werden, wollen wir verstärkt halmgutartige Brennstoffe wie Stroh oder Landschaftspflegegras einsetzen.

Auch verfolgen wir das Ziel für Energiepflanzen genutzte Anbauflächen möglichst effizient zu verwenden.

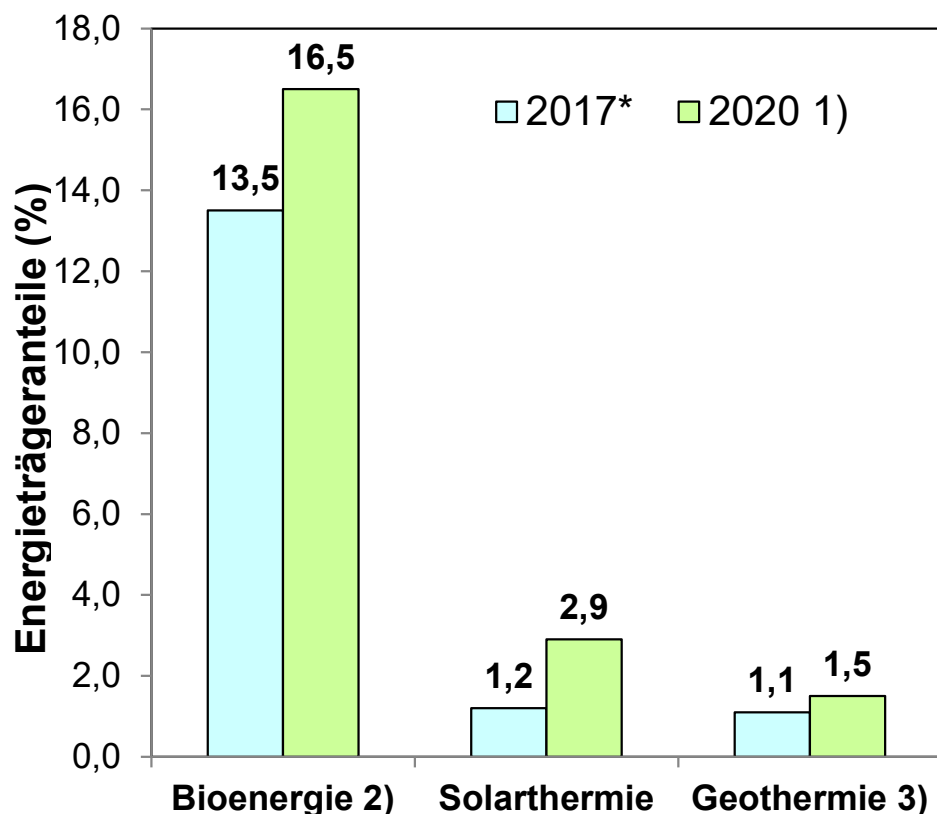
Insbesondere mehrjährige Kulturen wie Miscanthus oder Pappeln ermöglichen hohe Erträge durch Ganzpflanzennutzung bei gleichzeitig geringem Input an Düngemitteln, Pflanzenschutzmitteln und Energie.

Fazit:

- Wir wollen die Wärmeerzeugung aus Biomasse durch Verbesserung der Effizienz steigern.
- Traditionelle Feuer-stätten haben zu geringe Wirkungsgrade und zu hohe Schadgas-Emissionen.
- Die Nutzung der Wärme bei bestehenden Biogas-Anlagen und Biomasse-Kraftwerken bietet große Potenziale.

Ausbauziele der Landesregierung für die Wärmeherzeugung (EEV-Wärme) aus erneuerbaren Energieträgern (EE) in Baden-Württemberg 2010/17 bis 2020

Jahr 2017: Beitrag erneuerbare Energien 21,3 TWh (Anteil 15,8%) aus der EEV-Wärme von 135,0 TWh



Energie-träger	2010		2017*		2020 1)	
	TWh	%	TWh	%	TWh	%
Bioenergie 2)	15,4	9,1	18,2	13,5	17,9	16,5
Solarthermie	1,1	0,7	1,6	1,2	3,1	2,9
Geothermie 3)	0,4	0,2	1,5	1,1	1,6	1,5
Summe EE	16,9	10,0	21,3	15,8	22,6	20,9
Wärme-herzeugung	169,0	100	135,0	100	108,3	100

* Daten 2016 vorläufig, Stand 9/2017 Energieeinheit: 1 TWh = 1 Mrd. kWh

1) Energieszenarien 2050 = Ziel der Landesregierung für 2020

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

3) Tiefe Geothermie (0,1 TWh) und Nutzung von Umweltwärme (Luft, Grundwasser, oberflächennahe Geothermie) durch Wärmepumpen (1,4 TWh) für Jahr 2017

Quellen:

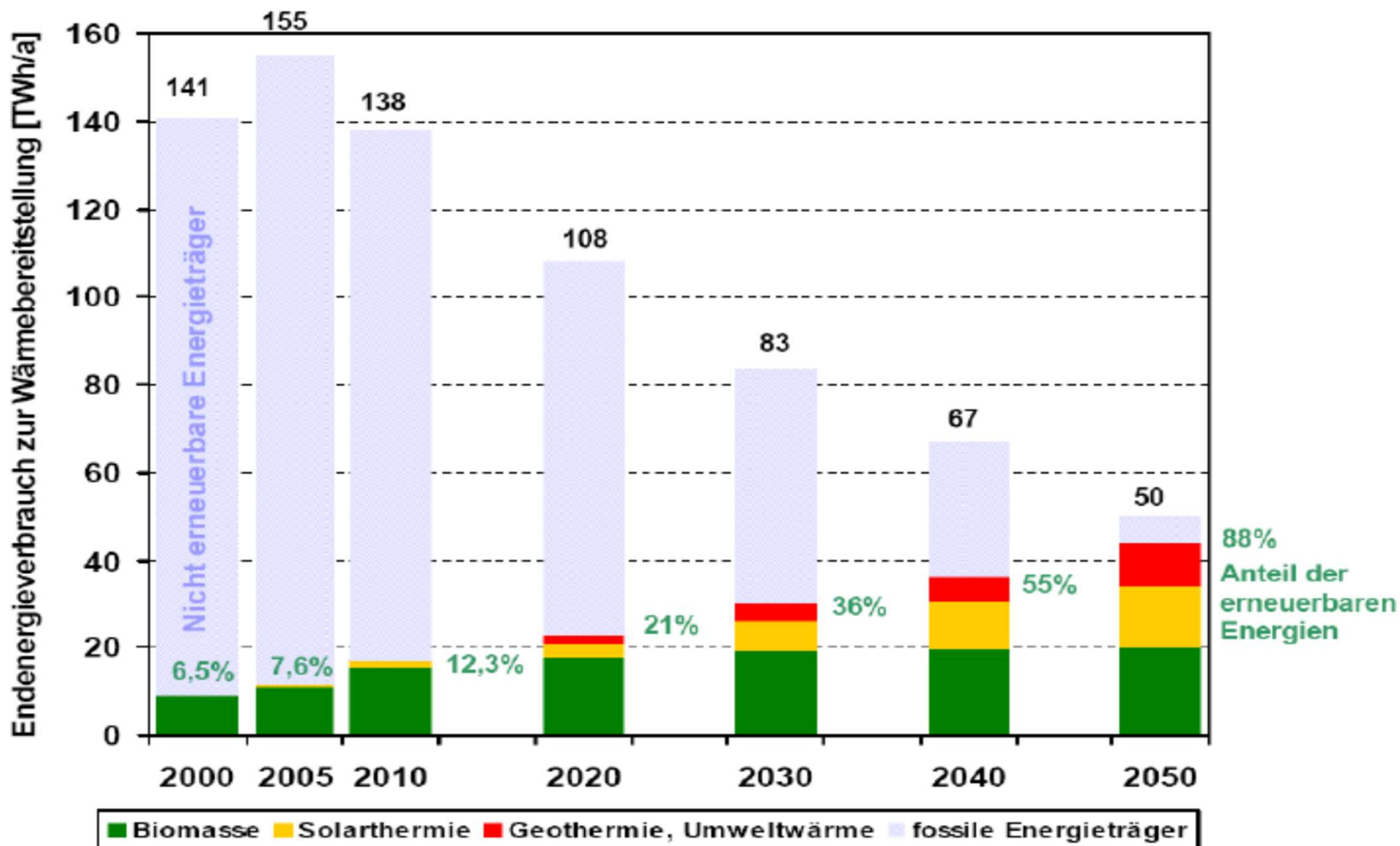
UM BW: Integriertes Energie- und Klimaschutzkonzept (IEKK) BW, S. 88, 178, Beschlussfassung vom 15. Juli 2014

UM BW: Erneuerbare Energien in BW 2017, 10/2018

Ziel der Landesregierung bis zum Jahr 2020:
Mindestens 21%-Anteil aus erneuerbaren Energien bei der Wärmebereitstellung

Mögliche Entwicklung der Wärmeversorgung in Baden-Württemberg 2000-2016, Ziele 2020-2050 **nach ZSW-Gutachten 2011**

Jahr 2017: Beitrag erneuerbare Energien 21,3 TWh (Anteil 15,8%) aus der EEV-Wärme von 135 TWh



Biogase plus in Deutschland

Einleitung und Ausgangslage

Einleitung und Ausgangslage

Bioenergie in Deutschland, Stand 7/2022

Biomasse

Bioenergie wird aus dem Rohstoff Biomasse gewonnen. Biomasse ist gespeicherte Sonnenenergie in Form von Energiepflanzen, Holz oder Reststoffen wie etwa Stroh, Biomüll oder Gülle. Bioenergie ist unter den Erneuerbaren Energieträgern der „Alleskönner“: Sowohl Strom, Wärme als auch Treibstoffe können aus fester, flüssiger und gasförmiger Biomasse gewonnen werden.

Da Biomasse rund um die Uhr verfügbar und flexibel einsetzbar ist, kommt ihr eine bedeutende Rolle bei der Energieversorgung auf Basis Erneuerbarer Energien zu. Die Bioenergie bietet der Landwirtschaft ein zusätzliches Standbein und stärkt durch die dezentrale Nutzung zudem die kommunale Wertschöpfung. Werden lokale Synergien erschlossen und Kreisläufe geschlossen, kann die Nutzung von Bioenergie zum Motor der ländlichen Entwicklung werden und gleichzeitig können Energiekosten deutlich gesenkt werden.

Der Flächenbedarf der Bioenergie stellt auch die Versorgung mit Nahrungsmitteln nicht in Frage. Für deren Anbau werden in Zukunft nämlich weniger Flächen benötigt: Bevölkerungsrückgang und steigende Erträge machen das möglich. Die Ackerfläche kann natürlich nur einmal verplant – aber Biomasse steht auch in Form von Reststoffen aus der Futter- und Nahrungsmittelproduktion zur Verfügung, beispielsweise Rübenblätter, Gülle, Mist und Nebenprodukte wie Kartoffelschalen.

- Biogase

In Biogasanlagen wird durch einen mehrstufigen mikrobiellen Abbau von Biomasse unter Luftabschluss Biogas erzeugt. Als Ausgangsstoffe für die biologische Vergärung dienen nachwachsende Rohstoffe (NawaRo), wie z.B. Getreide und Mais sowie Gülle oder biogene Reststoffe (z.B. Biotonnenabfall). Das Gärsubstrat wird als hochwertiger Dünger wieder auf den Ackerflächen ausgebracht. So werden Nährstoffkreisläufe geschlossen und Methan- sowie Geruchsemissionen bei der Ausbringung unvergorener Gülle vermieden.

In den meisten Anlagen dient das Biogas einem stationären Motor als Kraftstoff, der einen Stromgenerator antreibt. Die Kombination aus Motor und Generator wird Blockheizkraftwerk (BHKW) genannt und erzeugt neben Strom auch nutzbare Wärme. Entsprechend den eingesetzten Rohstoffen ist die Größe der Anlagen recht unterschiedlich. Eine typische landwirtschaftliche Biogasanlage hat eine Leistung von bis zu 500 Kilowatt, während es auch Großanlagen mit bis zu fünf Megawatt gibt. Daneben kann Biogas auch aufbereitet und in das Erdgasnetz eingespeist werden. Damit wird ein bestehendes Transportsystem nutzbar, um das Biogas dorthin zu transportieren, wo es am effizientesten zur Energieversorgung eingesetzt werden kann.

Für den wirtschaftlichen Betrieb von Biogasanlagen ist vor allem relevant, ob die Rohstoffe zur Vergärung in ausreichender Menge vorhanden sind. Dabei ist es um so vorteilhafter, je kürzer die Transportwege sind. Außerdem bedeutet es einen Gewinn für lokale Betriebe, wenn Rohstoffe aus der Umgebung genutzt werden. Mögliche Substratzulieferer sind typischerweise land- und forstwirtschaftliche Betriebe, aber auch beispielsweise Tierparks und Kantinen.

- Holzenergie

Mit dem urzeitlichen Lagerfeuer beginnt die Geschichte der Holzenergie. Heute stehen deutlich effizientere Technologien zur Verfügung, um mit dem nachwachsenden Rohstoff Holz Wärme und Strom zu erzeugen. Angesichts instabiler Preise für fossile Energieträger bieten sich viele unerschlossene Potenziale von Wald- und Restholz für die Wärmeerzeugung. Während Privathaushalte vor allem mit Scheitholz sowie zunehmend mit Holzpellets heizen, werden in der Industrie sowie in Holzkraftwerken und Holzheizwerken vor allem Holzhackschnitzel und Altholz genutzt.

- Biokraftstoffe

Zu Land, zu Wasser und in der Luft: Biokraftstoffe können für den Antrieb von Motoren in Pkw, Lkw, Schiffen oder auch Flugzeugen eingesetzt werden. Dafür stehen unterschiedliche Biokraftstoffe wie Biodiesel, Pflanzenöl, Bioethanol, Biogas und in Zukunft auch synthetische Biokraftstoffe zur Verfügung und reduzieren die CO₂-Emissionen im Verkehr.

Biokraftstoffe werden in Deutschland hauptsächlich mit heimischer Biomasse erzeugt. Der hierzulande verbrauchte Biodiesel kommt vor allem vom Rapsfeld. Im Vergleich zeigt sich: Die in Deutschland registrierten Biokraftstoffe sparen im Schnitt mehr als 80 Prozent an Treibhausgas-Emissionen gegenüber fossilen Kraftstoffen ein.

Entwicklung des Energieverbrauchs insgesamt in Deutschland 1990 bis 2021 (1)

Angaben in [TWh]	1990	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Bruttostromverbrauch ¹⁾	549,9	617,7	609,2	608,4	605,5	592,7	598,7	598,6	599,8	592,3	575,2	555,3	568,8
Fernwärmeerzeugung		148,5	134,9	139,5	135,6	121,8	127,1	130,3	130,5	128,2	127,2	117,7	128,5
Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte (einschließlich Fernwärmeverbrauch) ²⁾	1.529,0	1.346,4	1.238,9	1.255,9	1.300,5	1.168,9	1.211,4	1.230,5	1.238,9	1.191,8	1.205,5	1.184,4	1.209,4
Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte (ohne Sekundärenergieträger Strom und Fernwärme) ³⁾	-	1.215,4	1.122,1	1.136,3	1.179,7	1.062,4	1.099,7	1.116,8	1.124,9	1.082,4	1.093,5	1.080,3	1.085,8
davon: EEV-Wärme Haushalte	-	551,7	474,3	511,3	541,8	448,2	473,0	479,1	474,4	473,1	494,1	487,2	485,5
davon: EEV-Wärme GHD	-	216,3	192,4	187,9	208,2	191,1	199,0	196,4	193,3	173,2	175,7	186,4	191,5
davon: EEV-Wärme Industrie	-	447,4	455,4	437,1	429,7	423,1	427,7	441,3	457,2	436,1	423,7	406,7	418,8
Endenergieverbrauch Verkehr ⁴⁾	615,8	619,3	625,3	616,0	629,1	634,3	634,8	646,8	658,1	637,8	643,8	583,8	580,2

Angaben in [PJ]	1990	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Bruttoendenergieverbrauch EU-RL ⁵⁾	-	9.617	9.140	9.318	9.543	9.063	9.234	9.395	9.477	9.345	9.308	8.682	8.822
Endenergieverbrauch Verkehr EU-RL ⁶⁾	-	2.149	2.176	2.160	2.206	2.237	2.270	2.320	2.363	2.282	2.307	2.123	2.102

Angaben in [PJ]	1990	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Primärenergieverbrauch ⁶⁾	14.905	14.217	13.599	13.447	13.822	13.180	13.298	13.494	13.517	13.153	12.801	11.895	12.265

1) Bruttostromerzeugung aus fossilen Energieträgern nach Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V. (AGEB), Stand Februar 2022, Stromaußenhandelssaldo nach StBA

2) direkt in den Sektoren vor Ort für Anwendungszwecke Wärme und Kälte eingesetzte Energieträger, ohne Stromverbrauch für Wärme und Kälte, inklusive Fernwärmeverbrauch; berechnet auf Basis Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V. (AGEB) und AGEE-Stat, Stand Februar 2022

3) direkt in den Sektoren vor Ort für Anwendungszwecke Wärme und Kälte eingesetzte Energieträger ohne Sekundärenergieträger Strom und Fernwärme; berechnet auf Basis Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V. (AGEB) und AGEE-Stat, Stand Februar 2022

4) berechnet auf Basis Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V. (AGEB) und AGEE-Stat, ohne Energieverbrauch für internationalen Luftverkehr, Stand Februar 2022

5) gemäß EU-RL 2009/28/EG

6) berechnet auf Basis Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V. (AGEB) und AGEE-Stat, berechnet nach Wirkungsgradmethode, Stand Februar 2022

Entwicklung erneuerbare Energien in Deutschland 1990-2020/21 (2)

Angaben in [GWh]	1990	2020	2021	Angaben in [%]	1990	2020	2021
Bruttoendenergieverbrauch ¹⁾	-	473.998	469.575	am Bruttoendenergieverbrauch ¹⁾	-	19,7	19,2
Bruttostromerzeugung	18.934	251.076	233.620	am Bruttostromverbrauch	3,4	45,2	41,1
Fernwärmeerzeugung	-	22.345	24.104	an der Fernwärmeerzeugung ²⁾	-	19,0	18,8
Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte (einschließlich Fernwärmeverbrauch) ³⁾	32.516	181.667	199.376	am Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte (einschließlich Fernwärmeverbrauch) ³⁾	2,1	15,3	16,5
Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte (ohne Sekundärenergieträger Strom und Fernwärme) ⁴⁾	-	161.828	177.895	am Endenergieverbrauch Wärme und Kälte (ohne Sekundärenergieträger Strom und Fernwärme) ⁴⁾	-	15,0	16,2
davon: EEV-Wärme Haushalte	-	94.738	109.123	davon am: EEV-Wärme Haushalte	-	19,4	22,5
davon: EEV-Wärme GHD	-	36.013	37.695	davon am: EEV-Wärme GHD	-	19,3	19,7
davon: EEV-Wärme Industrie	-	31.077	31.077	davon am: EEV-Wärme Industrie	-	7,6	7,4
Endenergieverbrauch Verkehr ⁵⁾	465	44.101	39.367	am Endenergieverbrauch Verkehr	0,1	7,6	6,8

Angaben in [GWh]	1990	2020	2021	Angaben in [%]	1990	2020	2021
Bruttoendenergieverbrauch EU-RL ⁶⁾	-	465.714	482.590	am Bruttoendenergieverbrauch EU-RL ⁶⁾	-	19,3	19,7
Endenergieverbrauch Verkehr EU-RL ⁶⁾	-	58.495	55.623	am Endenergieverbrauch Verkehr EU-RL ⁶⁾	-	9,9	9,5

Angaben in [PJ]	1990	2020	2021	Angaben in [%]	1990	2020	2021
Primärenergieverbrauch ⁶⁾	196	1.972	1.947	am Primärenergieverbrauch	1,3	16,6	15,9

Abweichungen in Summen durch Rundung möglich

1) nach Energiekonzept der Bundesregierung

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

3) direkt in den Sektoren vor Ort für Anwendungszwecke Wärme und Kälte eingesetzte Energieträger ohne Sekundärenergieträger Strom und Fernwärme

4) Verbrauch von biogenen Kraftstoffen und Elektrizität aus erneuerbaren Energien im Verkehrssektor (ohne Land- und Forstwirtschaft, Baugewerbe und Militär)

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

6) bis 2002 nach Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V. (AGEB), berechnet nach Wirkungsgradmethode, ab 2003 nach AGEE-Stat auf Basis JAQ REN

1) nach Energiekonzept der Bundesregierung

2) Nettowärmeerzeugung, enthält Netzverluste

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

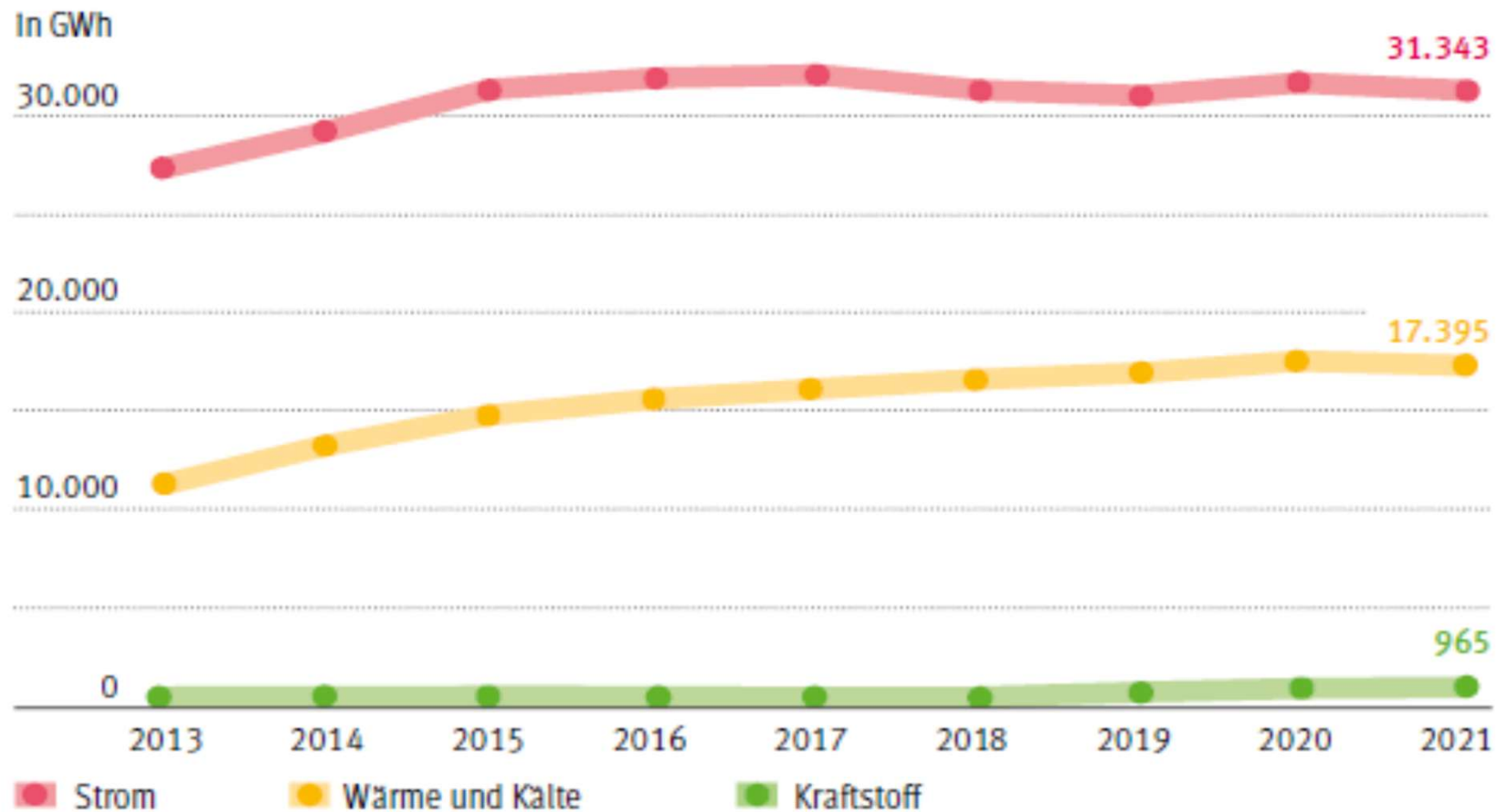
4) direkt in den Sektoren vor Ort für Anwendungszwecke Wärme und Kälte eingesetzte Energieträger, ohne Sekundärenergieträger Strom und Fernwärme

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

Entwicklung Energiebereitstellung aus Biogas nach Nutzungsarten in Deutschland 2013-2021

Jahr 2021: Gesamt 49.703 GWh = 49,7 TWh
Anteile Strom 63,1%, Wärme/Kälte 35,0%, Kraftstoff 1,9%

Entwicklung Energiebereitstellung aus Biogas



Quelle: BMWK, AGEE-Stat (Februar 2022)
© FNR 2022

Energiepflanzen zur Herstellung von Biogas

Maisanbaufläche nach Anwendungszweck in Deutschland 2021 (1)

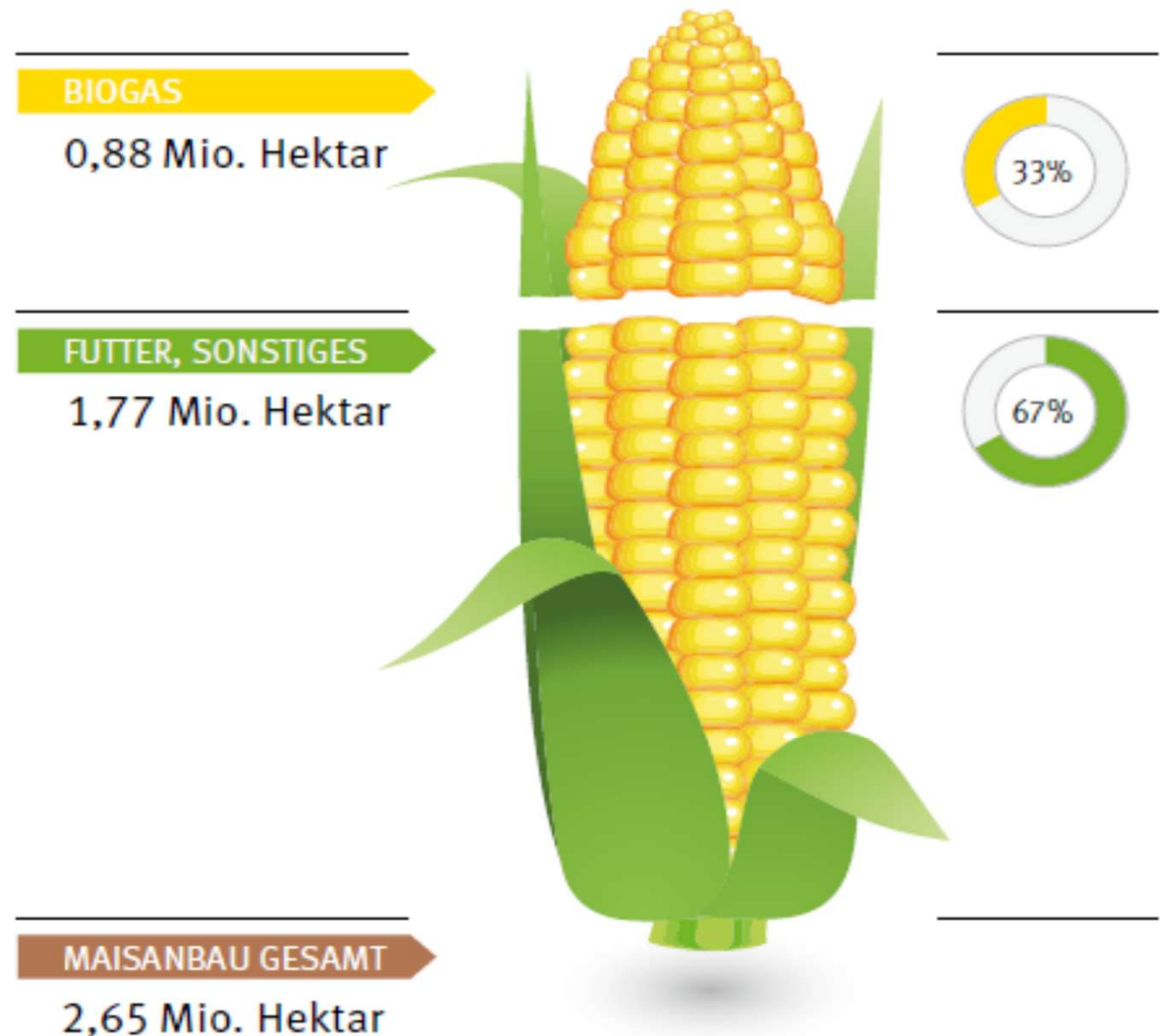
Maisanbau

Im aktuellen Anbaujahr stehen Silo- und Körnermais deutschlandweit auf insgesamt 2,65 Mio. Hektar Ackerfläche.

Der mit 1,77 Mio. Hektar größte Teil der Fläche dient der Futtermittelgewinnung. Hierzu trägt Körnermais, der fast vollständig verfüttert wird, mit einem Anteil von 0,5 Mio. Hektar bei.

Energiemais für die Biogasproduktion lag 2021 bei 0,88 Mio. Hektar oder 33 % der gesamten Maisfläche.

Maisanbau (Anbaujahr 2021)



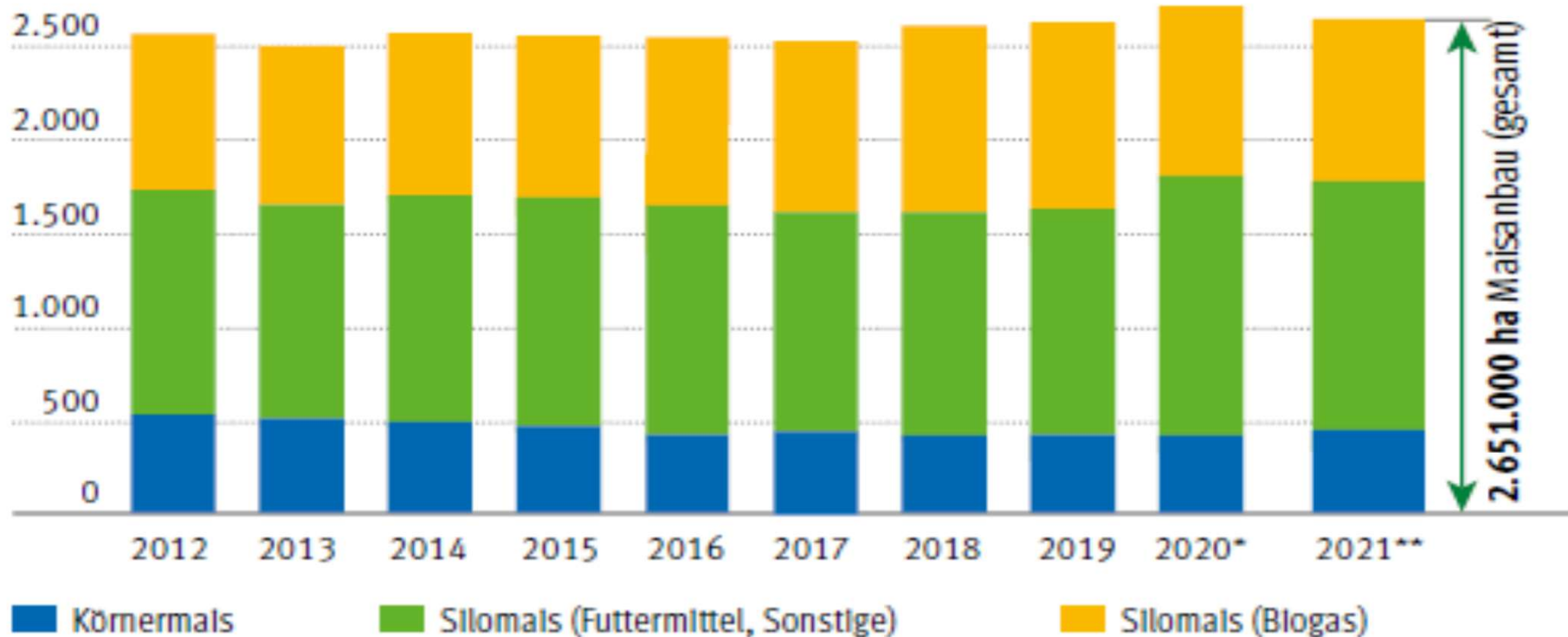
Quelle: Statistisches Bundesamt, FNR (2022)
© FNR 2022

Entwicklung der Maisanbaufläche nach Arten in Deutschland 2008-2021 (2)

Jahr 2021: Gesamtanbaufläche 2.651.000 Hektar (ha) = 2,7 Mio. ha

Entwicklung der Maisanbaufläche

In 1.000 ha



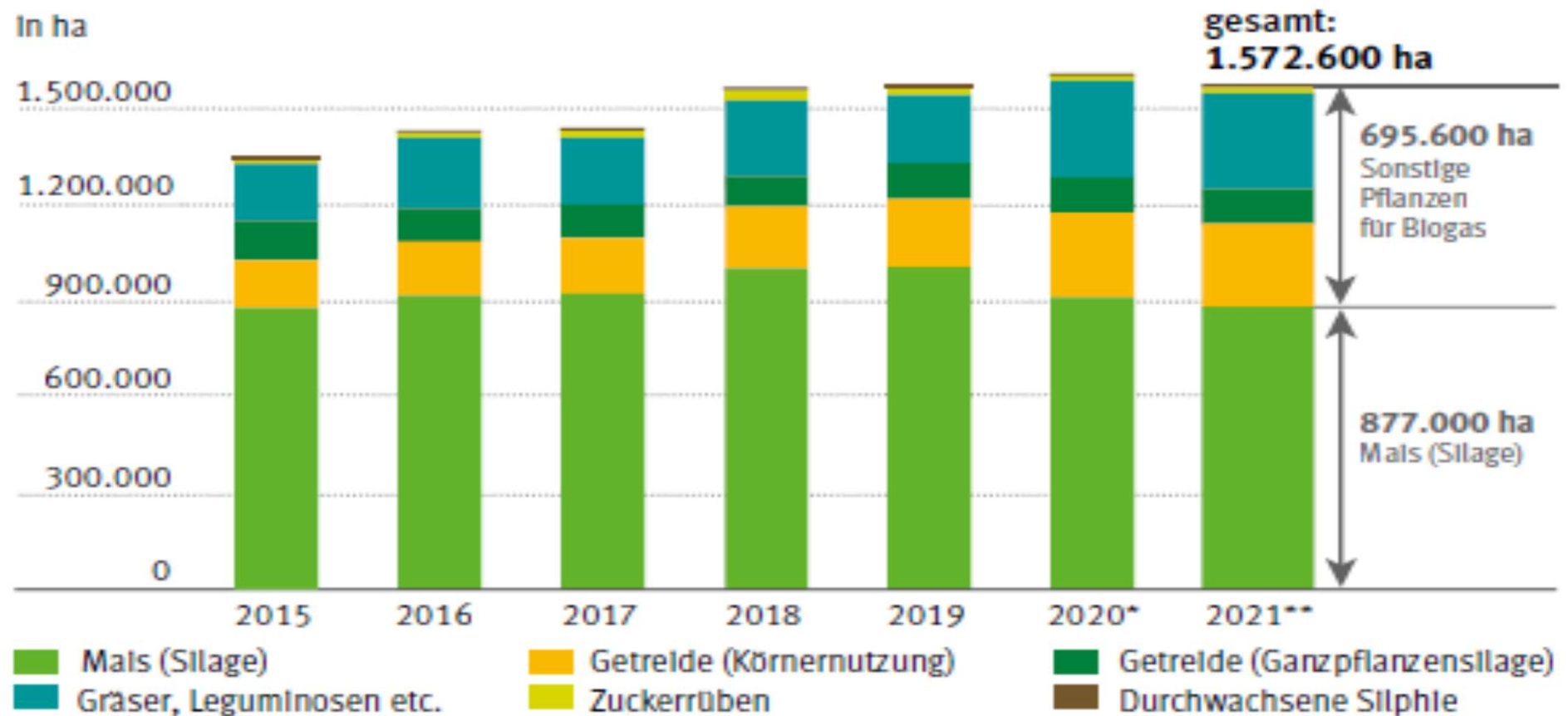
* vorläufig, ** geschätzt

Quelle: FNR nach Stat. Bundesamt, DMK, BDBe, BLE, VDGS
© FNR 2022

Entwicklung Energiepflanzenanbau für Biogas in Deutschland 2015-2021 (3)

Jahr 2021: Gesamtanbaufläche 1.572.600 Hektar (ha) = 1,6 Mio. ha
davon Anteil Mais 55,8%

Entwicklung Energiepflanzenanbau für Biogas

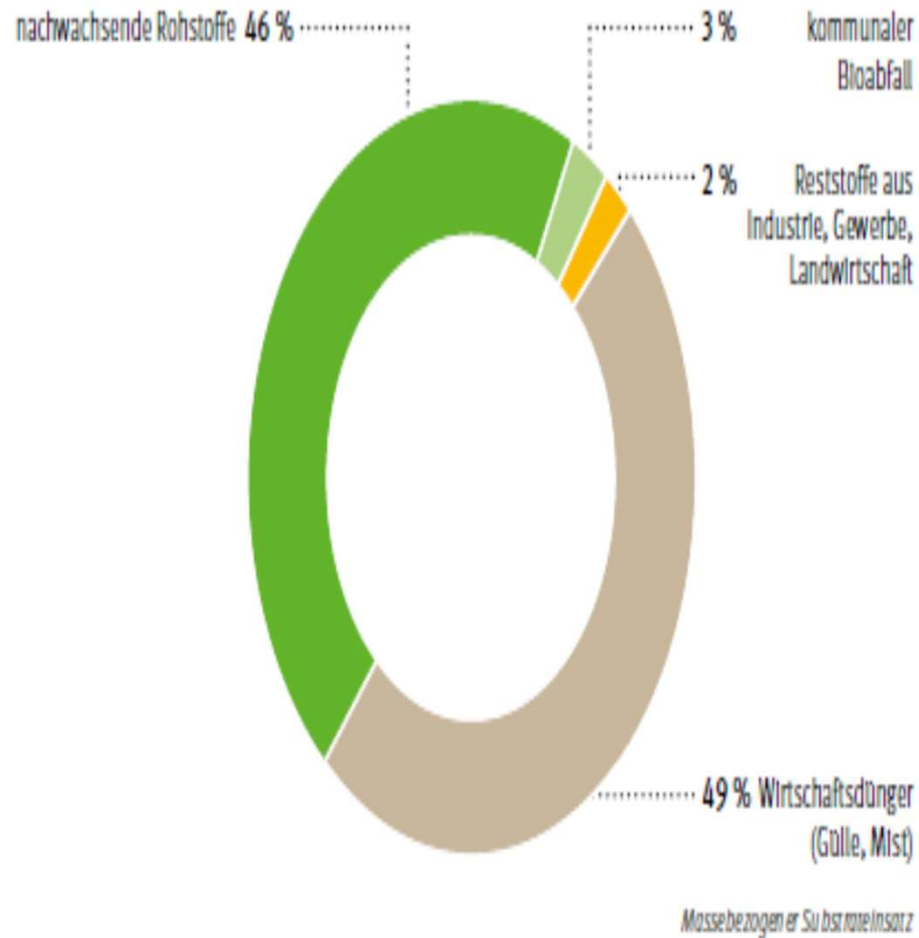


* vorläufig, ** geschätzt

Quelle: FNR, BMEL (2021)
© FNR 2022

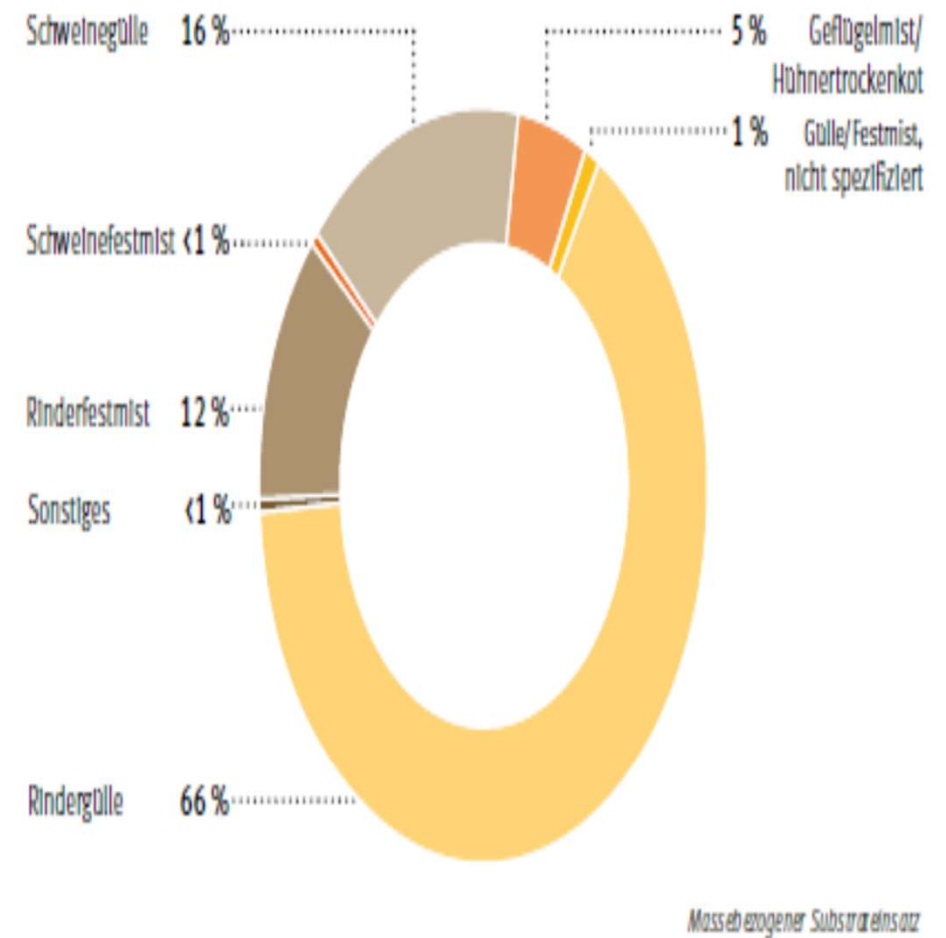
Substrateinsatz in Biogasanlagen nach Arten in Deutschland 2019

Substrateinsatz in Biogasanlagen 2019



Quelle: DBFZ Betreiberbefragung Biogas (2020)
© FNR 2021

Wirtschaftsdünger als Substrat in Biogasanlagen 2019



Quelle: DBFZ Betreiberbefragung Biogas (2020)
© FNR 2021

Biogase-Nutzung

Biogas, Biomethan, Deponiegas, Klärgas u.a.

Vergleich ausgewählter Branchenzahlen zur **Biogasnutzung** in Deutschland 2020, Prognose 2021

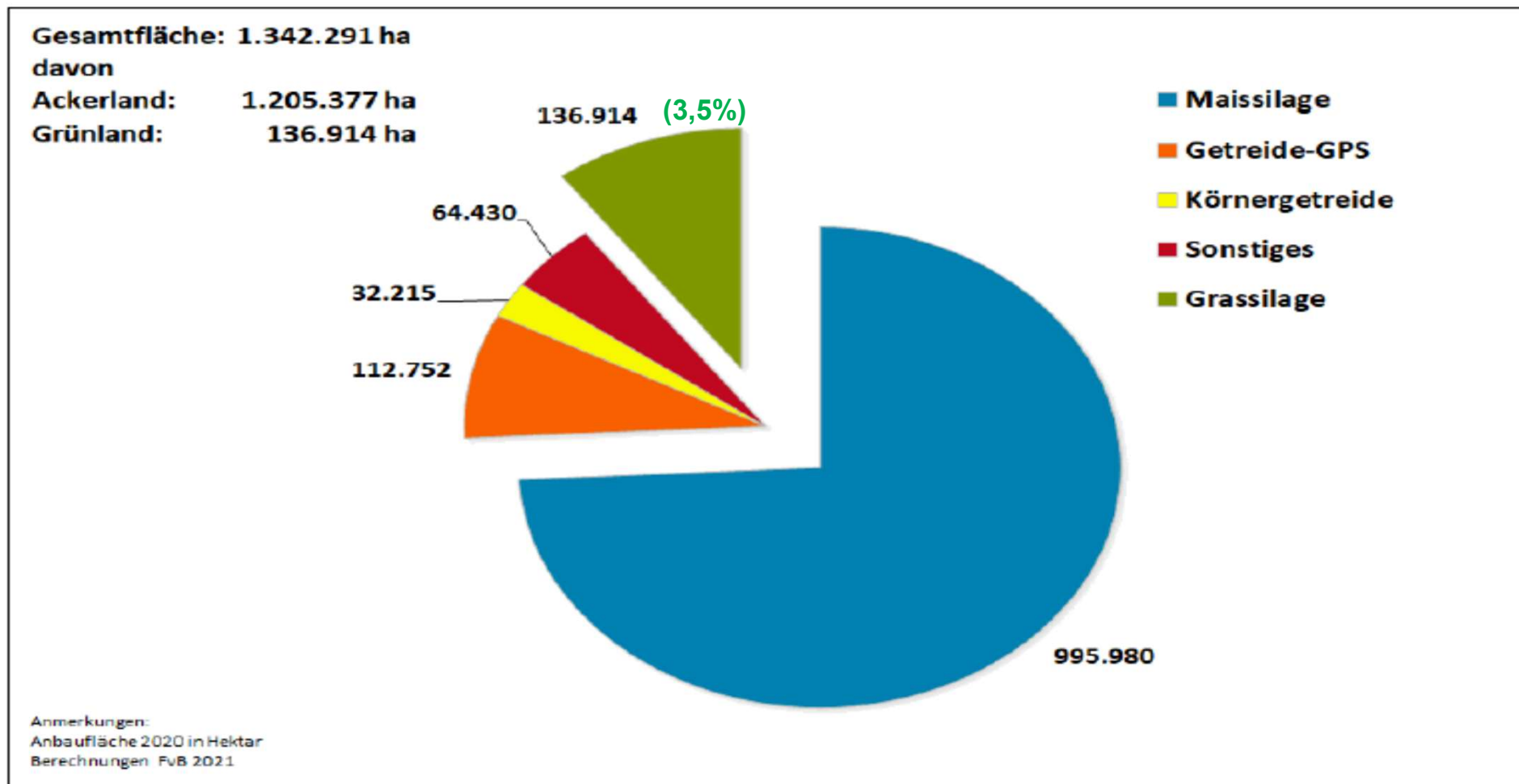
Vergleich ausgewählter Branchenzahlen (Stand: 10/2021)

	2020*	Prognose 2021**
Anlagenzahl (davon Biomethan-Einspeiseanlagen)	9.632 (235)	9.692 (241)
Zubau arbeitsrelevante elektr. Leistung in MW pro Jahr (ohne Stilllegung)	10	9
Zubau el. Leistung durch Überbauung in MW pro Jahr (ohne Stilllegung)	381	124
installierte elektr. Leistung in MW (inkl. der Stromeinspeisung durch Biomethan und Stilllegung)	5.666	5.787
Brutto-Stromproduktion in TWh pro Jahr (ohne Überbauung)	33,23	33,23
mit Biogas-Strom versorgte Haushalte in Mio.	9,49	9,49
extern genutzte Wärmemenge in TWh pro Jahr	12,79	12,79
theoretisch versorgte Haushalte mit der extern verfügbaren Biogaswärme in Mio.	1,09	1,09
CO₂-Einsparung durch Biogas in Mio. Tonnen	20,1	20,1
Umsatzvolumen in D in Mrd. Euro	9,7	9,0
Arbeitsplätze	46.000	46.000
© Fachverband Biogas e.V.		
* eigene Hochrechnung auf Basis von Daten der Länderbehörden / Marktstammdatenregister		
** auf Basis einer Expertenbefragung / Hochrechnung Marktstammdatenregister		

Anbaufläche für die Biogaserzeugung in Deutschland im Jahr 2020

Gesamtfläche 1.342.291 ha = 1,3 Mio. ha
davon Maissilage 74,2%

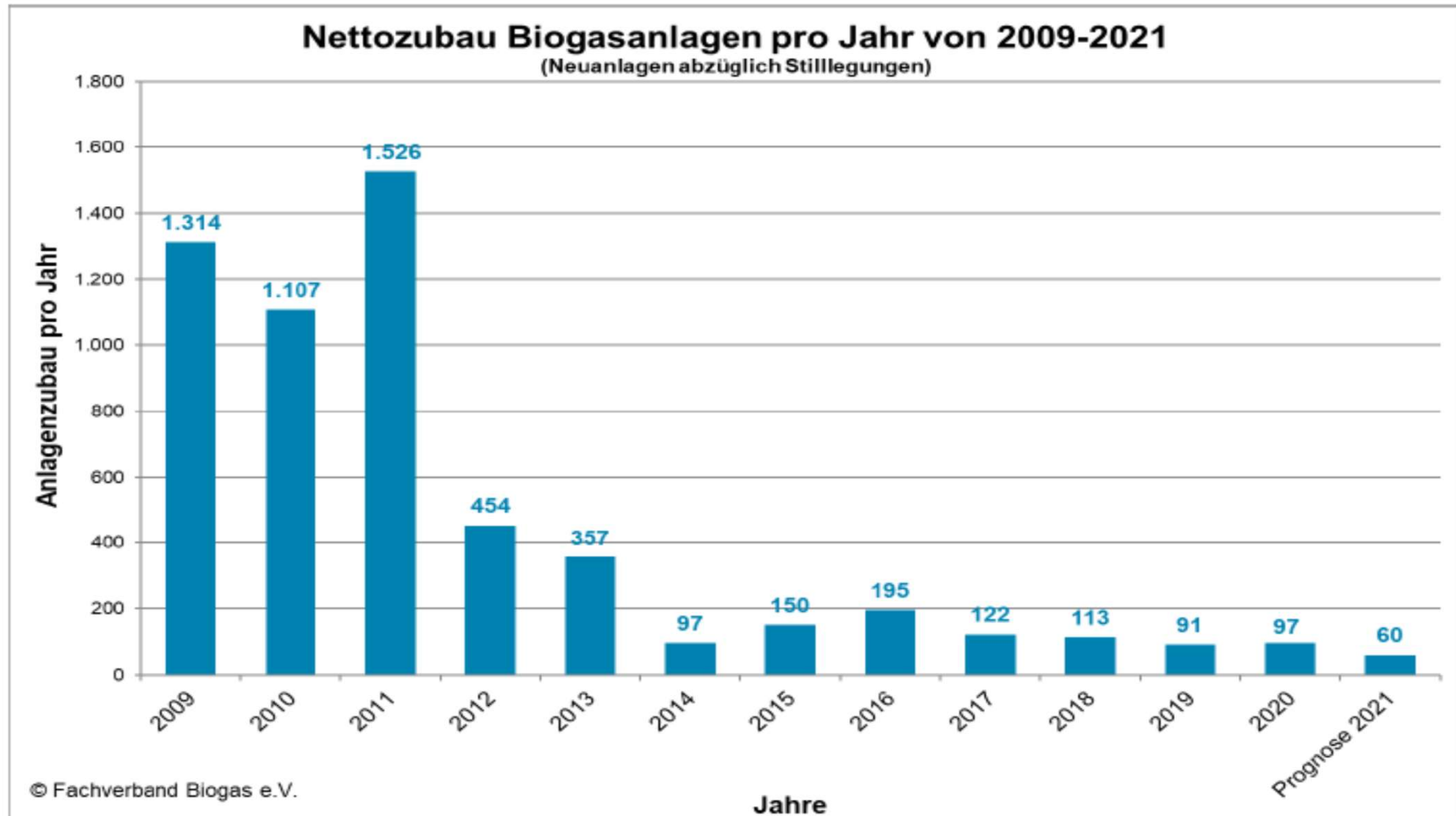
Anbaufläche für die Biogaserzeugung im Jahr 2020 in Deutschland
(Stand: 10/2021)



Entwicklung des jährlichen Zubaus von neuen Biogasanlagen in Deutschland 2009-2020, Prognose 2021

Jahr 2021: Zubau 60 Anlagen

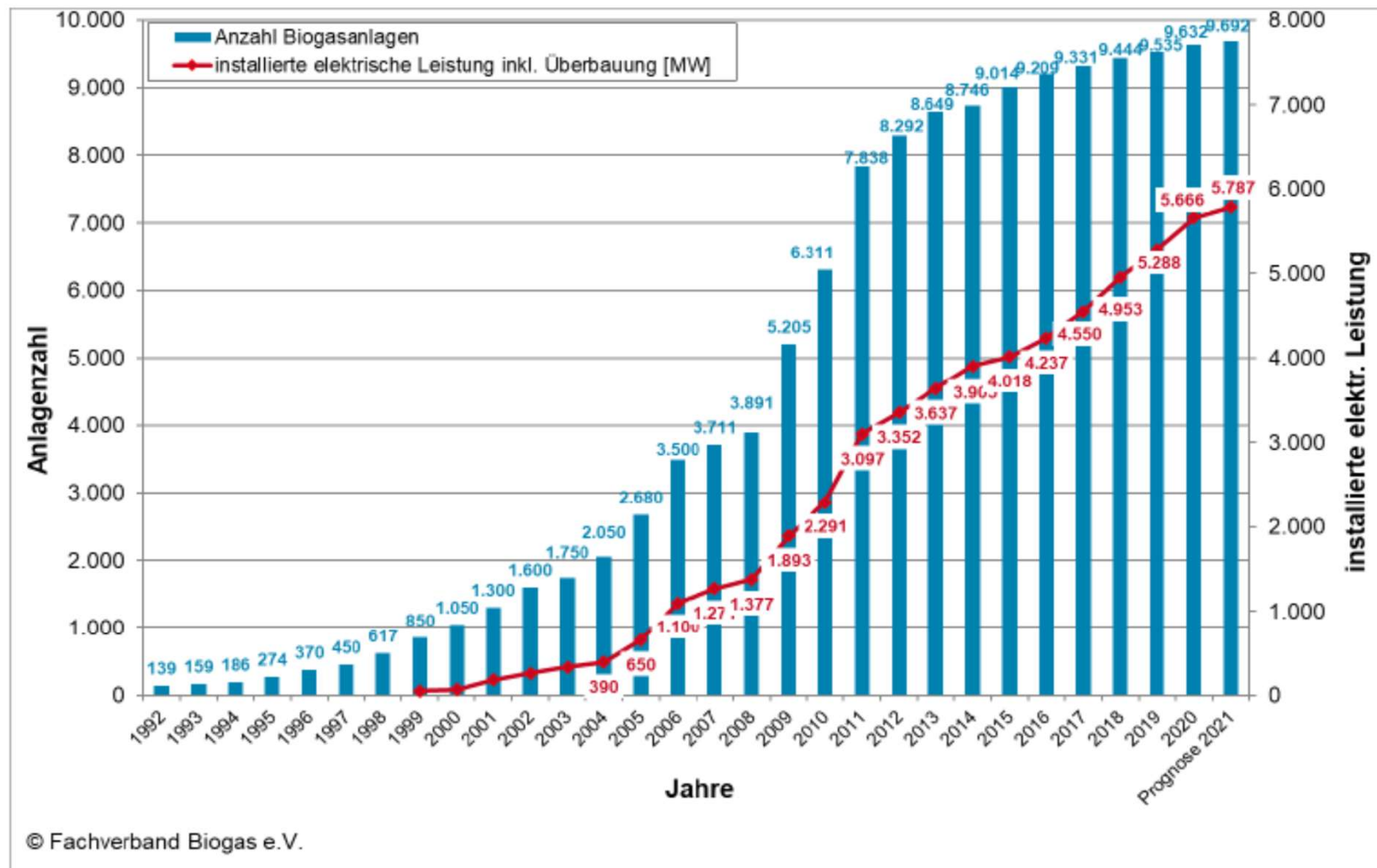
Entwicklung des jährlichen Zubaus von neuen Biogasanlagen in Deutschland (Stand: 10/2021)



Entwicklung der Anzahl und der installierten elektrischen Leistung von Biogasanlagen in Deutschland 1992-2020, Prognose 2021 (1)

Jahr 2021: 9.692 Anzahl, elektrische Leistung inkl. Überbauung 5.787 MW = 5,8 GW = 0,6 TWh

Entwicklung der Anzahl Biogasanlagen und der gesamten installierten elektrischen Leistung in Megawatt [MW] in Deutschland (Stand: 10/2021)

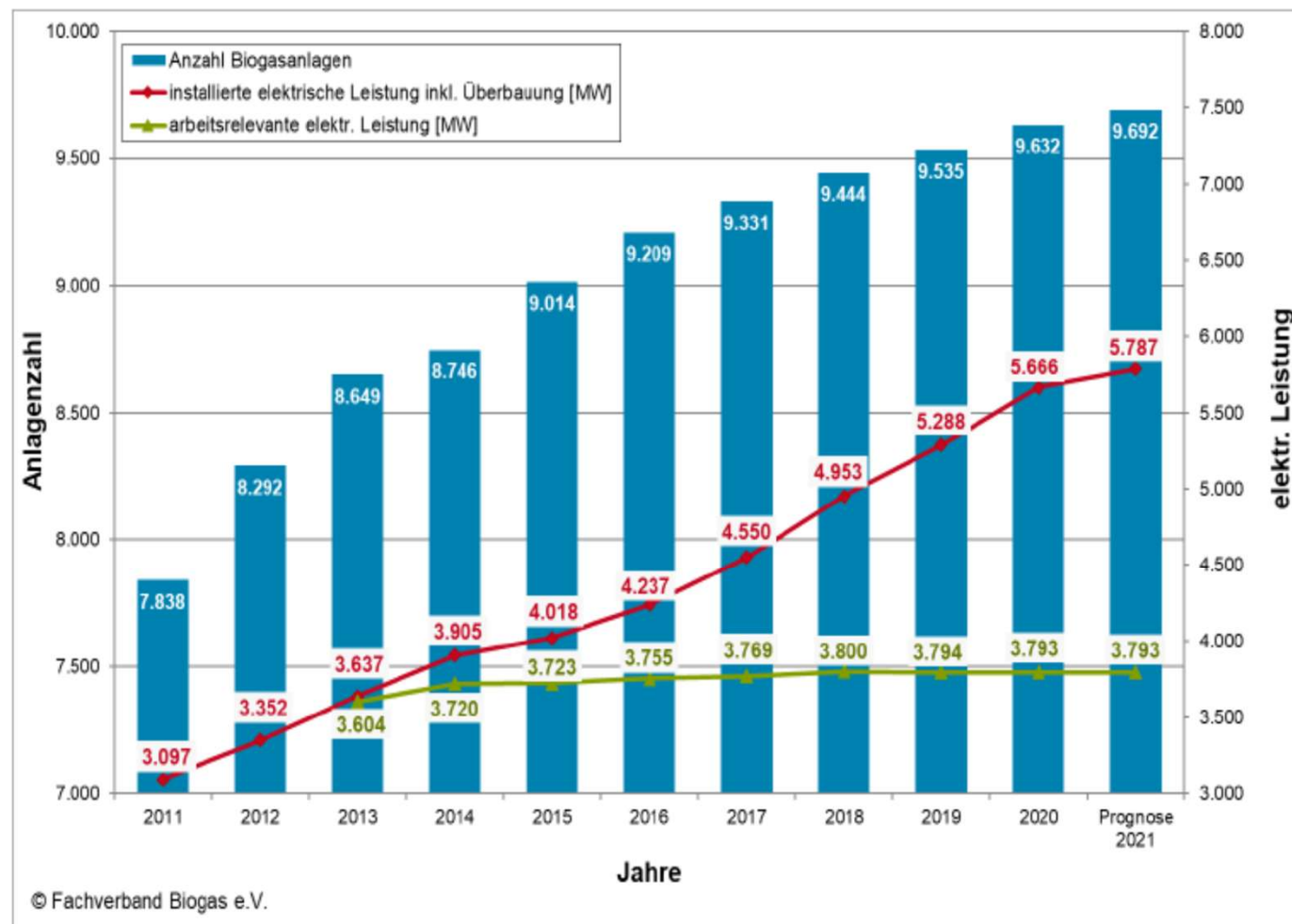


Entwicklung Anzahl und elektrische Leistung von Biogasanlagen in Deutschland 2011-2020, Prognose 2021 (2)

Jahr 2021: 9.692 Anzahl, installierte elektrische Leistung inkl. Überbauung 5.787 MW = 5,8 GW = 0,6 TWh

Entwicklung der Biogasanlagenzahl und der installierten elektrischen Leistung sowie der arbeitsrelevanten elektrischen Leistung in Deutschland

(Stand: 10/2021)

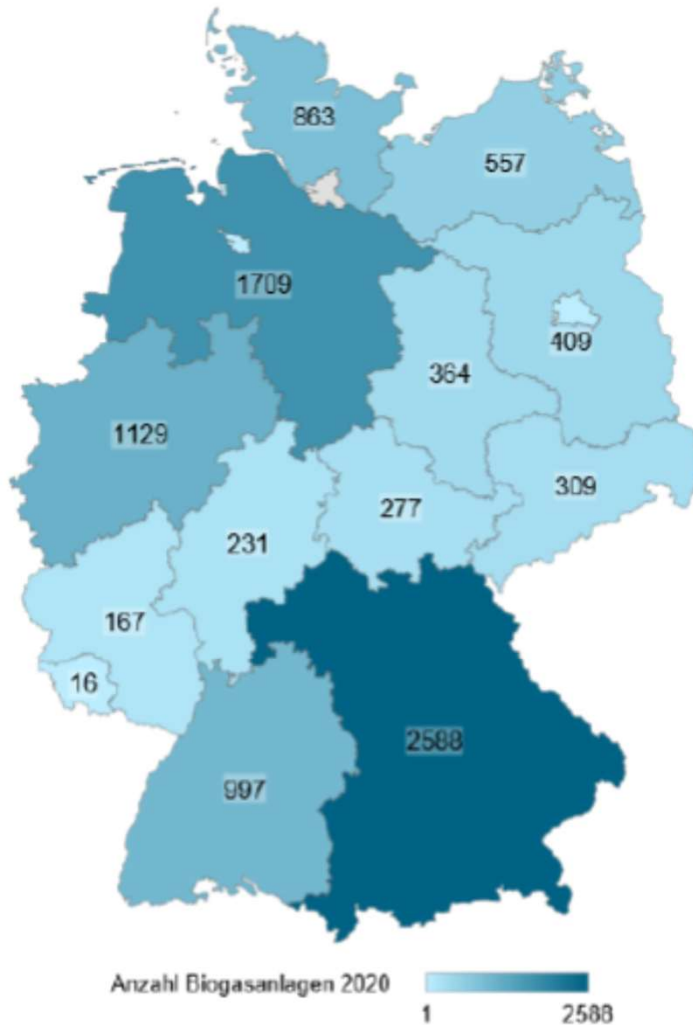


Biogasanlagen und installierte elektrische Leistung in den Bundesländern Deutschland 2020 (3)

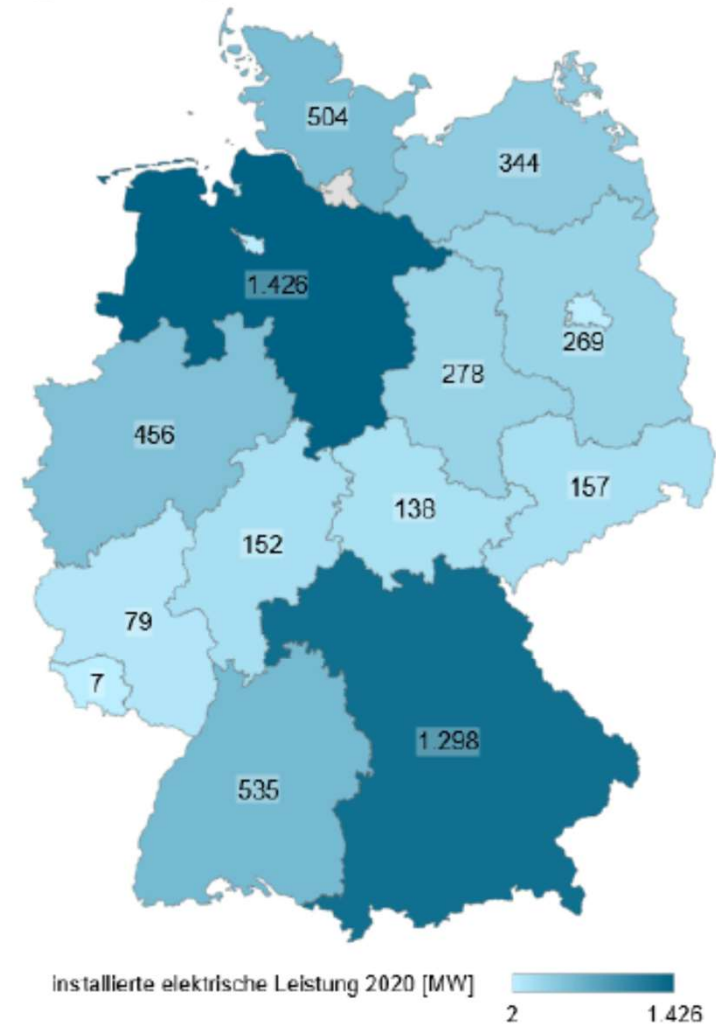
Gesamte Anlagen 9.632,
Beitrag BW 997 Anlagen, Anteil 10,4%

Gesamte installierte elektrische Leistung 5.666 MW_{el},
Beitrag BW 535 MW_{el}, Anteil 9,4%

**Verteilung der Biogasanlagen
in Deutschland in 2020**



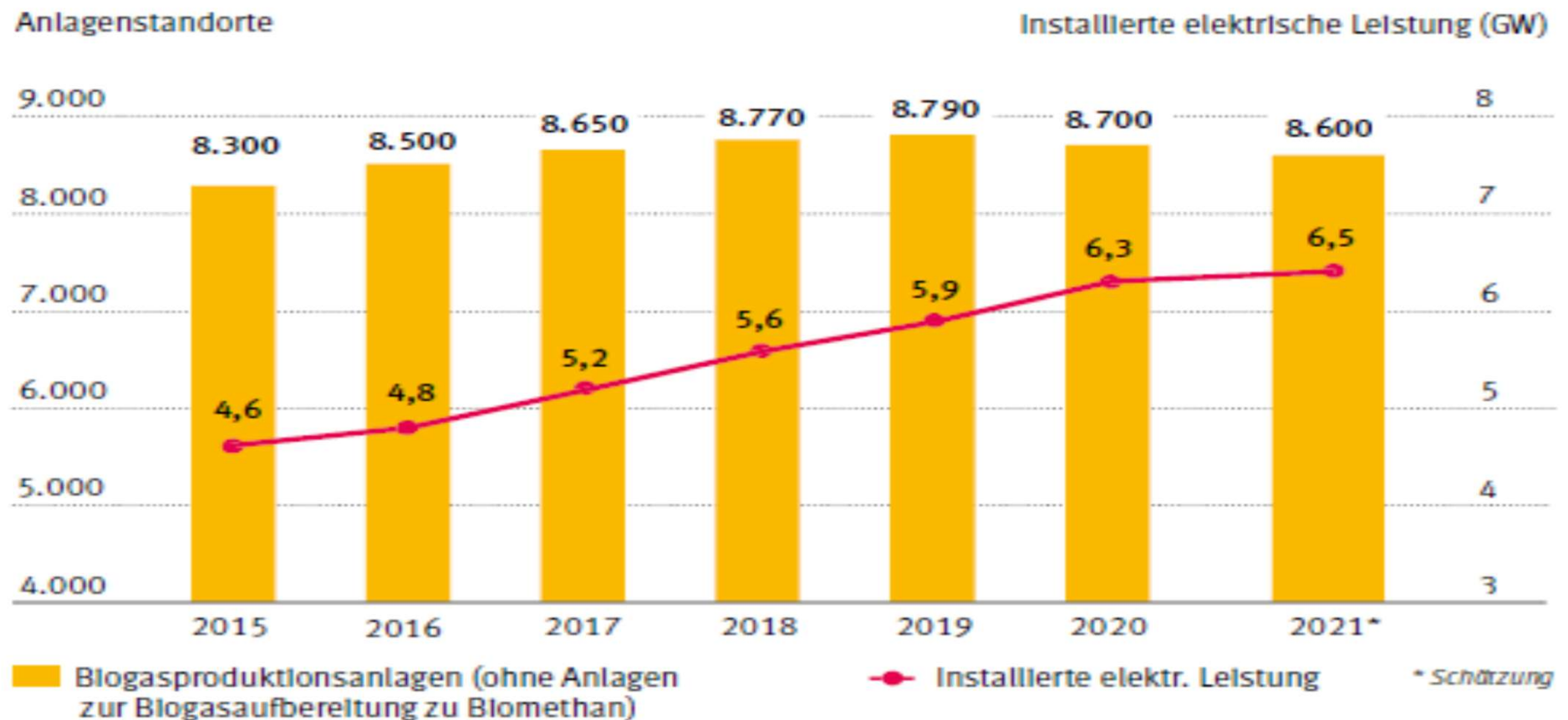
**Installierte elektr. Leistung [MW_{el}] der
Biogasanlagen in Deutschland in 2020**



Entwicklung der Biogasanlagenstandorte und der installierten elektrischen Leistung in Deutschland 2015-2021 (4)

Jahr 2021: 8.600 Anlagen-Standorte; Installierte elektrische Leistung 6,5 GWel

Entwicklung der Biogasanlagenstandorte

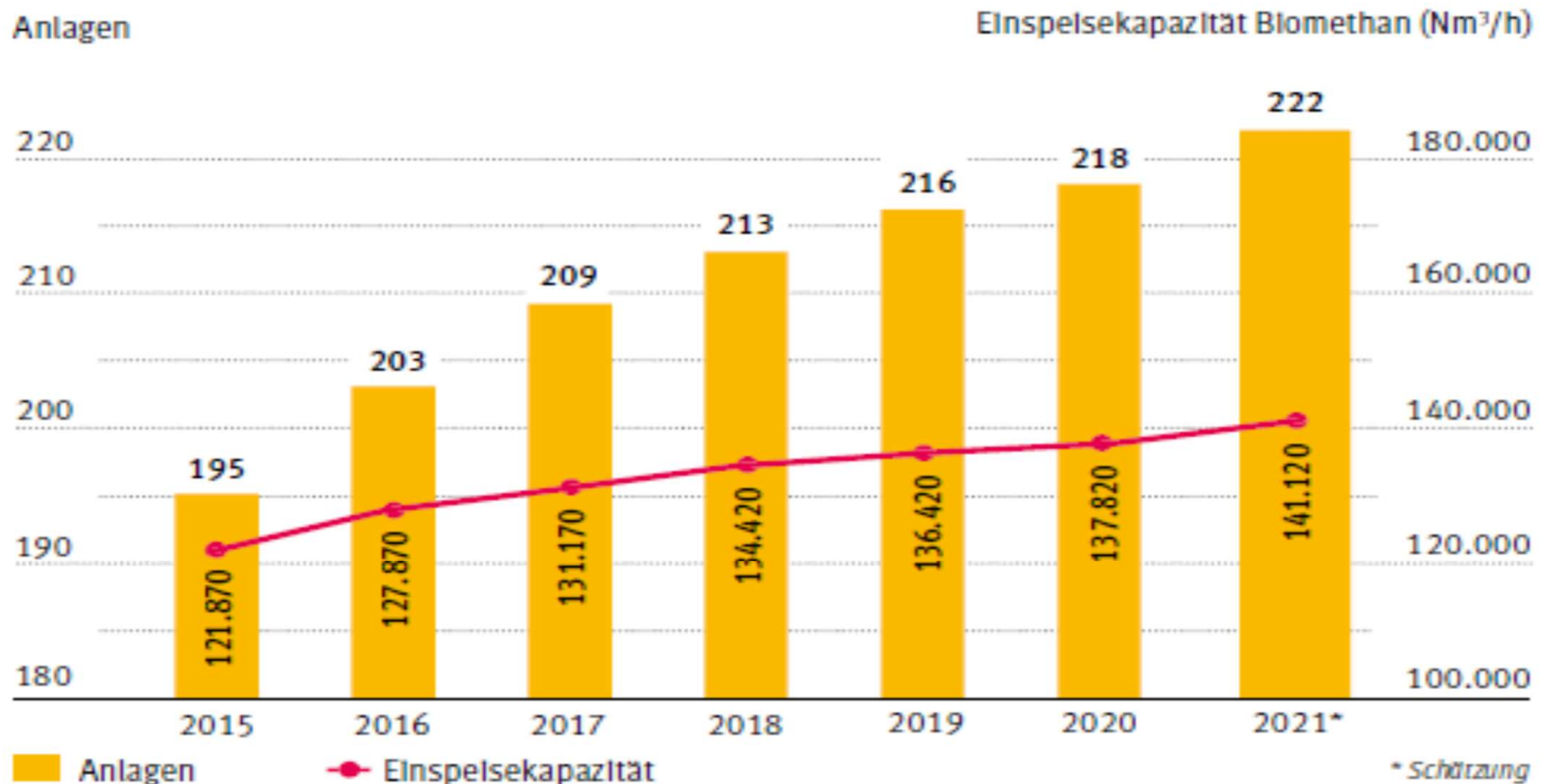


Quelle: FNR nach AGEE-Stat, DBFZ (2021)
© FNR 2021

Entwicklung Anlagen zur Biomethan-Produktion in Deutschland 2015-2021 (1)

Jahr 2021: 2.022 Anlagen; Einspeisekapazität 141.120 Nm³/h*

Anlagen zur Biomethan-Produktion

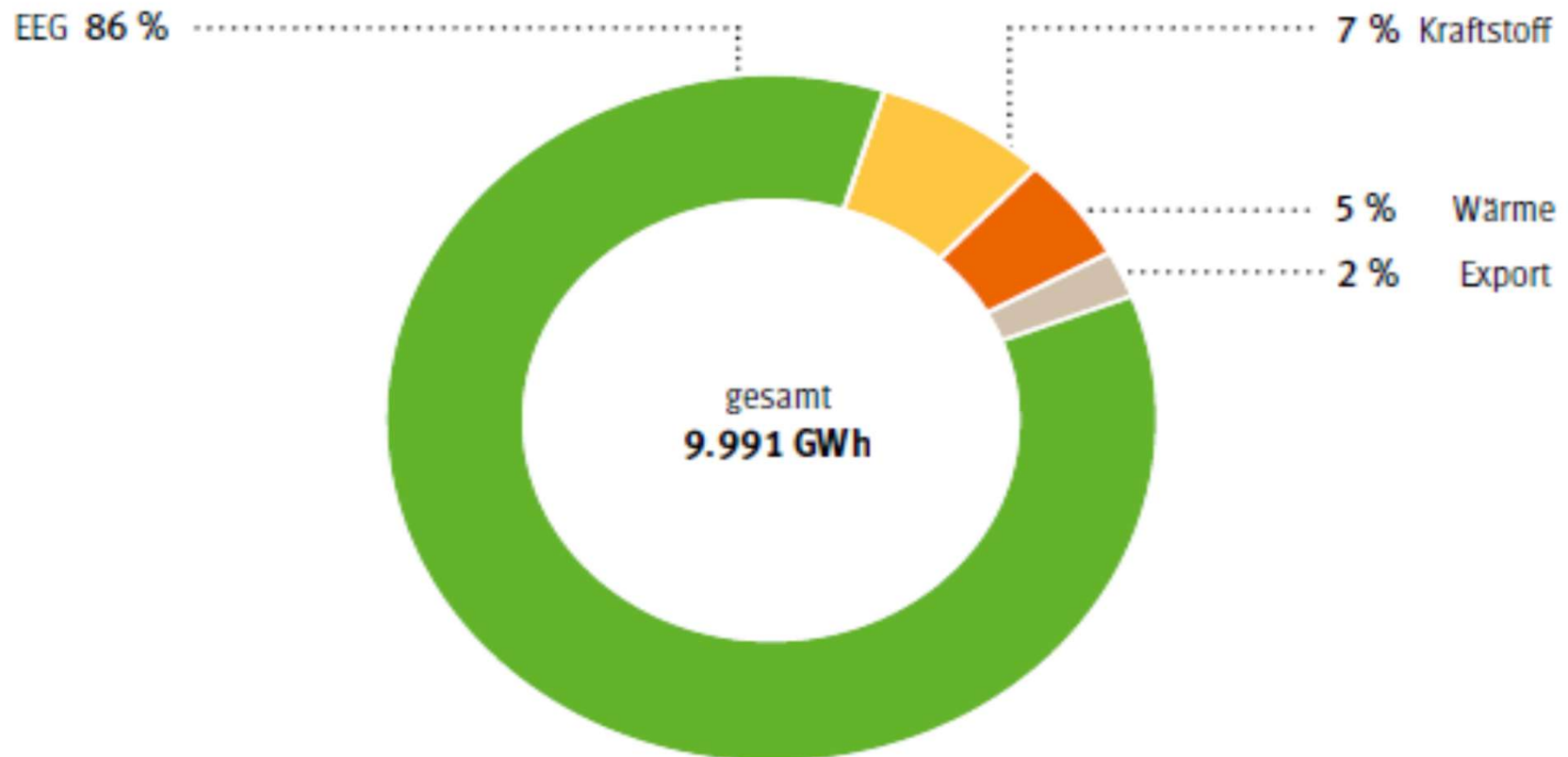


Quelle: FNR nach dena (2021)
© FNR 2021

Vermarktung von Biomethan in Deutschland 2019 (2)

Gesamt 9.991 GWh = 10,0 TWh

Vermarktung von Biomethan 2019



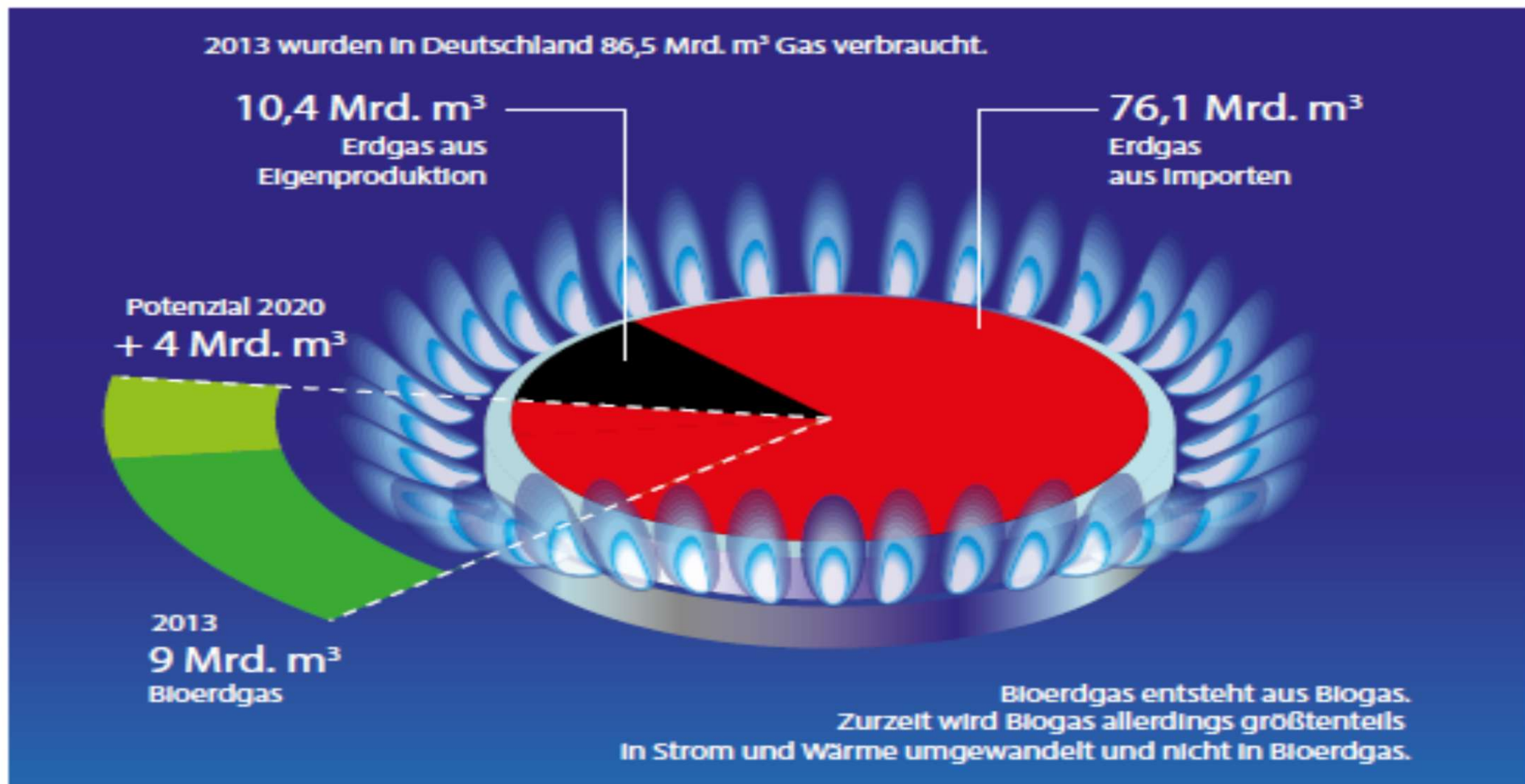
Quelle: Deutsche Energie-Agentur „Branchenbarometer Biomethan 2020“ (2020)
© FNR 2020

Gasverbrauch mit Beitrag Bioerdgas in Deutschland im Jahr 2013, Potenziale Jahr 2020 (1)

Jahr 2013: Gasverbrauch 86,5 Mrd. m³

Beitrag Bioerdgas 9 Mrd. m³ (Anteil 10,4%)

Biogas – erstaunlich große Potenziale

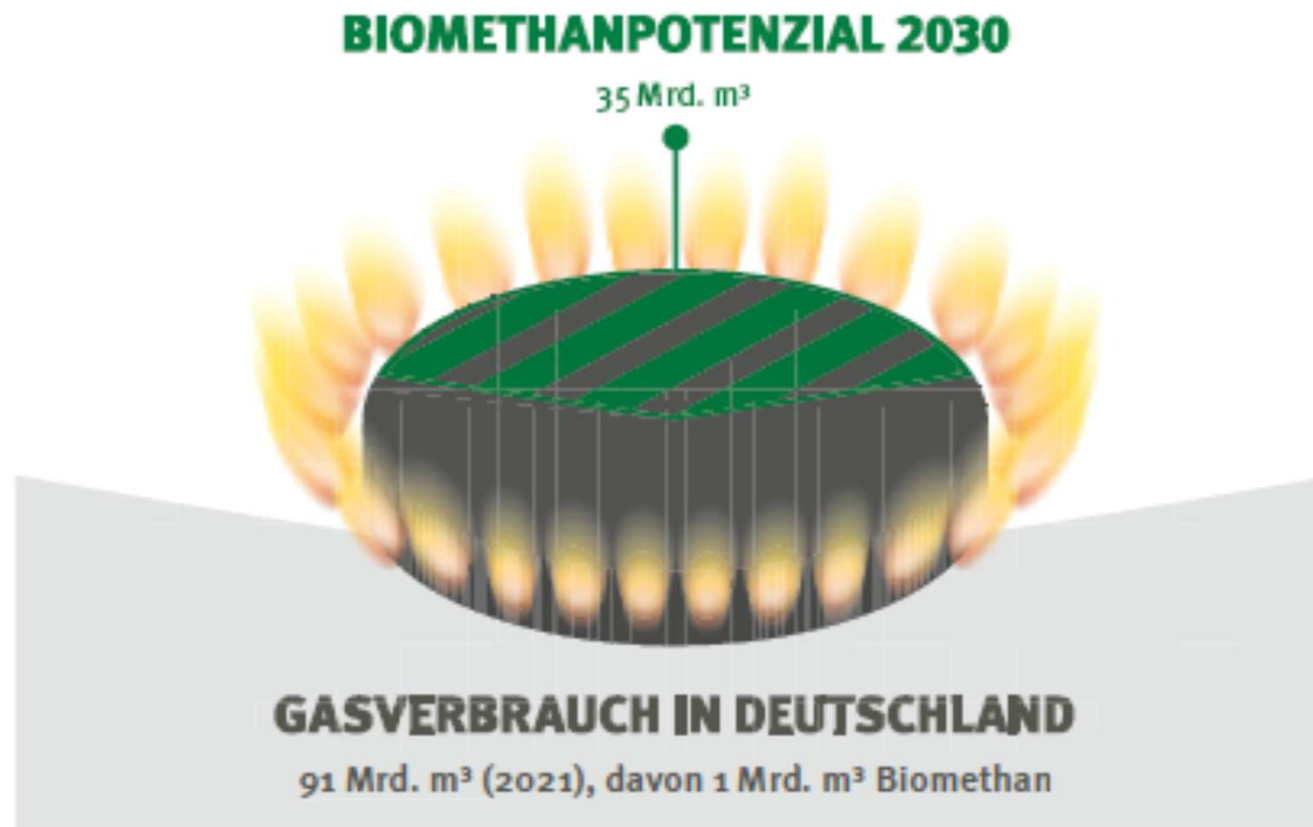


Quelle: AGEE, DBFZ, BMWi, AGEb, FNR (2014)

Gesamter Gasverbrauch in Deutschland 2021 im Vergleich mit Biomethanpotenzial 2030 (2)

Jahr 2021: Gasverbrauch 91 Mrd. m³
davon Biomethan 1 Mrd. m³ (Anteil 1,1%)

Klimaschutz im Gasnetz –
Großes Potenzial für Biomethan



Potenzial 2030: Biomethanproduktion mit Energiepflanzen/Reststoffen

Quelle: AGEb, DBFZ, DENA
© FNR 2022

Biogase zur Strom- und Wärmeerzeugung

Erneuerbare Energien (EE) in Deutschland - Status quo 2020 und Ziele 2020-2050 (1)

Abbildung 1: Erneuerbare Energien Ziele: der Bundesregierung und Status quo

	2020 (Status quo)	2020	2030	2040	2050
	Anteil erneuerbarer Energien in Prozent				
Anteil am Bruttoendenergieverbrauch	19,6	18	30	45	60
Anteil am Bruttostromverbrauch	45,3	mind. 35	65*		**
Anteil am Endenergieverbrauch Wärme und Kälte	15,6	14			

* Ziel nach Klimaschutzprogramm 2030 und nach EEG 2021. 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 vor, dass vor dem Jahr 2050 der gesamte Strom, der im Bundesgebiet erzeugt oder verbraucht wird, treibhausgasneutral erzeugt wird. 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.

Quellen: BMWi, AGEE-Stat

Abbildung 2: Erneuerbare Energien in Deutschland: Status quo

Kategorien	2019	2020
Anteil erneuerbarer Energien in Prozent		
am Bruttoendenergieverbrauch	17,6	19,6
am Bruttostromverbrauch	41,8	45,3
am Endenergieverbrauch Wärme und Kälte	15,1	15,6
am Endenergieverbrauch Verkehr	5,6	7,5
am Primärenergieverbrauch	14,8	16,5
Vermeidung von Treibhausgasemissionen durch die Nutzung erneuerbarer Energien		
Gesamte Treibhausgas-Vermeidung	221,0 Mio. t CO ₂ -Äq.	230,4 Mio. t CO ₂ -Äq.
davon durch Strom mit EEG-Vergütungsanspruch	150,5 Mio. t CO ₂ -Äq.	156,9 Mio. t CO ₂ -Äq.
Wirtschaftliche Impulse durch die Nutzung erneuerbarer Energien		
Investitionen in Erneuerbare-Energien-Anlagen	10,5 Mrd. Euro	11,0 Mrd. Euro
Wirtschaftliche Impulse aus dem Betrieb von Erneuerbare-Energien-Anlagen	17,3 Mrd. Euro	18,3 Mrd. Euro

Quellen: BMWi auf Basis AGEE-Stat und weiterer Quellen, siehe Abbildung 3 und 6, vorläufige Angaben

Quellen: BMWi auf Basis AGEE-Stat und weiterer Quellen, siehe Abbildung 3 und 6, vorläufige Angaben aus BMWi – Erneuerbare Energien in Zahlen, Nationale und internationale Entwicklung 2020, S. 9, 10, 10/2021

Entwicklung ausgewählte **Anteile erneuerbarer Energien (EE)** an der Energiebereitstellung in Deutschland 1990 bis 2021, Ziele 2020 (2)

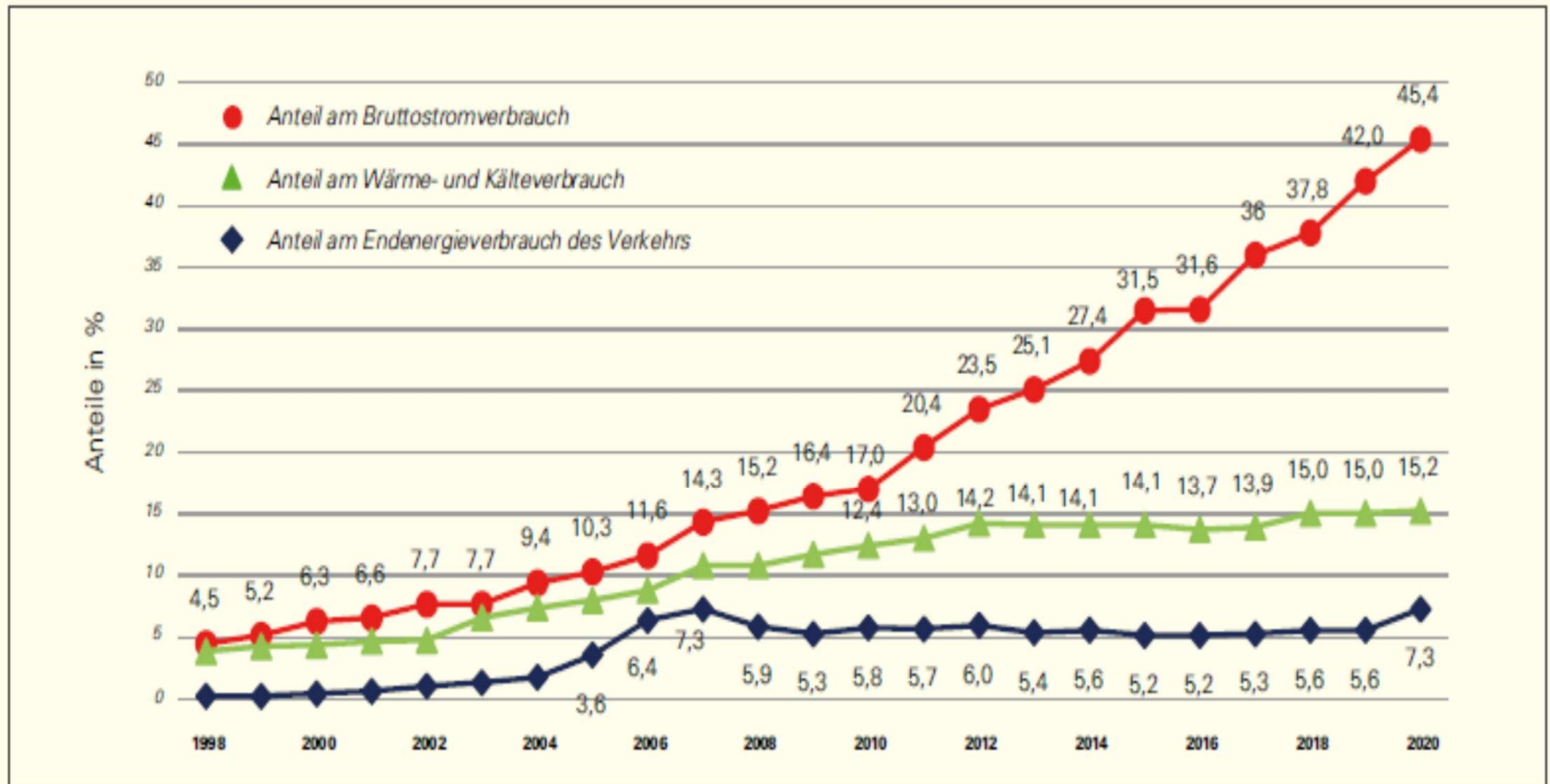
Benennung	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2019	2020	2021		2020 Ziel2020
PEV Primärenergieverbrauch ¹⁾	1,3	1,9	2,9	5,3	9,9	12,6	14,9	16,6	15,9		
B-EEV nach EK BR Brutto-Endenergieverbrauch ⁶⁾	-	-	-	7,2	11,4	15,2	17,7	19,7	19,2		
B-EEV nach EU-RL Brutto-Endenergieverbrauch ²⁾	-	-	-	6,7	11,7	14,9	17,3	19,3	19,7		18,0
EEV Endenergieverbrauch ³⁾				7,4	11,2	15,4	18,7	20,4			
EEV-Wärme + Kälte Endenergieverbrauch W + K	2,1	2,3	4,4	8,0	12,4	14,0	15,1	15,3	16,5		14,0
EEV-Verkehr Endenergieverbrauch Verkehr	0,1	0,2	0,5	3,7	5,8	5,2	5,6	7,6	6,8		10,0
BSE Bruttostromerzeugung ⁴⁾	3,6	4,7	6,6	10,0	16,5	29,0	41,1	43,8	39,7		
BSV Bruttostromverbrauch ⁵⁾	3,6	4,6	6,5	10,2	17,0	31,4	41,9	45,2	41,1		
SVE Stromverbrauch Endenergie	4,3	5,5	7,7	12,2	19,3	36,7					

Jahr 2020:

- 1) Gesamter Primärenergieverbrauch PEV 11.977 PJ = 3.326,9 TWh; PEV-EE = 1.961 PJ = 544,7 Mio. kWh
2) **Gesamter Bruttoendenergieverbrauch (BEEV)** 8.669 PJ = 2.408,1 TWh nach EU-Richtlinie 2009/28 EG; BEEV-EE 1.677 PJ = 464,2 TWh
3) Endenergieverbrauch (EEV) 8.400 PJ = 2.333,3 TWh
4) Bruttostromerzeugung (BSE) 574,2 TWh; BSE-EE 251,1 TWh
5) Bruttostromverbrauch (BSV) 555,3 TWh; BSV-EE 251,1 TWh
6) Gesamter Bruttoendenergieverbrauch nach Energiekonzept der Bundesregierung

Entwicklung Anteile **erneuerbare Energien** an der Energie- und Stromversorgung in Deutschland 2000-2020 **nach ZSW** (3)

ENTWICKLUNG DES ANTEILS DER ERNEUERBAREN ENERGIEN AN DER ENERGIEVERSORGUNG IN DEUTSCHLAND



* Daten 2020 vorläufig, Stand 10/2021

Quellen: UM BW & ZSW Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2020, 10/2021;

UM-BW „Integriertes Energie-und Klimaschutzkonzept Baden-Württemberg (IEKK), Stand 15. Juli 2014

Entwicklung Primärenergiegewinnung (PEG) mit Beitrag erneuerbare Energien (EE) in Deutschland 1990-2020 (1)

Jahr 2020: Gesamt 3.396 PJ = 943,3 TWh, Veränderung 1990/2020 – 45,4%

Beitrag EE 1.946 PJ = 540,6 TWh, Anteil EE 57,3%

1.1 Primärenergiegewinnung im Inland nach Energieträgern

Energieträger	Einheit	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Primärenergiegewinnung im Inland nach Energieträgern in PJ																																
Steinkohle	PJ	2.089	1.980	1.957	1.735	1.557	1.595	1.434	1.391	1.234	1.194	1.012	825	790	777	784	756	641	651	521	415	387	361	324	229	230	185	115	108	75	0	0
Braunkohle	PJ	3.142	2.462	2.129	1.939	1.830	1.711	1.661	1.573	1.485	1.453	1.528	1.612	1.653	1.641	1.660	1.611	1.591	1.628	1.576	1.529	1.535	1.595	1.676	1.660	1.617	1.608	1.544	1.540	1.506	1.190	979
Mineralöle	PJ	156	149	140	131	124	125	121	120	123	116	131	140	152	158	151	153	151	146	131	119	107	112	111	112	104	103	100	94	88	82	81
Gase	PJ	575	569	578	576	603	621	671	660	643	687	649	654	656	681	630	598	625	615	546	541	462	459	404	389	311	290	277	254	209	202	175
Erdgas, Erdölgas	PJ	563	556	564	561	588	607	657	646	631	674	638	644	642	668	618	588	611	604	537	534	452	447	391	374	300	280	266	246	201	194	164
Erneuerbare Energien	PJ	200	200	210	230	255	275	270	344	379	404	417	432	455	561	650	769	939	1.117	1.147	1.208	1.421	1.463	1.378	1.510	1.544	1.666	1.700	1.820	1.797	1.920	1.946
Sonstige Energieträger	PJ	62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56	51	43	139	165	211	157	159	202	224	244	255	231	208	226	224	236	235	214	218	214
Insgesamt	PJ	6.224	5.359	5.014	4.610	4.370	4.328	4.157	4.089	3.865	3.854	3.793	3.714	3.750	3.955	4.040	4.099	4.103	4.315	4.123	4.036	4.155	4.246	4.124	4.109	4.033	4.076	3.973	4.051	3.890	3.612	3.396
Primärenergiegewinnung im Inland nach Energieträgern in %																																
Steinkohle	%	33,6	36,9	39,0	37,6	35,6	36,9	34,5	34,0	31,9	31,0	26,7	22,2	21,1	19,6	19,4	18,4	15,6	15,1	12,6	10,3	9,3	8,5	7,9	5,6	5,7	4,5	2,9	2,7	1,9	0,0	0,0
Braunkohle	%	50,5	45,9	42,5	42,1	41,9	39,5	39,9	38,5	38,4	37,7	40,3	43,4	44,1	41,5	41,1	39,3	38,8	37,7	38,2	37,9	36,9	37,6	40,6	40,4	40,1	39,5	38,9	38,0	38,7	32,9	28,8
Mineralöle	%	2,5	2,8	2,8	2,8	2,8	2,9	2,9	2,9	3,2	3,0	3,5	3,8	4,0	4,0	3,7	3,7	3,7	3,4	3,2	3,0	2,6	2,6	2,7	2,7	2,6	2,5	2,5	2,3	2,3	2,3	2,4
Gase	%	9,2	10,6	11,5	12,5	13,8	14,4	16,1	16,2	16,6	17,8	17,1	17,6	17,5	17,2	15,6	14,6	15,2	14,2	13,2	13,4	11,1	10,8	9,8	9,5	7,7	7,1	7,0	6,3	5,4	5,6	5,2
Erdgas, Erdölgas	%	9,1	10,4	11,2	12,2	13,5	14,0	15,8	15,8	16,3	17,5	16,8	17,3	17,1	16,9	15,3	14,3	14,9	14,0	13,0	13,2	10,9	10,5	9,5	9,1	7,4	6,9	6,7	6,1	5,2	5,4	4,8
Erneuerbare Energien	%	3,2	3,7	4,2	5,0	5,8	6,3	6,5	8,4	9,8	10,5	11,0	11,6	12,1	14,2	16,1	18,8	22,9	25,9	27,8	29,9	34,2	34,5	33,4	36,8	38,3	40,9	42,8	44,9	46,2	53,2	57,3
Sonstige Energieträger	%	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	1,4	1,2	3,5	4,1	5,2	3,8	3,7	4,9	5,6	5,9	6,0	5,6	5,1	5,6	5,5	5,9	5,8	5,5	6,0	6,3
Insgesamt	%	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

* Daten 2020 vorläufig, Stand 9/2021

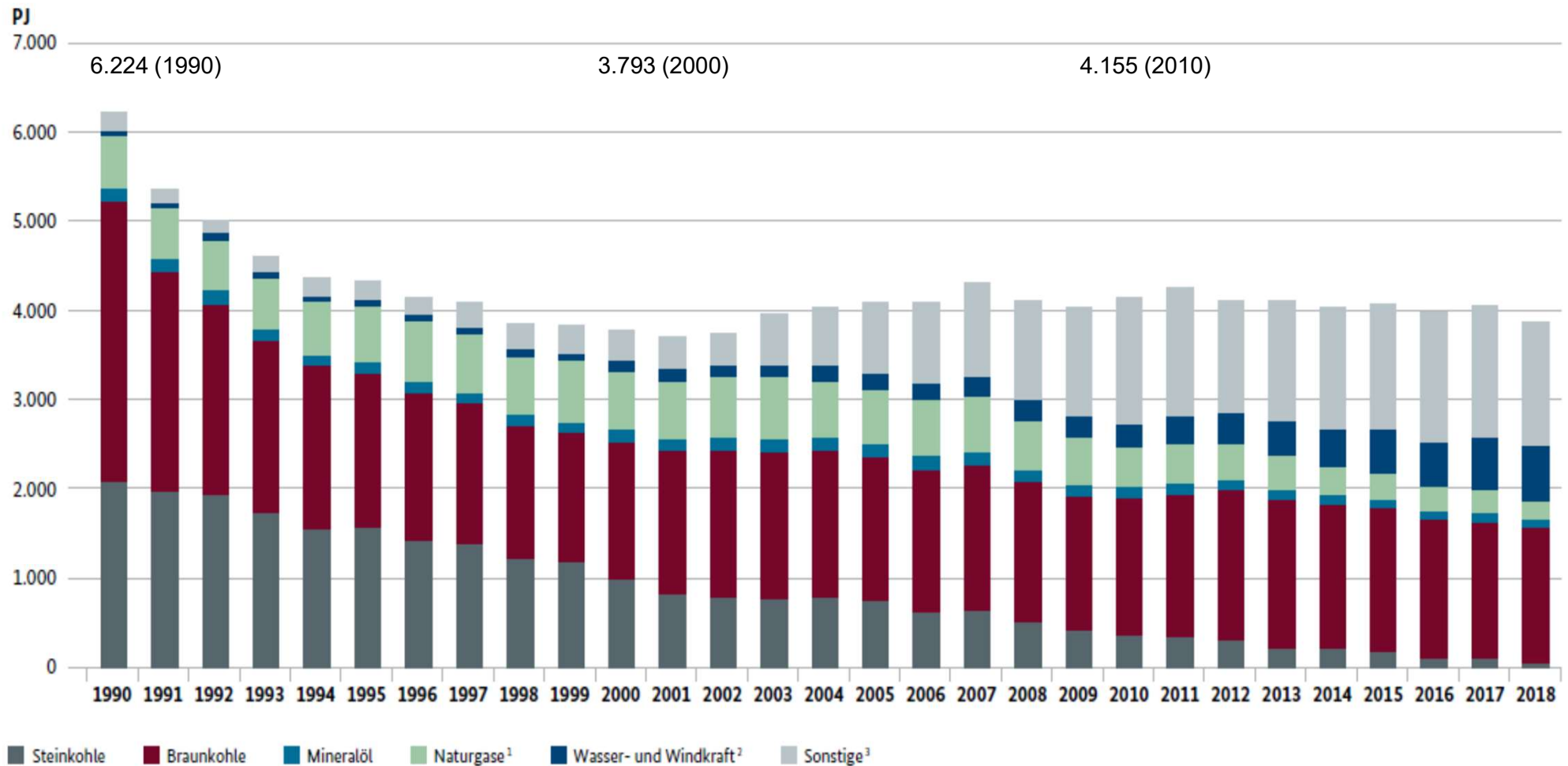
Energieeinheiten: 1 Mio. t RÖE (Mtoe) = 1,429 Mio. t SKE = 11,63 Mrd. kWh (TWh) = 41,869 PJ

Quelle: AGEBA Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen – Auswertungstabellen zur Energiebilanz Deutschland 1990-2020, 9/2021

Entwicklung der Primärenergiegewinnung (PEG) nach Energieträgern in Deutschland 1990-2020 (2)

Jahr 2020: Gesamt 3.396 PJ = 943,3 TWh, Veränderung 1990/2020 – 45,4%

Beitrag EE 1.946 PJ = 540,6 TWh, Anteil 57,3%



¹ Erdgas, Erdölgas, Grubengas ² Inkl. Fotovoltaik

³ Brennholz, Brenntorf, Klärschlamm, Müll u. ä. Abhitze zur Strom- und Fernwärmeerzeugung

* Daten 2020 vorläufig, Stand 9/2021

Energieeinheiten: 1 Mio. t RÖE (Mtoe) = 1,429 Mio. t SKE = 11,63 Mrd. kWh (TWh) = 41,869 PJ

Quellen: AGEb aus BMWI – Energiedaten gesamt, Tab. 9/Grafik, bis 9/2021; AGEb – Auswertungstabellen zur Energiebilanz in Deutschland 1990-2020, Stand 9/2021

Primärenergiegewinnung (PEG) nach Energieträgern in Deutschland 2020 (3)

Jahr 2020: Gesamt 3.396 PJ = 943,3 TWh (Mrd. kWh), Veränderung 1990/2020 – 45,4%
Beitrag EE 1.946 PJ = 540,6 TWh, Anteil 57,3%

Tabelle 4

Primärenergiegewinnung in Deutschland 2019 und 2020



	Gewinnung				Veränderungen 2020 gegenüber 2019		Anteile	
	2019	2020	2019	2020			2019	2020
	Petajoule (PJ)		Mio. t SKE		PJ	%	%	
Mineralöl	82	81	2,8	2,8	-1	-0,5	2,3	2,4
Erdgas, Erdöl	194	164	6,6	5,6	-30	-15,5	5,4	4,8
Steinkohle	0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0
Braunkohle	1.190	979	40,6	33,4	-211	-17,7	32,9	28,5
Erneuerbare Energien	1.920	1.977	65,5	67,5	57	3,0	53,2	57,7
Übrige Energieträger	226	224	7,7	7,6	-2	-0,9	6,3	6,5
Insgesamt	3.612	3.425	123,2	116,9	-187	-5,2	100,0	100,0
Nachrichtl.: Anteil am Primärenergieverbrauch	-	-	-	-	-	-	27,5	29,1

Struktur der heimischen Energiegewinnung 2020
gesamt: 3.425 PJ / 116,9 Mio. t SKE
Anteile in Prozent (Vorjahr in Klammern)



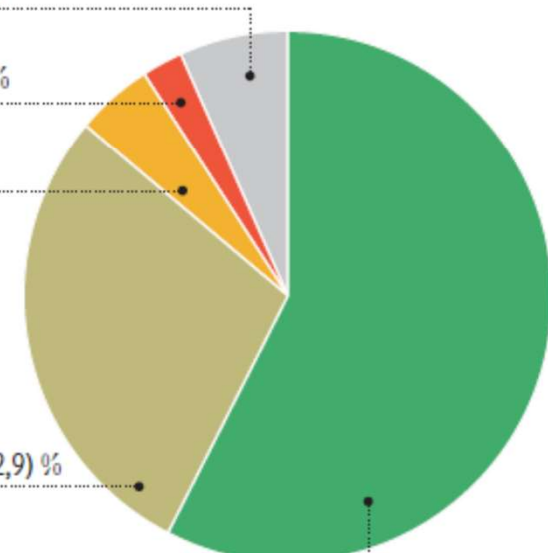
Sonstige 6,5 (6,3) %

Mineralöl 2,4 (2,3) %

Erdgas 4,8 (5,4) %

Braunkohle 28,6 (32,9) %

Erneuerbare 57,7 (53,2) %



* Daten 2020 vorläufig, Stand 9/2021

Energieeinheiten: 1 Mio. t RÖE (Mtoe) = 1,429 Mio. t SKE = 11,63 Mrd. kWh (TWh) = 41,869 PJ

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2020: 83,2 Mio.

Quellen: Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V.; Deutscher Braunkohlen-Industrie-Verein e.V.; Bundesverband Erdgas, Erdöl- und Geoenergie e.V.; Mineralölwirtschaftsverband e.V. aus AGEb – Energieverbrauch in Deutschland 2020, S. 9, Stand 3/2021; AGEb - Struktur der heimischen Energiegewinnung 2020, Infografik, 3/2021; AGEb – Auswertungstabellen zur Energiebilanz in Deutschland 1990-2020, Stand 9/2021

Entwicklung Primärenergieverbrauch (PEV) mit Beitrag erneuerbare Energien in Deutschland 1990-2020 (1)

Jahr 2020: Gesamt 11.899 PJ = 3.305,3 TWh (Mrd. kWh) = 284,2 Mtoe, Veränderung 1990/2020 – 20,2%
 143,0 GJ/Kopf = 39,7 MWh/Kopf = 3,4 t RÖE/Kopf
 Beitrag EE 1.961 PJ (Anteil 16,5%)

2.1 Primärenergieverbrauch nach Energieträgern

Energieträger	Einheit	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Primärenergieverbrauch nach Energieträgern in PJ																																
Steinkohle	PJ	2.306	2.330	2.196	2.139	2.140	2.060	2.090	2.063	2.059	1.967	2.021	1.949	1.927	2.010	1.909	1.808	1.964	2.017	1.800	1.496	1.714	1.715	1.725	1.840	1.759	1.729	1.693	1.502	1.428	1.084	897
Braunkohle	PJ	3.201	2.507	2.176	1.983	1.861	1.734	1.688	1.593	1.514	1.473	1.550	1.633	1.663	1.639	1.648	1.596	1.576	1.613	1.534	1.507	1.512	1.564	1.645	1.629	1.574	1.563	1.511	1.507	1.481	1.163	938
Mineralöle	PJ	5.228	5.547	5.628	5.746	5.692	5.689	5.808	5.753	5.775	5.599	5.489	5.577	5.381	5.286	5.214	5.166	5.121	4.626	4.904	4.635	4.684	4.525	4.527	4.628	4.493	4.481	4.566	4.671	4.452	4.511	4.087
Gase	PJ	2.304	2.422	2.398	2.536	2.580	2.812	3.145	3.005	3.031	3.022	2.996	3.158	3.157	3.194	3.209	3.261	3.326	3.201	3.231	3.047	3.181	2.923	2.933	3.074	2.672	2.781	3.068	3.167	3.099	3.222	3.147
Erdgas, Erdölgas	PJ	2.293	2.409	2.382	2.520	2.567	2.799	3.132	2.992	3.019	3.010	2.985	3.148	3.143	3.181	3.198	3.250	3.312	3.191	3.222	3.039	3.171	2.911	2.920	3.059	2.660	2.770	3.056	3.159	3.091	3.214	3.136
Erneuerbare Energien	PJ	196	197	207	228	253	275	270	344	379	403	417	432	455	561	650	769	939	1.117	1.147	1.201	1.413	1.463	1.385	1.499	1.519	1.644	1.676	1.797	1.802	1.904	1.961
Sonstige Energieträger	PJ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	51	43	138	165	211	157	159	202	224	243	255	231	208	226	224	236	235	214	218	214
Außenhandels saldo Strom	PJ	3	-2	-19	3	8	17	-19	-8	-2	4	11	10	2	-29	-26	-31	-71	-69	-81	-52	-64	-23	-83	-116	-122	-174	-182	-189	-175	-118	-68
Kernenergie	PJ	1.668	1.609	1.733	1.675	1.650	1.682	1.764	1.859	1.764	1.855	1.851	1.868	1.798	1.801	1.822	1.779	1.826	1.933	1.623	1.472	1.533	1.178	1.085	1.061	1.060	1.001	923	833	829	819	702
Insgesamt	PJ	14.905	14.610	14.319	14.309	14.185	14.269	14.746	14.614	14.521	14.323	14.401	14.679	14.427	14.600	14.591	14.558	14.837	14.197	14.380	13.531	14.217	13.599	13.447	13.822	13.180	13.262	13.491	13.523	13.129	12.805	11.899
Primärenergieverbrauch nach Energieträgern in %																																
Steinkohle	%	15,5	15,9	15,3	14,9	15,1	14,4	14,2	14,1	14,2	13,7	14,0	13,3	13,4	13,8	13,1	12,4	13,2	14,2	12,5	11,1	12,1	12,6	12,8	13,3	13,3	13,0	12,6	11,1	10,9	8,5	7,5
Braunkohle	%	21,5	17,2	15,2	13,9	13,1	12,2	11,4	10,9	10,4	10,3	10,8	11,1	11,5	11,2	11,3	11,0	10,6	11,4	10,8	11,1	10,6	11,5	12,2	11,8	11,9	11,8	11,2	11,1	11,3	9,1	8,0
Mineralöle	%	35,1	38,0	39,3	40,2	40,1	39,9	39,4	39,4	39,8	39,1	38,2	38,0	37,3	36,2	35,7	35,5	34,5	32,6	34,1	34,3	32,9	33,3	33,7	33,5	34,1	33,9	33,8	34,5	33,9	33,2	34,3
Gase	%	15,5	16,6	16,7	17,7	18,2	19,7	21,3	20,6	20,9	21,1	20,8	21,5	21,9	21,9	22,0	22,4	22,4	22,5	22,5	22,5	22,4	21,5	21,8	22,2	20,3	21,0	22,7	23,4	23,6	25,2	26,5
Erdgas, Erdölgas	%	15,4	16,5	16,6	17,6	18,1	19,6	21,2	20,5	20,8	21,0	20,7	21,4	21,8	21,8	21,9	22,3	22,3	22,5	22,4	22,5	22,3	21,4	21,7	22,1	20,2	20,9	22,7	23,4	23,5	25,1	26,4
Erneuerbare Energien	%	1,3	1,4	1,4	1,6	1,8	1,9	1,8	2,4	2,6	2,8	2,9	2,9	3,2	3,8	4,5	5,3	6,3	7,9	8,0	8,9	9,9	10,8	10,3	10,8	11,5	12,4	12,4	13,3	13,7	14,9	16,5
Sonstige Energieträger	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,4	0,3	0,9	1,1	1,4	1,1	1,1	1,4	1,7	1,7	1,9	1,7	1,5	1,7	1,7	1,7	1,7	1,6	1,7	1,8
Außenhandels saldo Strom	%	0,0	0,0	-0,1	0,0	0,1	0,1	-0,1	-0,1	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	-0,2	-0,2	-0,2	-0,5	-0,5	-0,6	-0,4	-0,4	-0,2	-0,6	-0,8	-0,9	-1,3	-1,3	-1,4	-1,3	-0,9	-0,6
Kernenergie	%	11,2	11,0	12,1	11,7	11,6	11,8	12,0	12,7	12,2	13,0	12,9	12,7	12,5	12,3	12,5	12,2	12,3	12,8	11,3	10,9	10,8	8,7	8,1	7,7	8,0	7,6	6,8	6,2	6,3	6,4	5,9
Insgesamt	%	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

* Vorläufige Daten 2020, Stand 9/2021

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2020 = 83,2 Mio

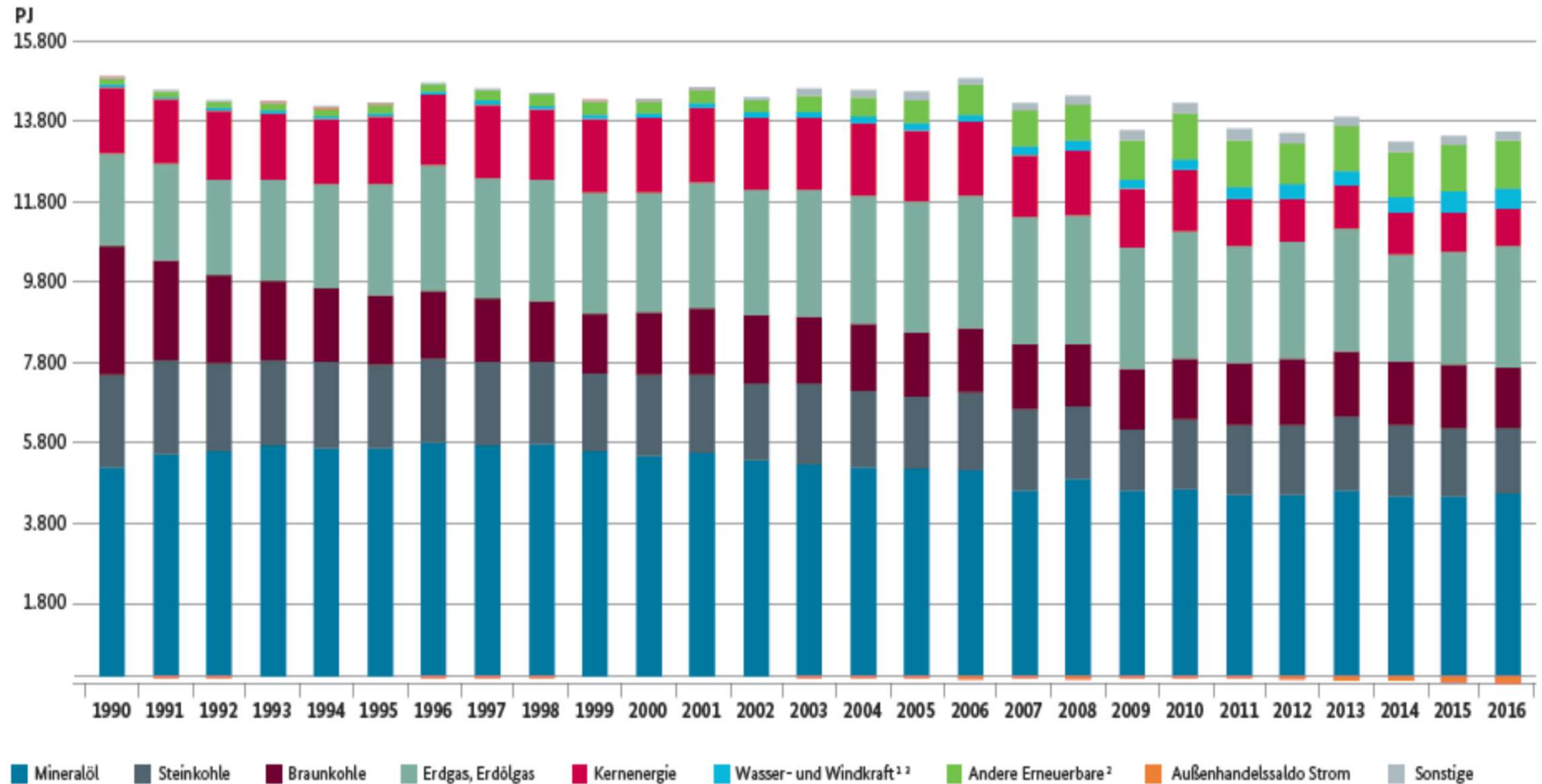
1) Sonstige Energieträger: Nicht-erneuerbare Abfälle, Sonstige Energieträger und Außenhandels saldo Fernwärme

Entwicklung Primärenergieverbrauch (PEV) nach Energieträgern mit Beitrag erneuerbare Energien in Deutschland 1990-2020 (2)

Jahr 2020: Gesamt 11.899 PJ = 3.305,3 TWh (Mrd. kWh) = 284,2 Mtoe, Veränderung 1990/2020 – 20,2%

143,0 GJ/Kopf = 39,7 MWh/Kopf = 3,4 t RÖE/Kopf

Beitrag EE 1.961 PJ (Anteil 16,5%)



1 Windkraft ab 1995 2 U.a. Brennholz, Brenntorf, Klärgas, Müll 3 Inkl. Fotovoltaik

* Daten 2017 vorläufig, Stand 8/2018

Energieeinheiten: 1 PJ = 0,2778 Mrd. kWh (TWh) = 0,0341 Mio. t SKE = 0,0239 Mio. t RÖE (Mtoe)

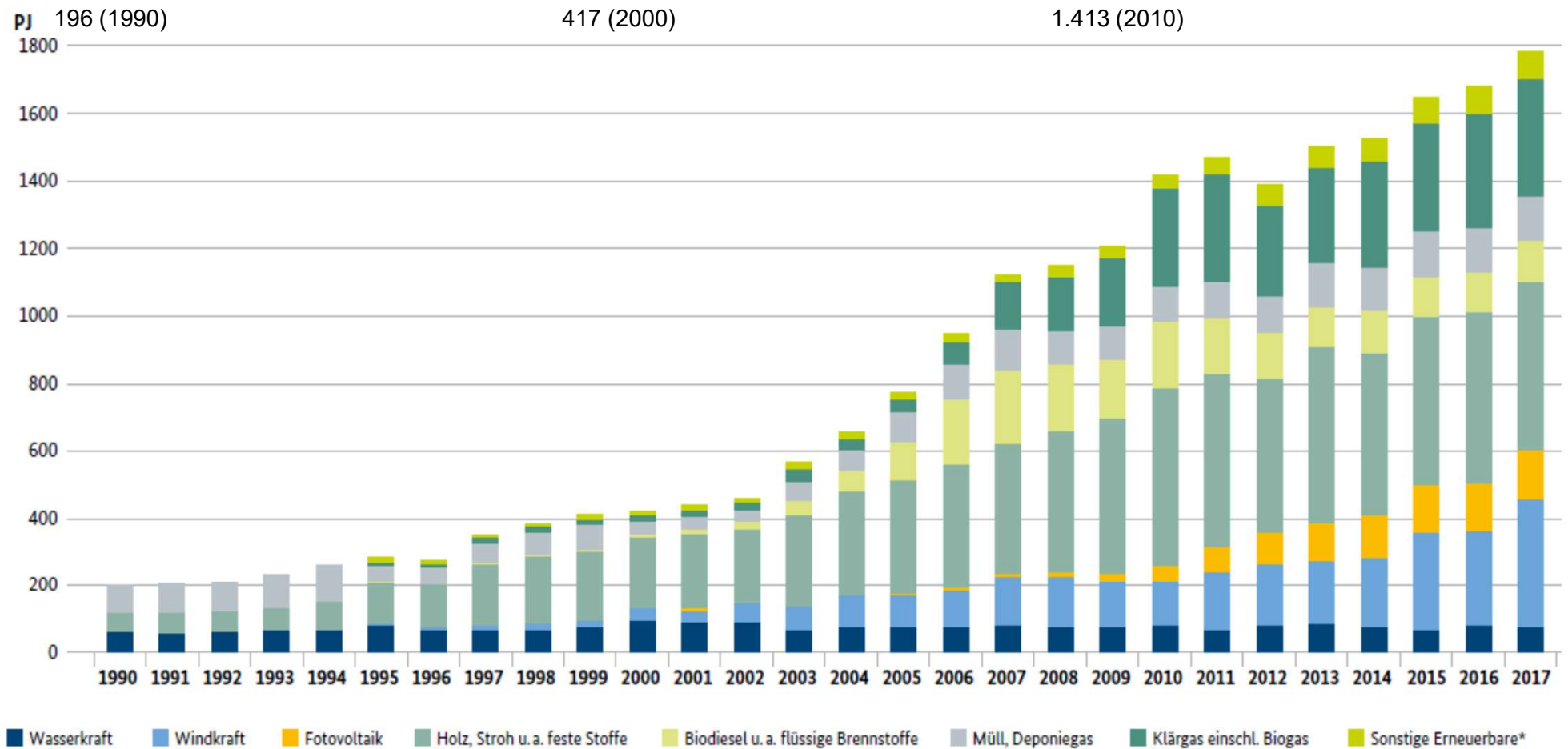
Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2017 = 82,7 Mio.

Entwicklung Primärenergieverbrauch **erneuerbare Energien (PEV-EE)** nach Energiequellen in Deutschland 2000-2020 (3)

Jahr 2020: Gesamt 11.899 PJ = 3.305,3 TWh (Mrd. kWh) = 284,2 Mtoe, Veränderung 1990/2020 – 20,2%

143,0 GJ/Kopf = 39,7 MWh/Kopf = 3,4 t RÖE/Kopf

Beitrag EE 1.961 PJ (Anteil 16,5%)



* Solarthermie, Geothermie, Wärmepumpen

Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB), Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat)

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt, Basis Zensus 2011) 2017 = 82,7 Mio.

Primärenergieverbrauch (PEV) nach Energieträgern in Deutschland 2020/21 (4)

Jahr 2021: Gesamt 12.265 PJ = 3.406,9 TWh (Mrd. kWh) = 295,3 Mtoe, Veränderung 1990/2021 – 17,7%

147,4 GJ/Kopf = 40,9 MWh/Kopf

Beitrag Erneuerbare 1.947 PJ (Anteil 15,9%)

Tabelle 1

Primärenergieverbrauch in Deutschland 2020 und 2021 ¹⁾

Energieträger	2020	2021	2020	2021	Veränderungen 2021 geg. 2020			Anteile in %	
	Petajoule (PJ)		Mio. t SKE		PJ	Mio. t SKE	%	2020	2021
Mineralöl	4.087	3.961	139,4	135,1	-126	-4,3	-3,1	34,4	32,3
Erdgas	3.136	3.288	107,0	112,2	152	5,2	4,9	26,4	26,8
Steinkohle	896	1.044	30,6	35,6	148	5,1	16,5	7,5	8,5
Braunkohle	958	1.128	32,7	38,5	170	5,8	17,7	8,1	9,2
Kernenergie	702	754	24,0	25,7	52	1,8	7,4	5,9	6,1
Erneuerbare Energien	1.972	1.947	67,3	66,4	-25	-0,8	-1,2	16,6	15,9
Stromausgleichssaldo	-68	-69	-2,3	-2,4	-1	-0,1	...	-0,6	-0,6
Sonstige	213	213	7,3	7,3	1	0,0	0,4	1,8	1,7
Insgesamt	11.895	12.265	405,9	418,5	371	12,6	3,1	100,0	100,0

1) Alle Angaben vorläufig, Abweichungen in den Summen rundungsbedingt

Quellen: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V., Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat, für erneuerbare Energien)



Weniger Kohle im Energiemix durch Witterung und Preisentwicklungen

Struktur des Primärenergieverbrauchs in Deutschland 2021
gesamt 12.265 PJ oder 418,5 Mio. t SKE



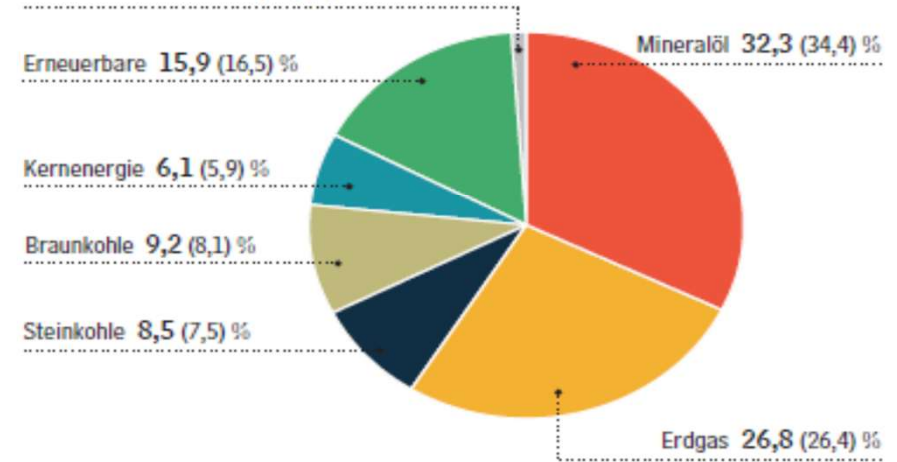
Sonstige einschließlich
Stromausgleichssaldo 1,1 (1,2) %

Erneuerbare 15,9 (16,5) %

Kernenergie 6,1 (5,9) %

Braunkohle 9,2 (8,1) %

Steinkohle 8,5 (7,5) %



Berlin - Die Anteile der verschiedenen Energieträger im nationalen Energiemix haben sich 2021 zugunsten der fossilen Energien verschoben. Verantwortlich für diese Entwicklung sind eine kühler Witterung, geringere Beiträge der erneuerbaren Energien sowie die allgemeine wirtschaftliche Erholung.

Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen 03/2022

* Daten 2021 vorläufig, Stand 03/2022

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2021: 83,2 Mio.

Quellen: AGEB – Energieverbrauch in Deutschland, Jahresbericht 2021, 03/2022; AGEB- Energieverbrauch in Deutschland 2021-Struktur Energiemix, Infografik 03.2022

Entwicklung Endenergieverbrauch (EEV) nach Energieträgern mit Beitrag erneuerbare Energien in Deutschland 1990-2020 (1)

Jahr 2020: 8.400 PJ = 2.333,3 TWh (Mrd. kWh); Veränderung 1990/2020 - 11,3%

101,0 GJ/Kopf = 28,0 MWh/Kopf

6.1 Endenergieverbrauch nach Energieträgern

Energieträger	Einheit	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Endenergieverbrauch nach Energieträgern in PJ																																
Steinkohle	PJ	571	532	483	428	446	455	447	460	390	393	432	409	398	382	350	319	359	375	357	285	375	387	340	338	348	382	378	366	360	339	304
Braunkohle	PJ	975	555	353	295	221	178	165	130	104	94	82	77	70	75	81	78	81	78	87	79	89	94	92	93	85	84	87	88	86	79	77
Mineralöle	PJ	4.061	4.328	4.376	4.505	4.396	4.402	4.545	4.465	4.431	4.291	4.148	4.257	4.063	3.949	3.820	3.730	3.738	3.297	3.580	3.421	3.431	3.298	3.331	3.454	3.317	3.322	3.391	3.492	3.312	3.396	2.944
Gase	PJ	1.789	1.915	1.913	2.011	2.025	2.163	2.399	2.306	2.327	2.323	2.328	2.436	2.392	2.335	2.329	2.210	2.305	2.200	2.281	2.116	2.352	2.149	2.186	2.286	2.058	2.163	2.228	2.227	2.189	2.185	2.098
Erdgas, Erdölgas	PJ	1.541	1.688	1.724	1.851	1.882	2.025	2.273	2.169	2.195	2.201	2.204	2.324	2.290	2.232	2.217	2.099	2.189	2.104	2.177	2.034	2.247	2.038	2.081	2.184	1.956	2.057	2.131	2.132	2.082	2.085	2.008
Erneuerbare Energien	PJ	54	44	44	54	68	110	111	175	186	192	201	231	232	291	318	370	446	494	466	477	617	557	572	627	589	622	639	663	660	696	717
Sonstige Energieträger	PJ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63	77	107	33	31	65	76	74	99	82	63	73	70	76	76	76	76	77
Strom	PJ	1.638	1.615	1.602	1.587	1.605	1.648	1.674	1.690	1.709	1.718	1.780	1.778	1.801	1.837	1.860	1.864	1.885	1.894	1.887	1.783	1.899	1.876	1.884	1.884	1.846	1.853	1.863	1.868	1.848	1.800	1.746
Fernwärme	PJ	383	378	356	355	349	366	344	309	310	290	265	268	270	429	449	450	450	427	436	428	472	420	431	435	383	402	410	411	394	403	377
Insgesamt	PJ	9.472	9.366	9.127	9.234	9.110	9.322	9.686	9.535	9.458	9.300	9.235	9.455	9.226	9.360	9.284	9.127	9.297	8.796	9.159	8.665	9.310	8.881	8.919	9.179	8.699	8.898	9.071	9.190	8.924	8.973	8.341
Endenergieverbrauch nach Energieträgern in %																																
Steinkohle	%	6,0	5,7	5,3	4,6	4,9	4,9	4,6	4,8	4,1	4,2	4,7	4,3	4,3	4,1	3,8	3,5	3,9	4,3	3,9	3,3	4,0	4,4	3,8	3,7	4,0	4,3	4,2	4,0	4,0	3,8	3,6
Braunkohle	%	10,3	5,9	3,9	3,2	2,4	1,9	1,7	1,4	1,1	1,0	0,9	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1,0	1,1	1,0	1,0	1,0	0,9	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9
Mineralöle	%	42,9	46,2	47,9	48,8	48,3	47,2	46,9	46,8	46,9	46,1	44,9	45,0	44,0	42,2	41,1	40,9	40,2	37,5	39,1	39,5	36,9	37,1	37,4	37,6	38,1	37,3	37,4	38,0	37,1	37,8	35,3
Gase	%	18,9	20,4	21,0	21,8	22,2	23,2	24,8	24,2	24,6	25,0	25,2	25,8	25,9	25,0	25,1	24,2	24,8	25,0	24,9	24,4	25,3	24,2	24,5	24,9	23,7	24,3	24,6	24,2	24,5	24,4	25,2
Erdgas, Erdölgas	%	16,3	18,0	18,9	20,0	20,7	21,7	23,5	22,8	23,2	23,7	23,9	24,6	24,8	23,8	23,9	23,0	23,5	23,9	23,8	23,5	24,1	22,9	23,3	23,8	22,5	23,1	23,5	23,2	23,3	23,2	24,1
Erneuerbare Energien	%	0,6	0,5	0,5	0,6	0,7	1,2	1,1	1,8	2,0	2,1	2,2	2,4	2,5	3,1	3,4	4,1	4,8	5,6	5,1	5,5	6,6	6,3	6,4	6,8	6,8	7,0	7,0	7,2	7,4	7,8	8,6
Sonstige Energieträger	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,8	1,2	0,4	0,4	0,7	0,9	0,8	1,1	0,9	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9
Strom	%	17,3	17,2	17,6	17,2	17,6	17,7	17,3	17,7	18,1	18,5	19,3	18,8	19,5	19,6	20,0	20,4	20,3	21,5	20,6	20,6	20,4	21,1	21,1	20,5	21,2	20,8	20,5	20,3	20,7	20,1	20,9
Fernwärme	%	4,0	4,0	3,9	3,8	3,8	3,9	3,6	3,2	3,3	3,1	2,9	2,8	2,9	4,6	4,8	4,9	4,8	4,9	4,8	4,9	5,1	4,7	4,8	4,7	4,4	4,5	4,5	4,5	4,4	4,5	4,5
Insgesamt	%	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

* Daten 2020 Stand 3/2022;

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2020: 83,2 Mio.

Energieeinheiten: 1 Mio. t RÖE (Mtoe) = 1,429 Mio. t SKE = 11,63 Mrd. kWh (TWh) = 41,869 PJ

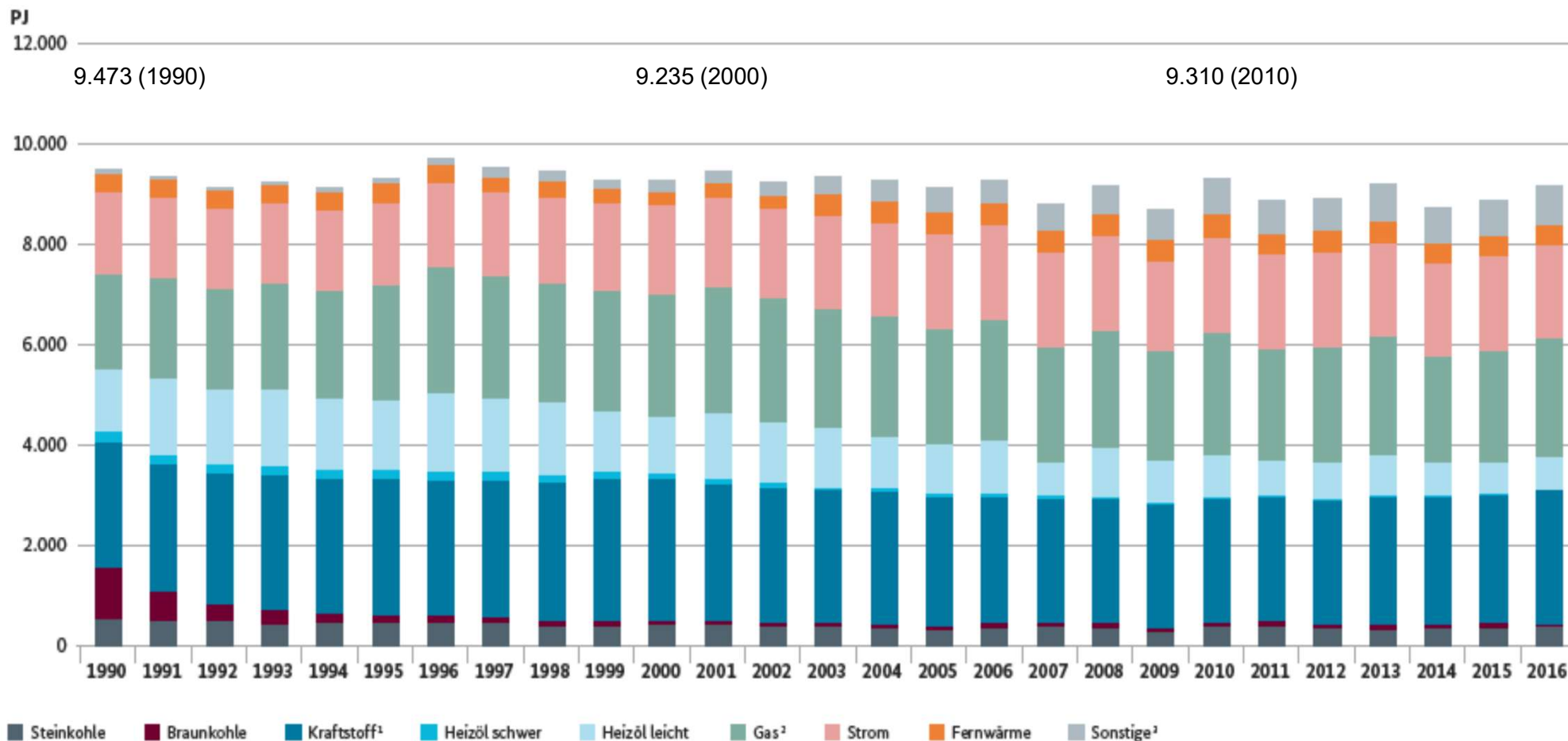
1) Zielbezugsjahr ist 2008 zur Ermittlung der jährlichen Energieproduktivität EEV p.a. zur Erreichung der Ziele der Bundesregierung zur Energiewende 2020/50

Quellen: AGEb – Auswertungstabellen zur Energiebilanz DE 1990-2020, 9/2021 und [Energiebilanz 2020, 3/2022](#); BMWI - Energiedaten, Gesamtausgabe Tab. 6, 11, 1/2022; Stat. BA 9/2021,

Entwicklung Endenergieverbrauch (EEV) nach Energieträgern in Deutschland 1990-2020 (2)

Jahr 2020: 8.400 PJ = 2.333,3 TWh (Mrd. kWh); Veränderung 1990/2020 - 11,3%

101,0 GJ/Kopf = 28,0 MWh/Kopf



1 Kraftstoffe und übrige Mineralölprodukte 2 Flüssiggas, Raffineriegas, Kokereigas, Gichtgas und Naturgas
3 Brennholz, Brenntorf, Klärschlamm, Müll

* Daten 2020 Stand 3/2022;

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2020: 83,2 Mio.

Energieeinheiten: 1 Mio. t RÖE (Mtoe) = 1,429 Mio. t SKE = 11,63 Mrd. kWh (TWh) = 41,869 PJ

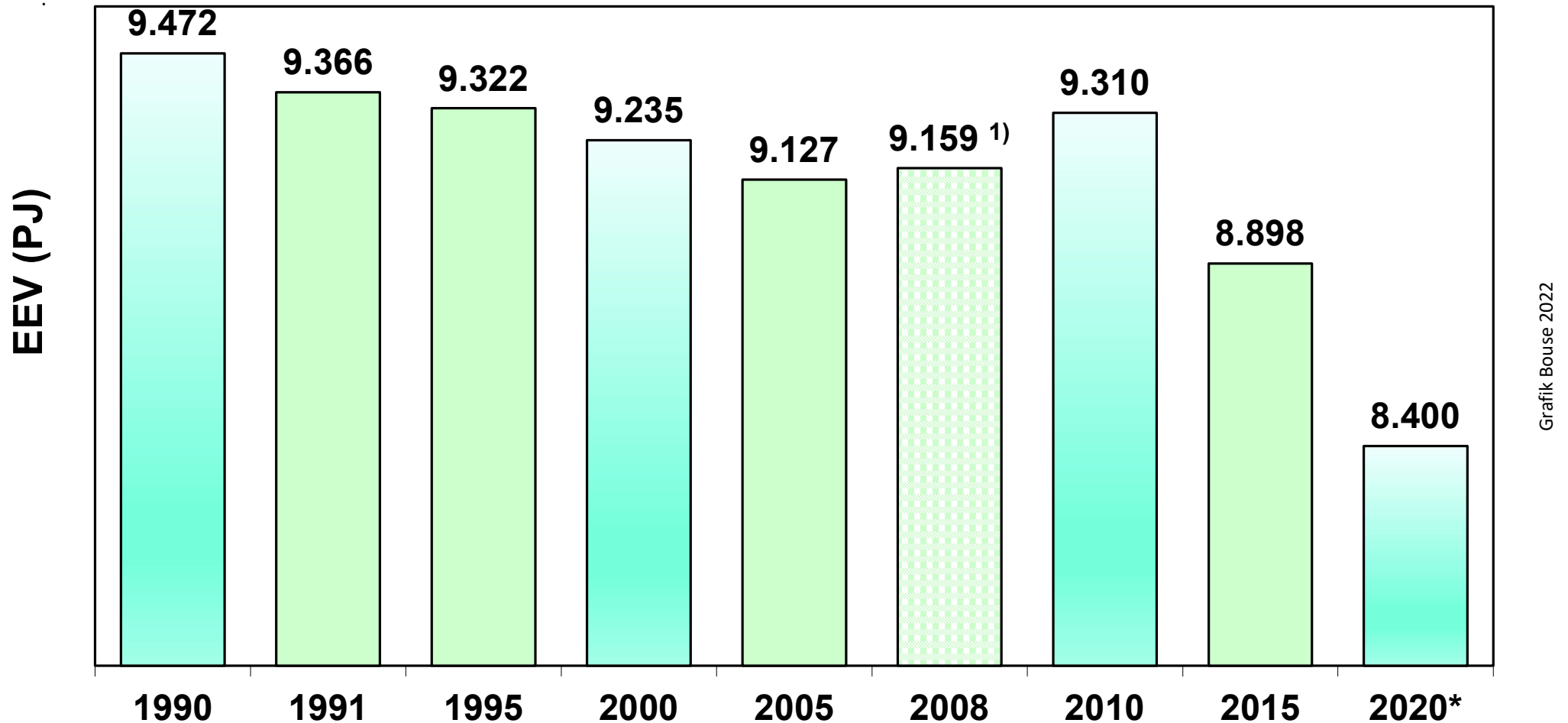
1) Zielbezugsjahr ist 2008 zur Ermittlung der jährlichen Energieproduktivität EEV p.a. zur Erreichung der Ziele der Bundesregierung zur Energiewende 2020/50

Quellen: AGEb – Auswertungstabellen zur Energiebilanz DE 1990-2020, 9/2021 und [Energiebilanz 2020, 3/2022](#); BMWI - Energiedaten, Gesamtausgabe Tab. 6, 11, 1/2022; Stat. BA 9/2021,

Entwicklung Endenergieverbrauch (EEV) in Deutschland 1990-2020 (3)

Jahr 2020: 8.400 PJ = 2.333,3 TWh (Mrd. kWh); Veränderung 1990/2020 - 11,3%

101,0 GJ/Kopf = 28,0 MWh/Kopf



Gratik Bouse 2022

* Daten 2020 vorläufig, Stand 3/2022;

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2020: 83,2 Mio.

Energieeinheiten: 1 Mio. t RÖE (Mtoe) = 1,429 Mio. t SKE = 11,63 Mrd. kWh (TWh) = 41,869 PJ

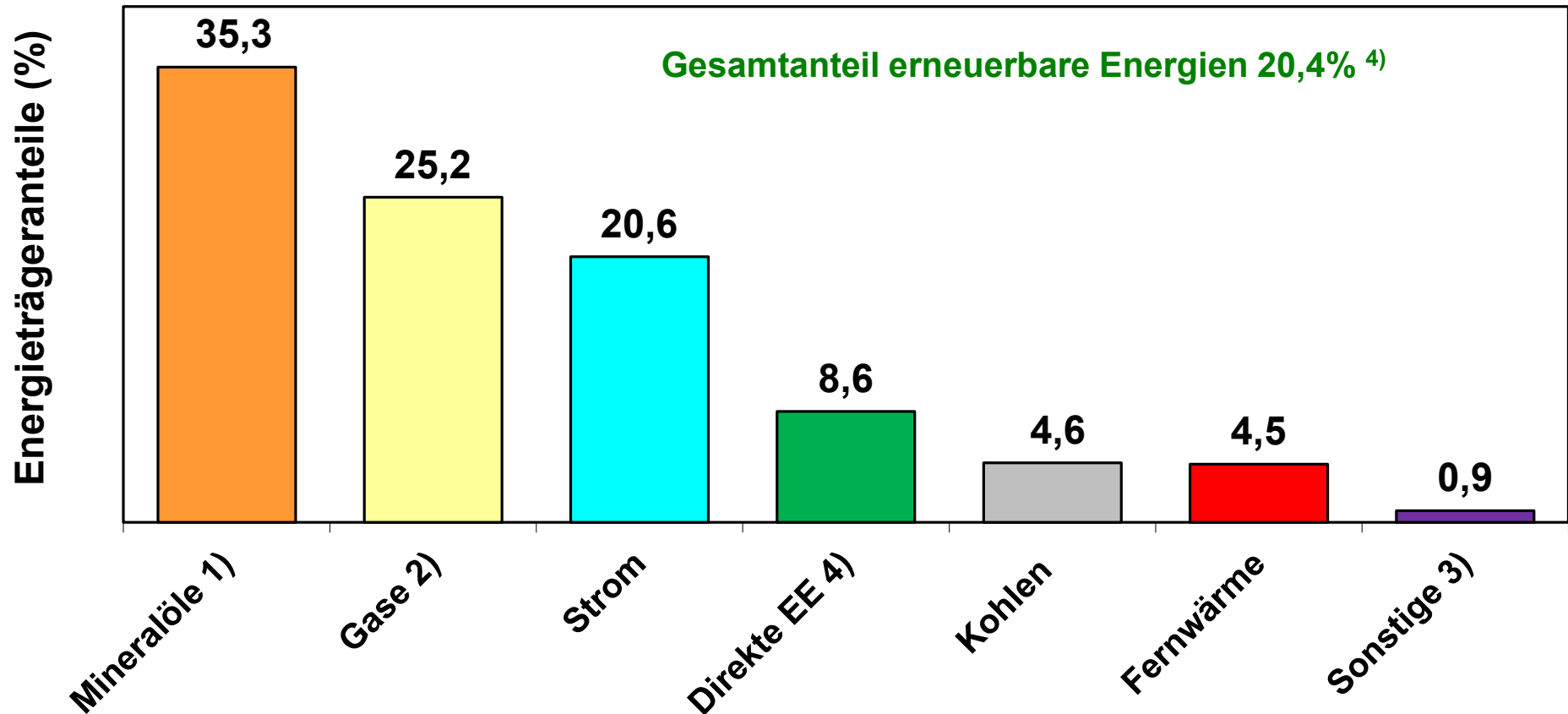
1) Zielbezugsjahr ist 2008 zur Ermittlung der jährlichen Energieproduktivität EEV p.a. zur Erreichung der Ziele der Bundesregierung zur Energiewende 2020/50

Quellen: AGEB – Auswertungstabellen zur Energiebilanz DE 1990-2020, 9/2021 und [Energiebilanz 2020, 3/2022](#); BMWI - Energiedaten, Gesamtausgabe Tab. 6, 11, 6/2021; Stat. BA 9/2021, BMWI – Entwicklung erneuerbare Energien 2020, Stand 2/2021

Endenergieverbrauch (EEV) nach Energieträgern in Deutschland 2020 (4)

Jahr 2020: 8.400 PJ = 2.333,3 TWh (Mrd. kWh); Veränderung 1990/2020 - 11,3%

101,0 GJ/Kopf = 28,0 MWh/Kopf



Grafik Bouse 2021

* Daten 2020, Stand 9/2021

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2020: 83,2 Mio.

Energieeinheiten: 1 Mio. t RÖE (Mtoe) = 1,429 Mio. t SKE = 11,63 Mrd. kWh (TWh) = 41,869 PJ

1) Aufteilung Mineralöle: Kraftstoffe (%), Heizöl (%), Flüssiggas (%) sowie Petrolkoks, Raffineriegas und andere Mineralölprodukte (%)

2) Gase: Erdgas (24,1%) sowie Kokereigas, Gichtgas und Grubengas (1,1%);

3) Sonstige Energieträger: Nicht erneuerbare Abfälle 50%, Abwärme

4) EE-Gesamtbeitrag 475,1 TWh (20,4%); Direkte erneuerbare Energien (8,6%) und indirekte EE im Strom und Fernwärme (11,8%)

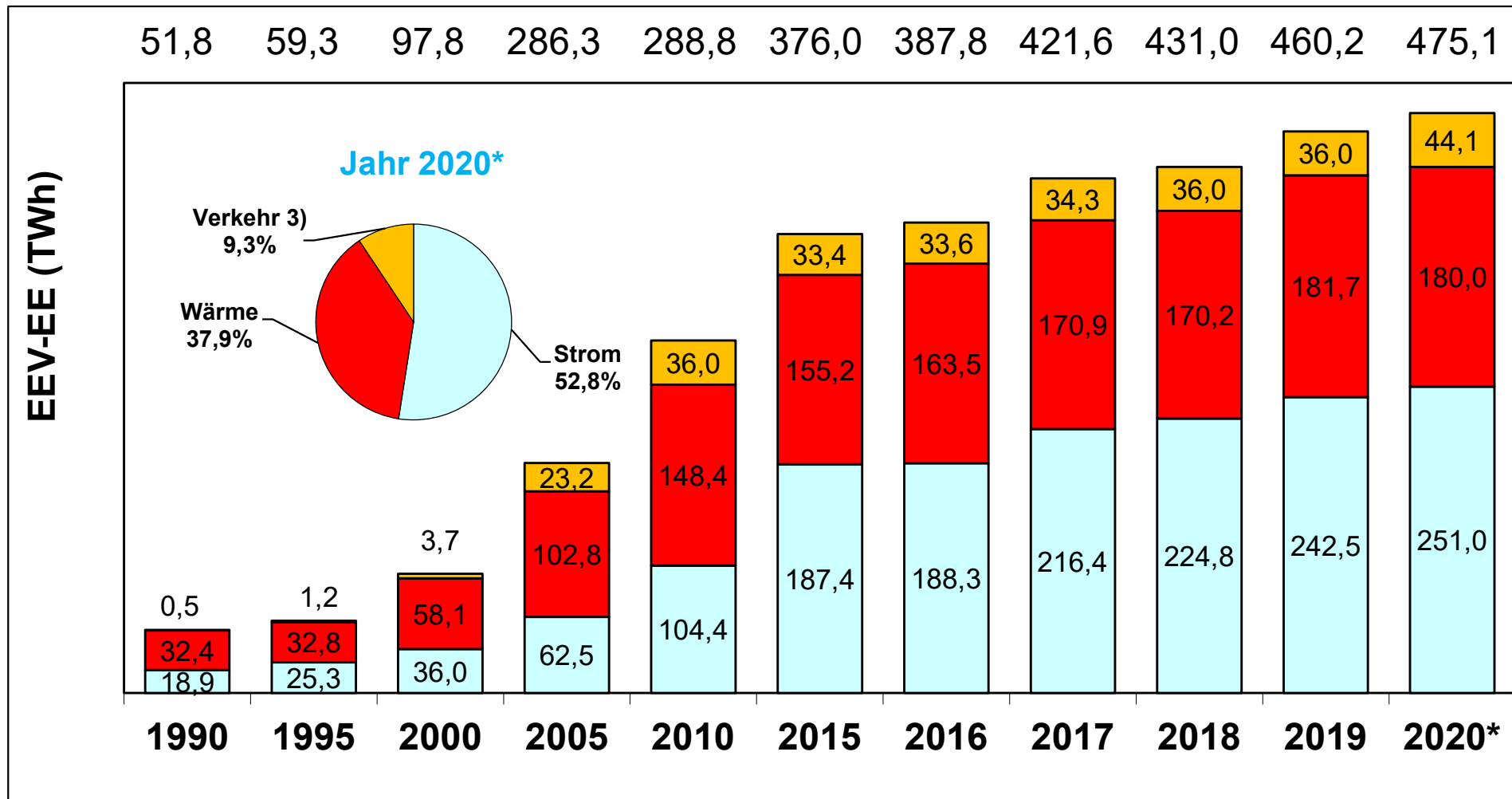
Quellen: AGEb – Auswertungstabellen zur Energiebilanz der BR Deutschland 1990-2020, 9/2021; Stat. BA 9/2021; BMWI – Zeitreihen EE in Deutschland 1990-2020, 2/2021;

BMWI – Energiedaten Tab. 5, 6, 11, 9/2021; AGEb – Energiebilanz 2020, 3/2022

Entwicklung Endenergieverbrauch **erneuerbare Energien (EEV-EE)** nach Nutzungsarten in Deutschland 1990-2020 (2)

Jahr 2020: Gesamt 475.074 GWh = 475,1 TWh

EE-Anteil am EEV 20,6% von 8.400 PJ = 2.333 TWh (Mrd. kWh) ²⁾



* Daten 2020 vorläufig, Stand 2/2021

Energieeinheiten: 1 Mio. t RÖE (Mtoe) = 1,429 Mio. t SKE = 11,63 Mrd. kWh (TWh) = 41,869 PJ

1) Nachrichtlich gesamter Brutto-Endenergieverbrauch (B-EEV) 2020: 8.682 PJ = 2.451 TWh (EE-Anteil 19,3%) nach EU-Richtlinie

2) Nachrichtlich gesamter Endenergieverbrauch (EEV) 2020: 8.400 PJ = 2.333 TWh (EE-Anteil 20,6%)

3) Bei der Nutzungsart Verkehr ist der Stromverbrauch Verkehr enthalten (Jahr 2020: 5,4 TWh); EEV für Wärme und Kälte enthält nicht Stromverbrauch

Quellen: AGEE-Stat, ZSW aus BMWI - Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland 1990-2020, 2/2021; BMWI Energiedaten 2/2021,

AGEB – Energiebilanz Deutschland 1990-2018, 2/2020

Endenergieverbrauch aus erneuerbaren Energien (EEV-EE) nach Technologien in Deutschland 2020 (2)

Jahr 2020: Gesamt 475,074 GWh = 475,1TWh

EE-Anteil am EEV 20,4% von 8.366 PJ = 2.323,9 TWh (Mrd. kWh) ²⁾

Technologien		EE 2020 [GWh]	Anteil der erneuerbaren Energien [%]	vermiedene THG-Emissionen [1.000 t CO ₂ -Äq.]
Bruttostromerzeugung	Wasserkraft	18.633	3,4	15.101
	Windenergie an Land	103.662	18,7	79.702
	Windenergie auf See	27.303	4,9	21.246
	Photovoltaik	50.600	9,2	34.931
	biogene Festbrennstoffe & Klärschlamm	11.321	2,0	8.487
	biogene flüssige Brennstoffe	384	0,1	226
	Biogas	28.702	5,2	13.854
	Biomethan	2.585	0,5	1.396
	Klärgas	1.593	0,3	1.117
	Deponiegas	285	0,1	199
	biogener Anteil des Abfalls	5.729	1,0	4.663
	Geothermie	217	0,04	143
	Summe	251.014	45,4	181.066
Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte	biogene Festbrennstoffe & Holzkohle (Haushalte)	67.898	5,7	12.182
	biogene Festbrennstoffe & Holzkohle (GHD)	18.996	1,6	5.104
	biogene Festbrennstoffe & Klärschlamm (Industrie)	23.784	2,0	6.251
	biogene Festbrennstoffe & Klärschlamm (HW/HKW)	6.006	0,5	1.220
	biogene flüssige Brennstoffe	3.140	0,3	715
	Biogas	13.449	1,1	2.246
	Biomethan	3.270	0,3	463
	Klärgas	2.409	0,2	524
	Deponiegas	88	0,01	25
	biogener Anteil des Abfalls	14.739	1,2	3.064
	Solarthermie	8.707	0,7	2.080
	tiefe Geothermie	1.413	0,1	383
	oberflächennahe Geothermie & Umweltwärme	16.049	1,4	2.007
	Summe	179.948	15,2	36.264

Technologien		EE 2020 [GWh]	Anteil der erneuerbaren Energien [%]	vermiedene THG-Emissionen [1.000 t CO ₂ -Äq.]
Endenergieverbrauch Verkehr	Biodiesel	29.772	4,9	6.984
	Pflanzenöl	10	0,002	2
	Bioethanol	8.088	1,3	2.116
	Biomethan	884	0,1	168
	Stromverbrauch Verkehr	5.358	0,9	
	Summe	44.112	7,3	9.269
Gesamt		475,074	20,4	226,599

* Daten 2020 vorläufig, Stand 2/2021

GHD = Gewerbe, Handel, Dienstleistungen; HW = Heizwerke, HKW = Heizkraftwerke

1) Bezogen auf den geschätzten Endenergieverbrauch von 8.366 PJ = 2.323,8 TWh

3) bezogen auf den EEV für Raumwärme, Warmwasser, Prozesswärme, Klimakälte und Prozesskälte von

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

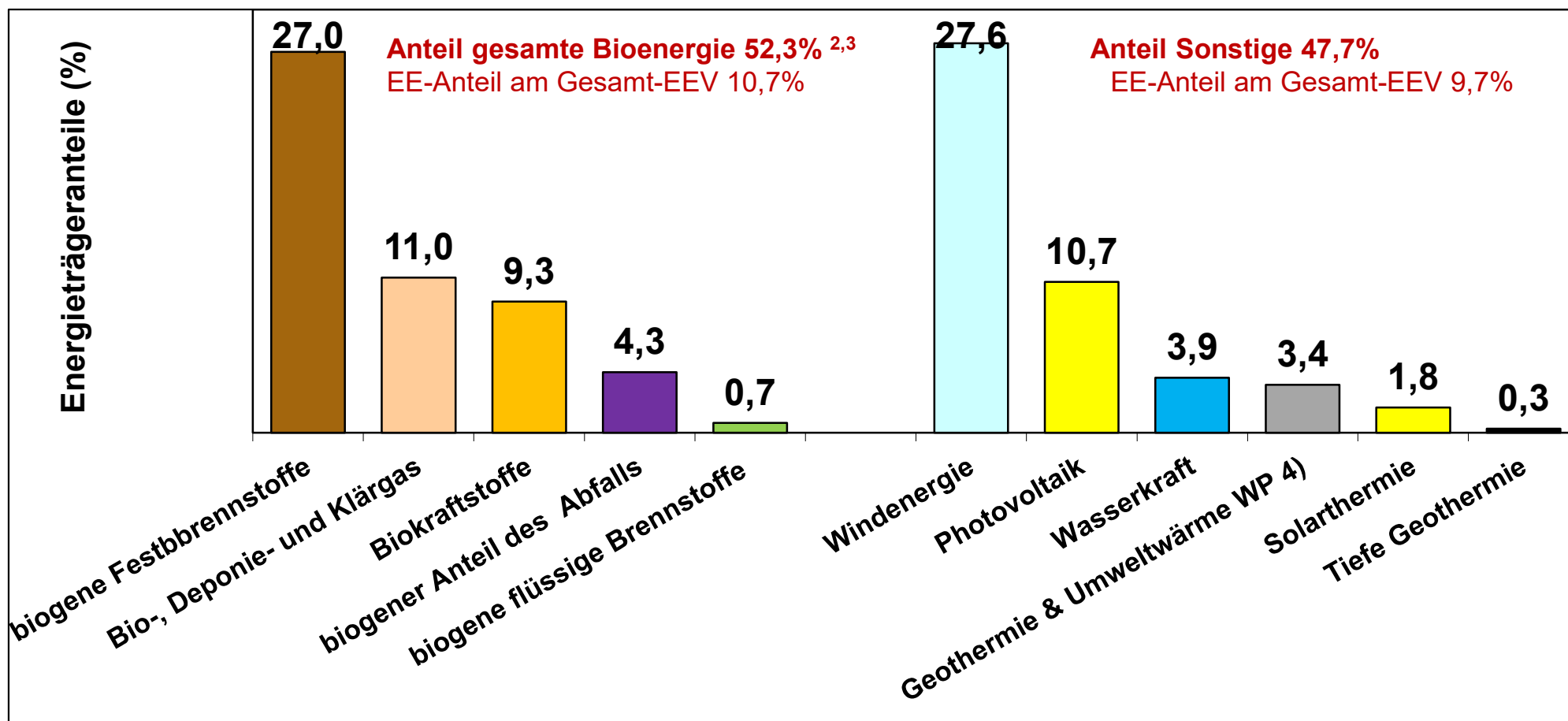
2) Bezogen auf den Bruttostromverbrauch (BSV) von 552,9 TWh

4) Bezogen auf den Endenergieverbrauch Verkehr von 2.172,6 PJ = 603,5 TWh

4.269,2 PJ = 1.185,9 TWh (Mrd. kWh)

Anteile **erneuerbare Energieträger (EE)** beim Endenergieverbrauch (EEV) in Deutschland 2020 (3)

Jahr 2020: Gesamt 475.074 GWh = 475,1 TWh
 EE-Anteil am EEV 20,4% von 8.400 PJ = 2.333,3 TWh (Mrd. kWh) ²⁾



Grafik Bouse 2022

* Daten 2020 vorläufig, Stand 2/2021

1) bezogen auf den Endenergieverbrauch (EEV) 8.400 PJ = 2.333,3 TWh (Mrd. kWh)

2) Gesamte Biomasse = biogene Festbrennstoffe + Klärschlamm, Biogas + Biomethan + Deponie- und Klärgas, Biokraftstoffe, biogene flüssige Brennstoffe, biogener Anteil der Abfälle

3) Bei den Biokraftstoffen ist der Stromverbrauch Verkehr mit 5,4 TWh (1,1%) enthalten

4) Oberflächennahe Geothermie und Nutzung von Umweltwärme (Luft, Grundwasser) durch Wärmepumpen (3,4%)

Energetische Nutzung Biogase

Stromversorgung

Einleitung und Ausgangslage

Stromerzeugung aus Biomasse in Deutschland, Stand 2/2019

Stromerzeugung

Die Stromerzeugung aus Biomasse hat sich seit Inkrafttreten des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) im Jahr 2000 mehr als verzehnfacht. Im Jahr 2016 wurden 31,7% des Bruttostromverbrauchs durch EE zur Verfügung gestellt. 8,6% des Bruttostromverbrauchs allein durch Biomasse. Die Stromerzeugung aus Biomasse stieg von 44,6 Mrd. kWh im Jahr 2012 auf 51 Mrd. kWh im Jahr 2016. Im Jahr 2017 waren es 51,4 Mrd. kWh und damit 8,5% gesamten Bruttostromverbrauchs in Deutschland.

Bei der anfallenden Stromerzeugung aus Biomasse ist es sinnvoll anfallende Abwärme zu nutzen (Kraft-Wärme-Kopplung), was den Wirkungsgrad der Anlage erheblich erhöht. Idealerweise wird Biomasse - ob fest, flüssig oder gasförmig - daher in Kraft-Wärme-Koppelung genutzt. Die Wärme speist dabei z.B. ein Nahwärmenetz und kann ganze Wohngebiete, Gebäudekomplexe oder industrielle Anlagen mit Wärme versorgen. Dadurch werden im Verhältnis zur eingesetzten Primärenergie, d.h. zur jeweils genutzten Biomasse, sehr hohe Wirkungsgrade (80 Prozent und mehr) erzielt. Die Energie, die in der Biomasse steckt, wird damit besonders effizient genutzt.

Strom aus gasförmiger Biomasse

Derzeit wird der größte Teil des in Deutschland produzierten Biogases direkt am Entstehungsort verstromt. Diese Nutzungsart wurde entscheidend durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz befördert. Die weitaus überwiegende Anzahl der Vor-Ort-Verstromungsanlagen nutzen Blockheizkraftwerke (BHKW) zur Stromerzeugung. BHKW bestehen prinzipiell aus Verbrennungsmotor und Generator. Für die Verstromung von Biogas stehen mehrere Motorbauarten und Verbrennungsverfahren zur Verfügung. Es werden insbesondere Gas-Otto-Motoren und Zündstrahlmotoren eingesetzt. Gas-Otto-Motoren kommen in der Regel in oberen Leistungsklassen (über 250 kWel) zum Einsatz, sie sind aber auch bereits ab 30 kWel erhältlich und werden z.B. bei Güllekleinanlagen < 100 kWel eingesetzt. Zündstrahlmotoren werden überwiegend im unteren Leistungsbereich bis 340 kWel eingesetzt und arbeiten nach dem Dieselp Prinzip unter Zuhilfenahme eines Zündöls. Gemäß den Regelungen des EEG darf seit 2007 für Neuanlagen kein Zündöl auf fossiler Basis mehr eingesetzt werden. Auch Mikrogasturbinen eignen sich durch ihren einfachen Aufbau für den Einsatz mit Biogas und haben einige Vorteile gegenüber Verbrennungsmotoren, wie geringere Schadstoff- und Schallemissionen sowie einen geringeren Wartungs-aufwand. Diese schnell laufenden Mikrogasturbinen mit niedrigen Brennkammertemperaturen und -drücken werden im Leistungsbereich von 30 bis 200 kWel angeboten.

Der größte Anteil des Bioenergie-Stroms wurde im Jahr 2016 in den rund 9.000 Biogasanlagen (2015: 8.861 Biogasanlagen) erzeugt, die 2016 über eine installierte Leistung von 4.166 Megawatt (MW) verfügten (2015: 4.018 MW).

Die Stromerzeugung aus Deponiegas ist dagegen leicht rückläufig. Deponiegas entsteht aus biogenen Abfällen, die in früheren Jahren in Mülldeponien mit verfüllt wurden. Das energiereiche Deponiegas wird in BHKW zu Strom und Wärme umgewandelt. Die Stromerzeugung im Jahr 2016 belief sich auf 360 GWh.

Strom aus fester Biomasse

Im Jahr 2015 waren insgesamt rund 700 Holz(heiz-)kraftwerke in Deutschland in Betrieb, einschließlich kleiner Holzvergaseranlagen über 10 kW installierter Leistung und Kraftwerken der Zellstoffindustrie, die Schwarzlauge, Rinde und andere Reststoffe der Papierherstellung zur Strom- und Wärmeerzeugung nutzen. Als Rohstoff wird überwiegend Rest- und Abfallholz genutzt - genug, um ca. 3,8 Mio. Haushalte mit sauberen Strom zu versorgen. Bezogen auf die gesamte Stromnachfrage in Deutschland, haben Biomasse(heiz)kraftwerke beinahe 2 % des Bedarfs in 2015 bereitgestellt.

Strom aus flüssiger Biomasse

Strom kann aus flüssiger Biomasse gewonnen werden, indem Pflanzenöle wie Rapsöl, Sojaöl oder Palmöl in BHKW genutzt werden. Im Vergleich zur festen und gasförmigen Biomasse ist dieser Nutzungspfad zur Stromerzeugung jedoch weniger bedeutend. Die aus flüssiger Biomasse erzeugte Strommenge lag im Jahr 2016 ca. 440 GWh. Allerdings sieht das 2012 in Kraft getretene EEG keine Einspeisetarife mehr für die Stromerzeugung aus flüssiger Biomasse vor. Daher ist kein Zubau von neuen Anlagen mehr zu erwarten, sondern lediglich die Wiederinbetriebnahme bereits stillgelegter oder umgerüsteter Anlagen im Falle von sinkenden Preisen für Pflanzenöle.

Strombilanz der Elektrizitätsversorgung in Deutschland 1990-2021

Jahr 2021:

BSE 588,1 TWh (Mrd. kWh), Veränderung 1990/2021 + 6,3%

BSV 568,8 TWh (Mrd. kWh), Veränderung 1990/2021 + 3,3%

Beitrag EE 233,6 TWh, Anteil an der BSE 39,7%; Anteil am BSV 41,1%

Bruttostromerzeugung in Deutschland nach Energieträgern

TWh	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021 ¹⁾	Δ in %	Anteile in %
Braunkohle	170,9	142,8	148,3	154,1	145,9	154,5	149,5	148,4	145,8	114,0	91,7	110,3	20,2	18,8
Steinkohle	140,8	147,1	143,1	134,1	117,0	117,7	112,2	92,9	82,8	57,5	42,8	54,7	27,7	9,3
Kernenergie	152,5	154,1	169,6	163,0	140,6	91,8	84,6	76,3	76,0	75,1	64,4	69,1	7,4	11,8
Erdgas	35,9	41,1	49,2	72,2	88,8	61,5	80,6	86,0	81,8	90,0	94,7	89,7	-5,3	15,2
Mineralöl	10,8	9,1	5,9	11,9	8,6	6,1	5,7	5,5	5,1	4,8	4,7	4,7	0,4	0,8
Erneuerbare Energien (EE), darunter: ²⁾	19,7	25,1	37,9	63,4	105,2	188,8	189,7	216,3	222,4	241,2	251,1	233,6	-7,0	39,7
- Wind onshore	k.A.	1,5	9,5	27,8	38,4	72,3	67,7	88,0	90,5	101,2	104,8	89,5	-14,8	15,2
- Wind offshore				0,0	0,2	8,3	12,3	17,7	19,5	24,7	27,3	24,4	-10,7	4,1
- Wasserkraft ³⁾	19,7	21,6	24,9	19,6	21,0	19,0	20,5	20,2	17,2	19,7	18,3	19,1	4,2	3,2
- Biomasse	k.A.	0,7	1,8	11,5	29,2	44,6	45,0	45,0	44,8	44,3	45,1	44,8	-0,7	7,6
- Photovoltaik	k.A.	0,0	0,0	1,3	11,7	38,7	38,1	39,4	44,3	45,2	49,5	50,0	1,0	8,5
- Hausmüll ²⁾	k.A.	1,3	1,8	3,3	4,7	5,8	5,9	6,0	6,2	5,8	5,8	5,6	-3,3	1,0
- Geothermie			0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	7,8	0,0
Sonstige, darunter:	19,3	17,7	22,8	23,9	26,5	27,3	27,3	27,5	27,3	25,4	24,8	26,0	4,8	4,4
- Pumpspeicher (PSE) ³⁾	k.A.	5,5	4,5	6,8	6,4	5,9	5,6	6,0	6,7	5,9	6,6	5,2	-20,7	0,9
- Hausmüll ²⁾	k.A.	1,3	1,8	3,3	4,7	5,8	5,9	6,0	6,2	5,8	5,8	5,6	-3,3	1,0
- Industrieabfall	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	1,3	1,4	1,3	0,9	0,9	0,9	0,5	-43,9	0,1
Bruttostromerzeugung inkl. PSE (Umwandlungsausstoß nach Energiebilanz)	549,9	536,8	576,8	622,5	632,4	647,6	649,7	652,9	640,5	607,9	574,2	588,1	2,4	100,0
Bruttostromerzeugung exkl. PSE ⁴⁾	549,9	531,4	572,0	615,7	626,0	641,7	644,1	646,9	633,9	601,9	567,7	582,9		
Anteil EE an der Bruttostromerzeugung (ohne PSE) [%]	3,6	4,7	6,6	10,3	16,8	29,4	29,4	33,4	35,1	40,1	44,2	40,1		
Stromeinfuhr ⁴⁾	31,9	39,7	45,1	56,9	43,0	37,0	28,3	27,8	31,7	40,1	48,0	50,6		
Stromausfuhr ⁴⁾	31,1	34,9	42,1	61,4	57,9	85,3	78,9	80,3	80,5	72,8	66,9	69,9		
Stromimportsaldo	+ 0,8	+ 4,8	+ 3,1	- 4,6	- 15,0	- 48,3	- 50,5	- 52,5	- 48,7	- 32,7	- 18,9	- 19,3		
Bruttostromverbrauch exkl. PSE	550,7	536,2	575,1	611,1	611,1	593,4	593,8	594,5	585,1	569,3	548,8	563,6		
nachrichtlich:														
Bruttostromverbrauch inkl. PSE ⁷⁾	550,7	541,6	579,8	617,9	617,5	599,3	599,1	600,5	591,8	575,2	555,3	568,8		
Anteil EE am Bruttostromverbrauch (inkl. PSE) [%]	3,6	4,6	6,5	10,3	17,0	31,5	31,7	36,0	37,6	41,9	45,2	41,1		
Prozentuale Veränderung	X	+ 2,0	+ 4,0	+ 0,5	+ 5,8	+ 1,0	- 0,0	+ 0,2	- 1,4	- 2,8	- 3,5	+ 2,4		
Pumparbeit (Speicherzufuhr u. Eigenverbrauch)	5,0	5,9	6,0	9,5	8,6	8,1	7,5	8,3	8,3	8,1	8,8	7,0		
Pumpstromerzeugung (PSE)	k.A.	5,5	4,5	6,8	6,4	5,9	5,6	6,0	6,7	5,9	6,6	5,2		
Eigenverbrauch der Pumpspeicher		- 0,4	- 1,5	- 2,7	- 2,2	- 2,1	- 1,9	- 2,2	- 1,7	- 2,1	- 2,2	- 1,8		

* Daten 2021 vorläufig, Stand 03/2022

Bevölkerung (J-Durchschnitt) 2021: 83,2 Mio.

1) Lauf- und Speicherwasser inkl. natürlichen Zufluss aus PS

2) aufgeteilt in reg. und nicht-reg. Anteil (50 % : 50 %)

3) PSE: Pumpstromerzeugung; ohne Erzeugung aus natürlichen Zufluss

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

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

6) Bruttostromerzeugung nach Eurostat Energiebilanz und Energiebilanz Deutschland, sofern bei der Energiebilanz Deutschland die PSE aus dem Umwandlungsausstoß (Zeile 39) herausgerechnet wird bzw. PS als Speicher betrachtet werden.

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

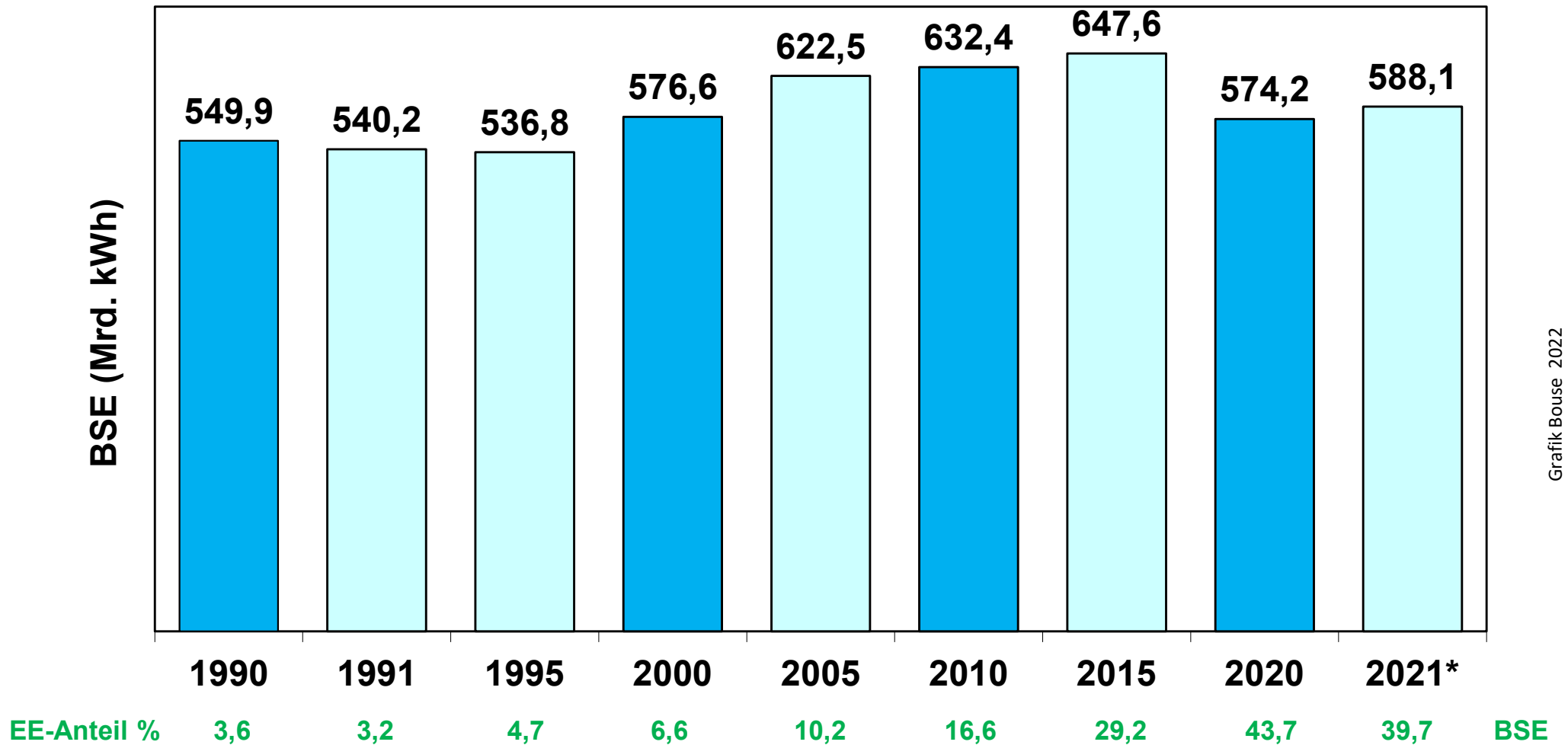
Quelle: AGE – Bruttostromerzeugung 1990-2021, 03/2022

Entwicklung Bruttostromerzeugung (BSE) mit Beitrag erneuerbarer Energien in Deutschland 1990-2021 (1)

Jahr 2021: BSE-Gesamt 588,1 TWh (Mrd. kWh) mit PSE; Veränderung 1990/2021 + 6,9%

Ø 7.069 kWh/Kopf

Beitrag EE 233,6 TWh, Anteil an der BSE 39,7%; Anteil am BSV 41,1%



Grafik Bouse 2022

* Daten 2020 vorläufig, Stand 03/2022 Energieeinheit: 1 Mrd. kWh = 1 TWh

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

1) EE-Anteile sind bezogen auf BSE ohne PSE (Pumpspeicher)

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt Basis Zensus 2011) 2021 = 83,2 Mio.

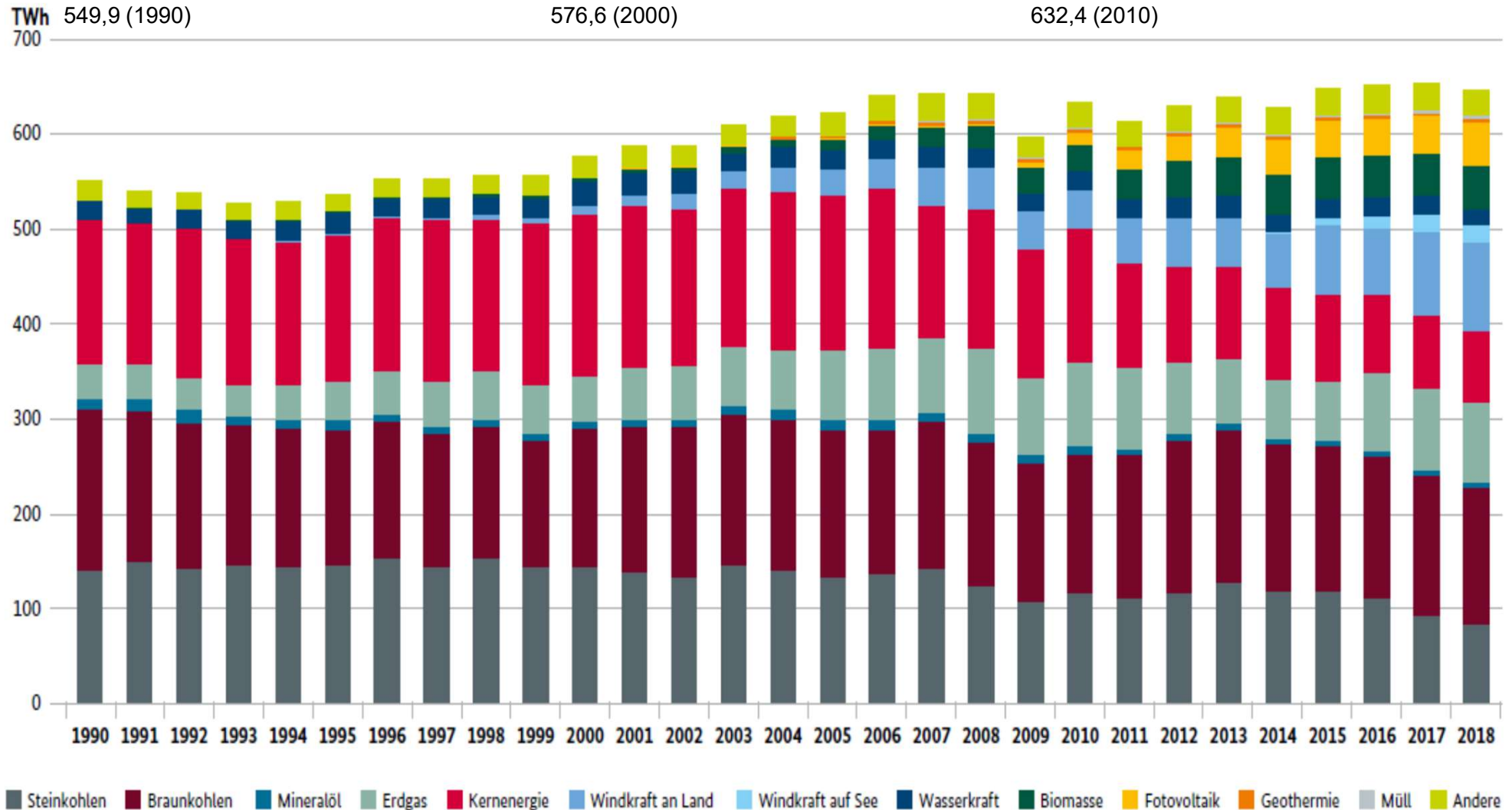
Pumpstromerzeugung Jahr 2021: 5,2 TWh

Entwicklung der Brutto-Stromerzeugung (BSE) nach Energieträgern in Deutschland 1990-2021 (2)

Jahr 2021: BSE-Gesamt 588,1 TWh (Mrd. kWh) mit PSE; Veränderung 1990/2021 + 6,9%

Ø 7.069 kWh/Kopf

Beitrag EE 233,6 TWh, Anteil an der BSE 39,7%; Anteil am BSV 41,1%



* Daten 2021 vorläufig, Stand 2/2022

Energieeinheit: 1 Mrd. kWh = 1 TWh

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt Basis Zensus 2011) 2020 = 83,2 Mio.

1) BSE mit Pumpstromerzeugung (PSE)

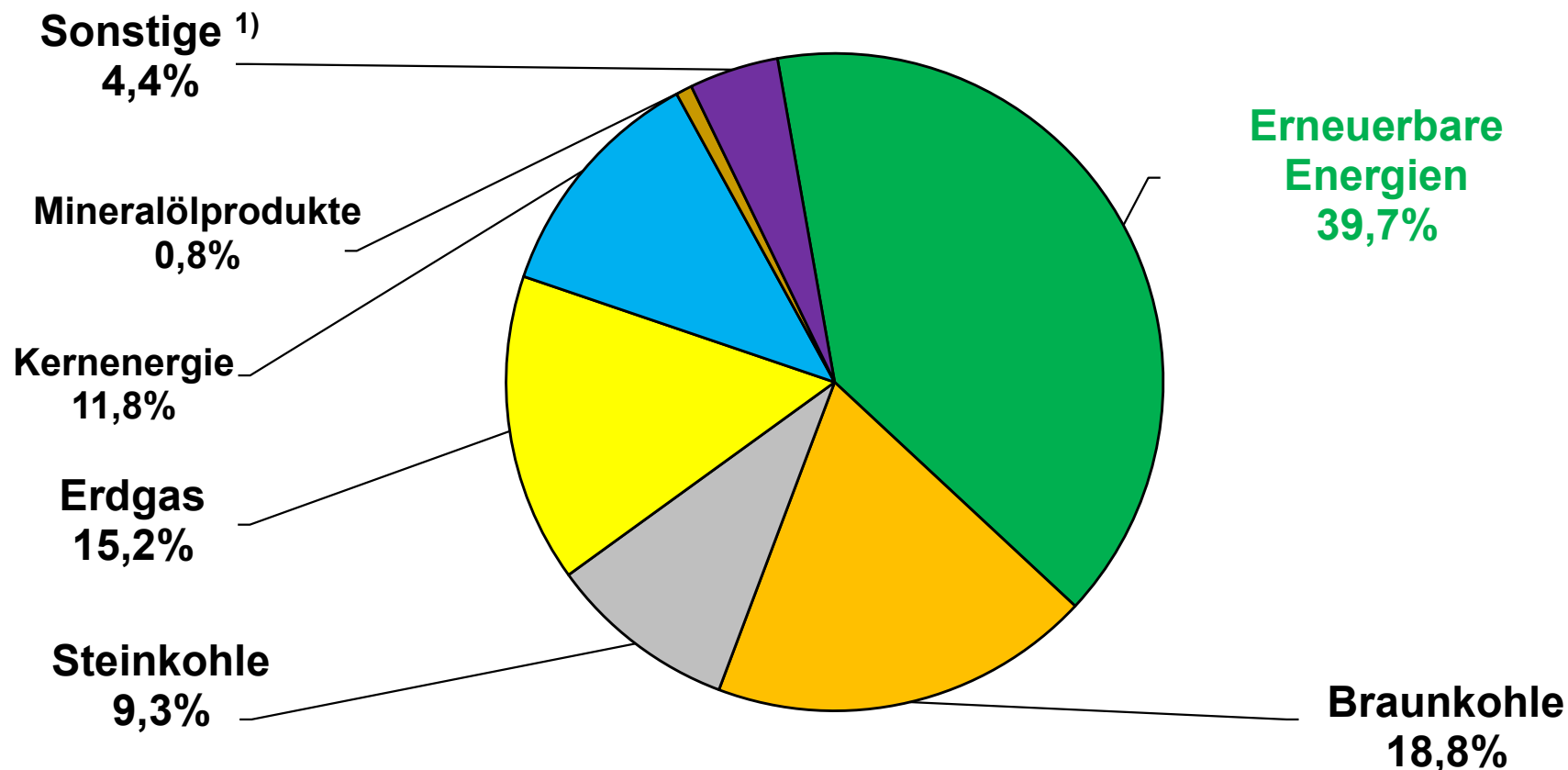
Quellen: AGEb aus BMWi – Energiedaten, Gesamtausgabe, Grafik /Tab. 22, 1/2022, AGEb - BSE in Deutschland 1990-2020, 2/2022 und Energieverbrauch 2020, 1/2021; Stat. BA 9/2021

Brutto-Stromerzeugung (BSE) mit PSE nach Energieträgern mit Beitrag erneuerbare Energien in Deutschland 2021 (3)

Jahr 2021: BSE-Gesamt 588,1 TWh (Mrd. kWh) mit PSE; Veränderung 1990/2021 + 6,9%

Ø 7.069 kWh/Kopf

Beitrag erneuerbare 233,6 TWh, Anteil an der BSE 39,7%



Anteil fossile Energien 44,1%, davon Kohlen 28,1%

* Daten 2021 vorläufig, Stand 03/2022 Energieeinheit: 1 Mrd. kWh = 1 TWh

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 83,2 Mio.

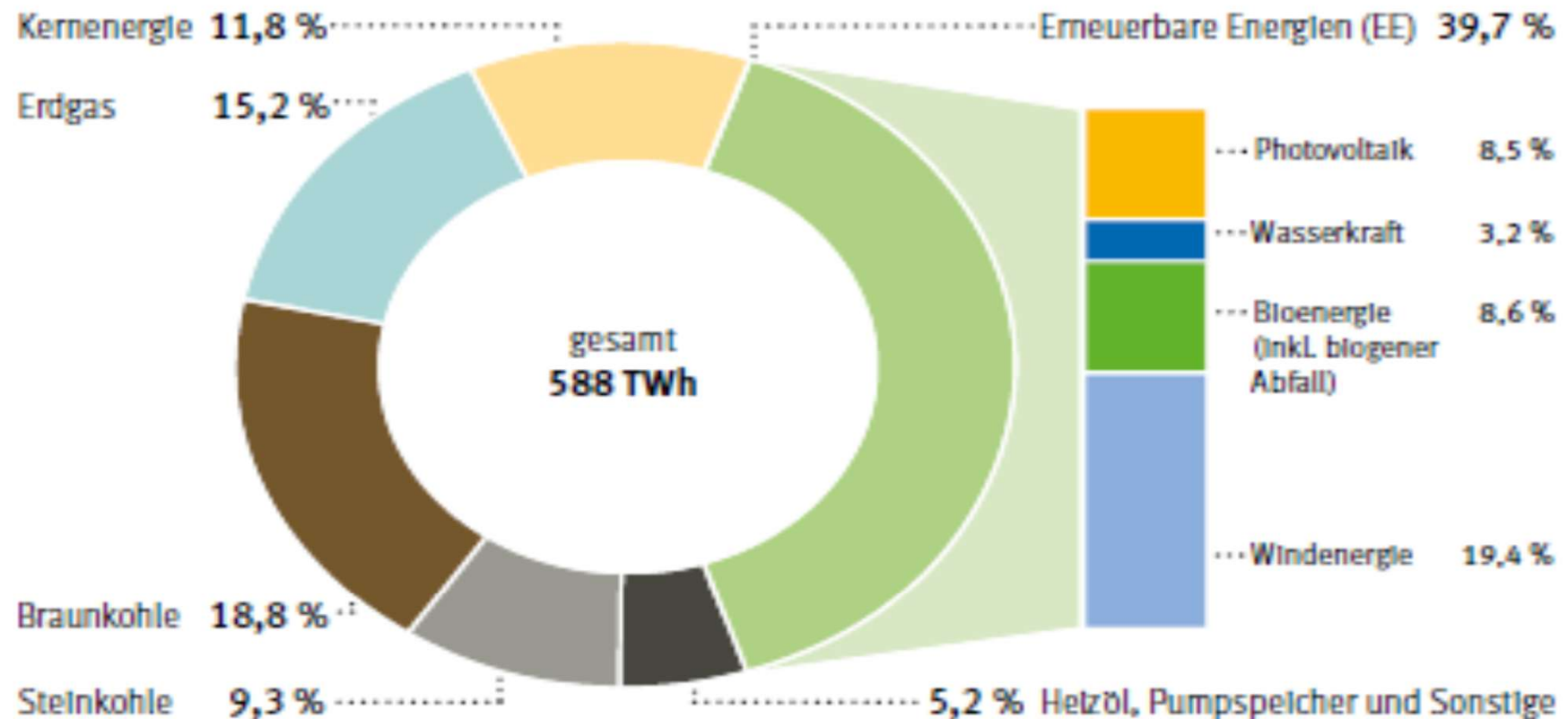
1) Sonstige (26,0 TWh): Nichtbiogene Abfälle (50%) 6,1 TWh, PSP Pumpspeicherstrom (5,2 TWh) sowie Netzverluste, Eigenverbrauch und Abwärme (14,7 TWh)

Nachrichtlich: Bruttostromverbrauch (BSV) 568,8 TWh; EE-Anteil am BSV 41,1 Prozent

Bruttostromerzeugung nach Energieträgern in Deutschland im Jahr 2021 (4)

Bruttostromerzeugung 2021

Bruttostromerzeugung 2021: 588,1 Mrd. KWh (588,1 TWh) – Anteil EE: 39,7 %
Bruttostromverbrauch 2021: 568,8 Mrd. KWh (568,8 TWh) – Anteil EE: 41,1 %
(Differenz: Stromexport-Saldo 2021: 19,3 TWh)



Bruttostromverbrauch: 568,8 TWh; EE-Anteil: 41,1 %, Stromimportsaldo: -19,3 TWh

Quelle: FNR nach AGEF (Februar 2022)
© FNR 2022

Entwicklung der Bruttostromerzeugung (BSE) aus erneuerbaren Energien in Deutschland von 1990 bis 2020 (1)

Jahr 2020: 250,2 TWh (Mrd. kWh)

3.006 kWh/Kopf

EE-Anteil am Gesamt BSV 45,3% bzw. am Gesamt-BSE 43,8%^{1,2)}

Abbildung 6: Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien

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

* Daten 2020 vorläufig, Stand 10/2021

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt Basis Zensus 2011) 2020: 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 2020: Anteil erneuerbarer Energien bezogen auf den Bruttostromverbrauch (BSV) von 552,2 TWh (Mrd. kWh) bzw. BSE von 567,4 TWh nach AGEb

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

AGEb – BSE in D 1990-2020, 12/2021; BMWI – Energiedaten, Tabelle 22, 9/2021; AGEb – Energieverbrauch in Deutschland 2020, 2/2021; BMWI EE in D 2020, 3/2021

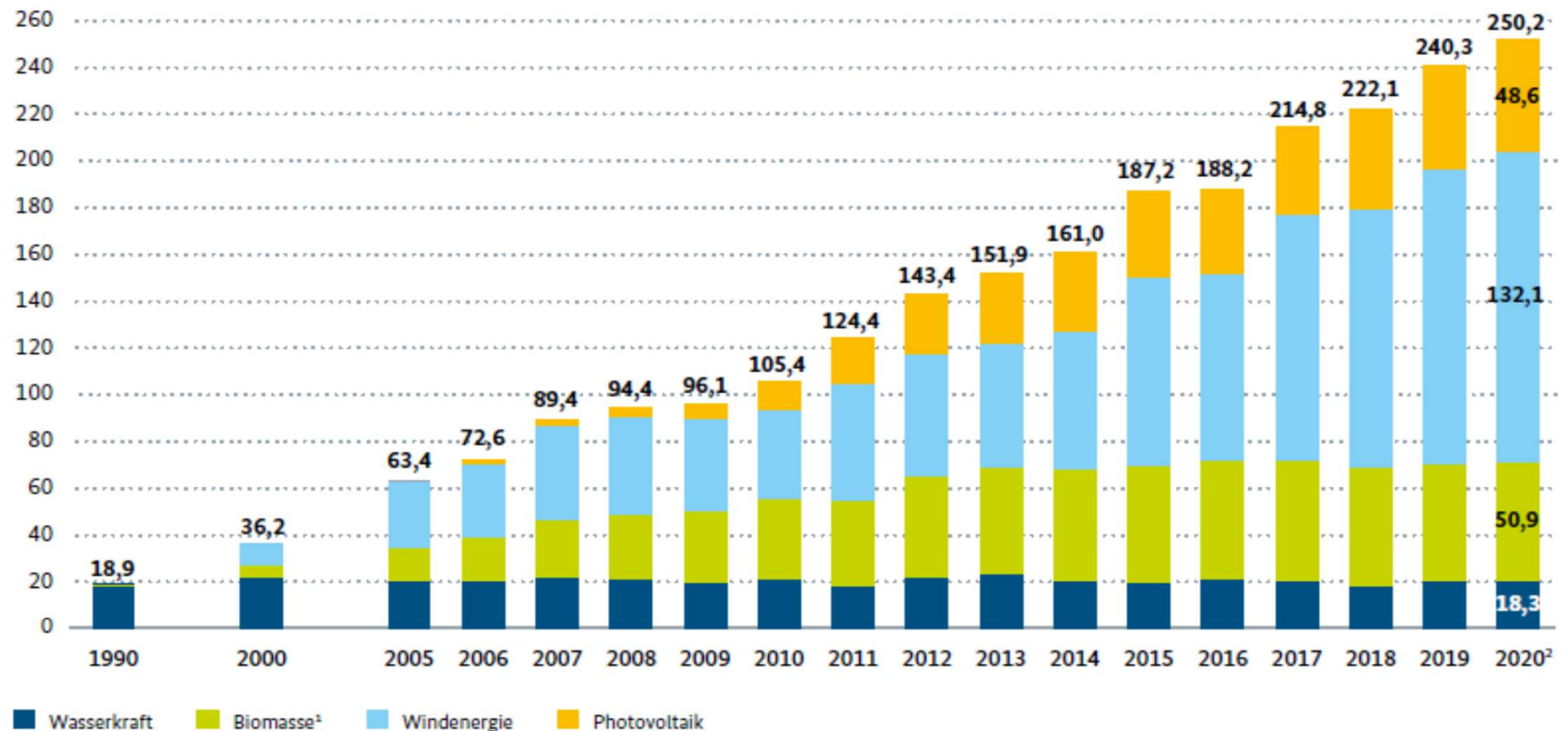
Entwicklung Brutto-Stromerzeugung (BSE) aus erneuerbaren Energien (EE) in Deutschland 1990-2020 (2)

Jahr 2020: Gesamt 250,2 TWh (Mrd. kWh)

EE-Anteil am Gesamt BSV 45,3% bzw. am Gesamt-BSE 43,8%^{1,2)}

Abbildung 7: Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien

Bruttostromerzeugung in TWh



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

2 Stromerzeugung der jeweiligen Technologien in den Vorjahren siehe dazu Abbildung 6

Geothermische Stromerzeugung aufgrund geringer Strommengen nicht dargestellt

Quellen: BMWi auf Basis AGEE-Stat und weiterer Quellen, siehe Abbildung 6, teilweise vorläufige Angaben

Quelle: BMWi – Erneuerbare Energien in Zahlen - Nationale und internationale Entwicklung 1990-2020, S. 14, Stand 10/2021; www.erneuerbare-Energien.de;

Entwicklung der Bruttostromerzeugung (BSE) aus erneuerbaren Energien in Deutschland von 1990 bis 2020 (3)

Jahr 2020: Gesamt 250,2 TWh (Mrd. kWh)

EE-Anteil am Gesamt BSV 45,3% bzw. am Gesamt-BSE 43,8%^{1,2)}

Abbildung 4: Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien in den Jahren 2019 und 2020

	Erneuerbare Energien 2019		Erneuerbare Energien 2020	
	Bruttostrom- erzeugung (GWh) ⁴	Anteil am Brutto- stromverbrauch ⁵ (%)	Bruttostrom- erzeugung (GWh) ⁴	Anteil am Brutto- stromverbrauch ⁵ (%)
Wasserkraft ¹	19.731	3,4	18.322	3,3
Windenergie an Land	101.150	17,6	104.796	19,0
Windenergie auf See	24.744	4,3	27.306	4,9
Photovoltaik	44.383	7,7	48.641	8,8
biogene Festbrennstoffe ²	11.038	1,9	11.228	2,0
biogene flüssige Brennstoffe	330	0,1	308	0,1
Biogas	28.225	4,9	28.757	5,2
Biomethan	2.859	0,5	2.914	0,5
Klärgas	1.581	0,3	1.578	0,3
Deponiegas	287	0,05	247	0,04
biogener Anteil des Abfalls ³	5.806	1,0	5.829	1,1
Geothermie	197	0,03	231	0,04
Summe erneuerbare Energien	240.331	41,8	250.157	45,3

1 bei Pumpspeicherkraftwerken nur Stromerzeugung aus natürlichem Zufluss

2 inkl. Klärschlamm

3 in Abfallverbrennungsanlagen mit 50 Prozent angesetzt

4 1.000 GWh = 1 TWh

5 bezogen auf den Bruttostromverbrauch, 2020: 552,2 Terawattstunden; 2019: 574,6 Terawattstunden, davon Bruttostromerzeugung aus fossilen Energieträgern nach AGEb [1]

Struktur der Brutto-Stromerzeugung (BSE) aus erneuerbaren Energien in Deutschland 2020/21 (4)

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

EE-Anteil am Gesamt BSV 41,1% bzw. am Gesamt-BSE 39,7%^{1,2)}

Jahr 2020		EE 2020	Anteil der erneuerbaren Energien	vermiedene THG-Emissionen	Jahr 2021		EE 2021	Anteil der erneuerbaren Energien	vermiedene THG-Emissionen
		[GWh]	[%]	[1.000 t CO ₂ -Äq.]			[GWh]	[%]	[1.000 t CO ₂ -Äq.]
Bruttostromerzeugung	Wasserkraft	18.317	am Bruttostromverbrauch	3,3	14.672	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

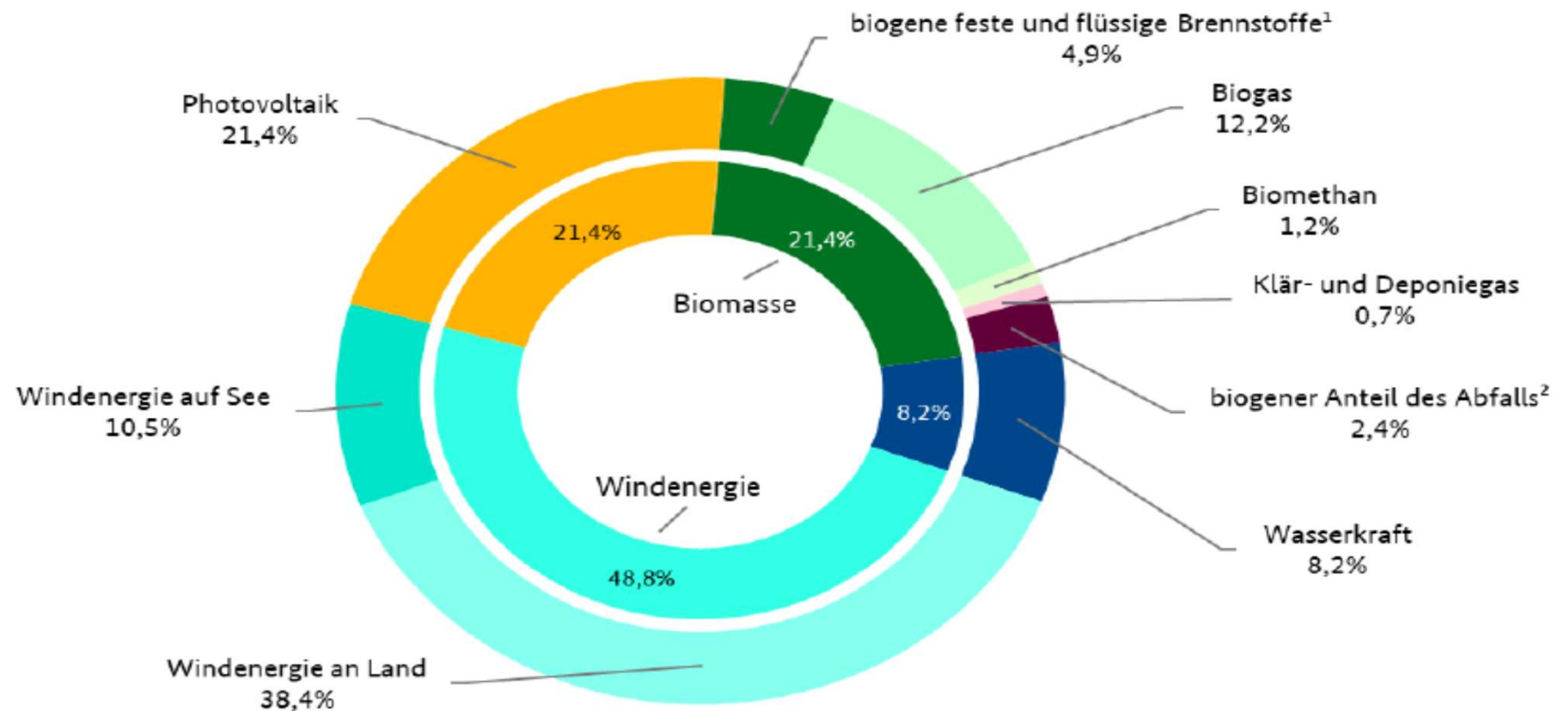
Brutto-Stromerzeugung (BSE) aus erneuerbaren Energien in Deutschland 2021 (5)

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



¹ inkl. Klärschlamm; ² 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

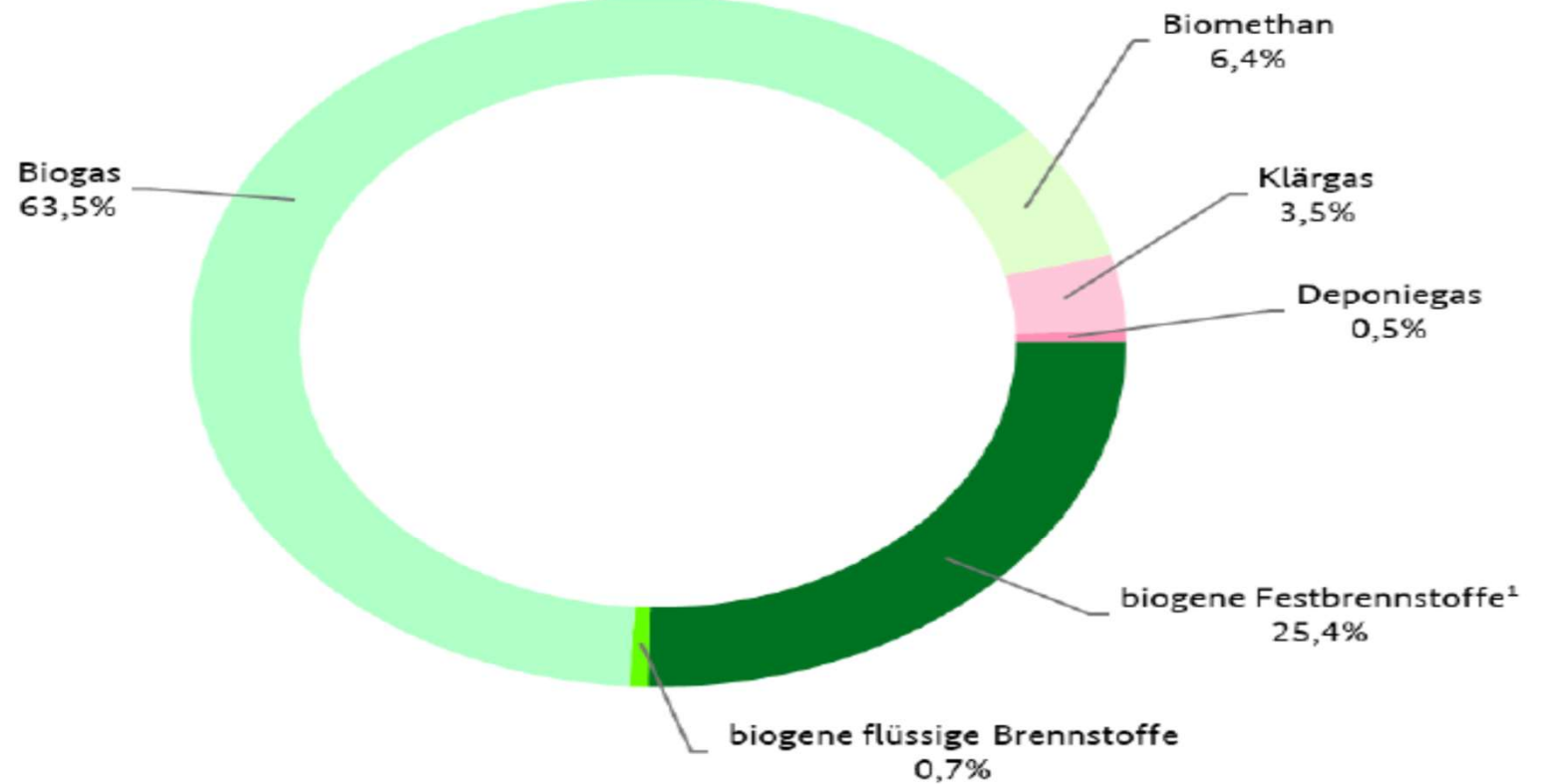
Brutto-Stromerzeugung (BSE) aus Biomasse in Deutschland 2021 (6)

Biomasse 44,8 TWh (Mrd. kWh)

Biomasse-Anteil BSE 7,6% von gesamt 588,1 TWh bzw. Biomasse-Anteil BSV 7,9% von 568,8 TWh

Bruttostromerzeugung aus Biomasse in Deutschland im Jahr 2021

Gesamt: 44,8 Mrd. Kilowattstunden



¹ inkl. Klärschlamm, ohne den biogenen Anteil des Abfalls in Abfallverbrennungsanlagen

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

* Daten 2021 vorläufig, Stand 2/2022

Quelle: BMWI – Entwicklung erneuerbare Energien in Deutschland 2021, Grafik, Zeitreihen 2/2022

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

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 ¹	flüssige Biomasse	gasför- mige Biomasse ²	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

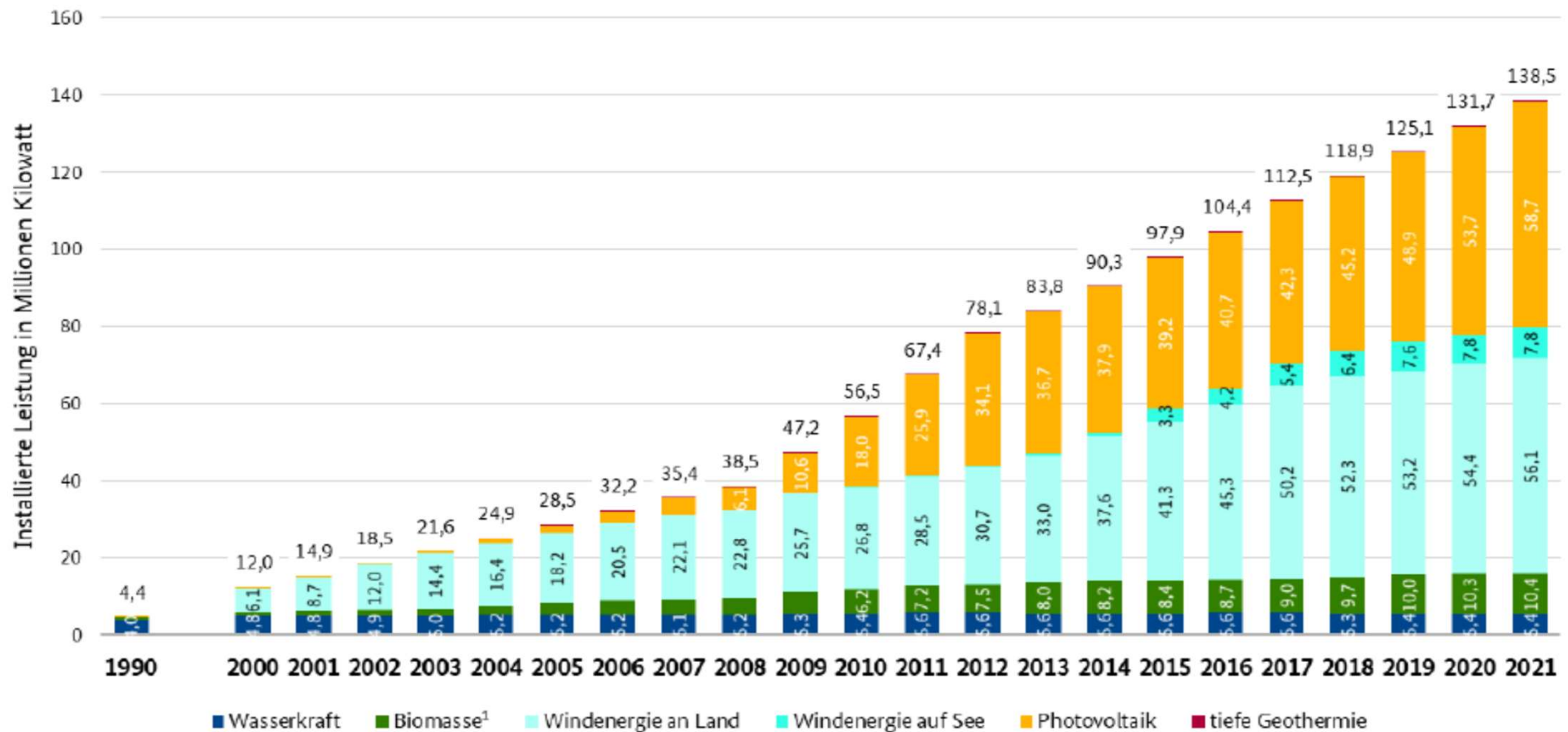
¹ inklusive biogener Anteil des Abfalls

² 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



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

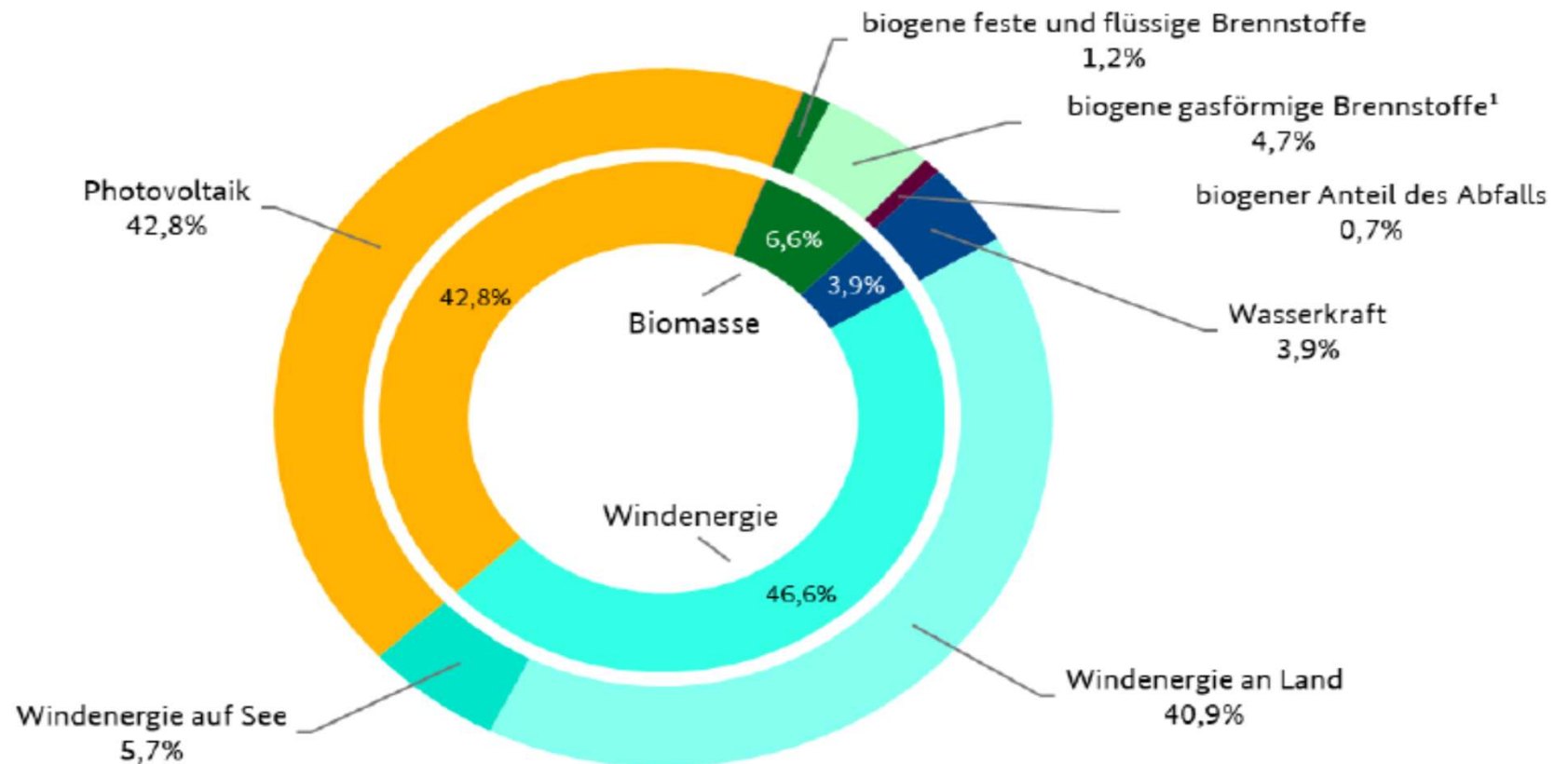
BMWK auf Basis Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat); Stand: Februar 2022

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



¹ Biogas, Biomethan, Deponie- und Klärgas

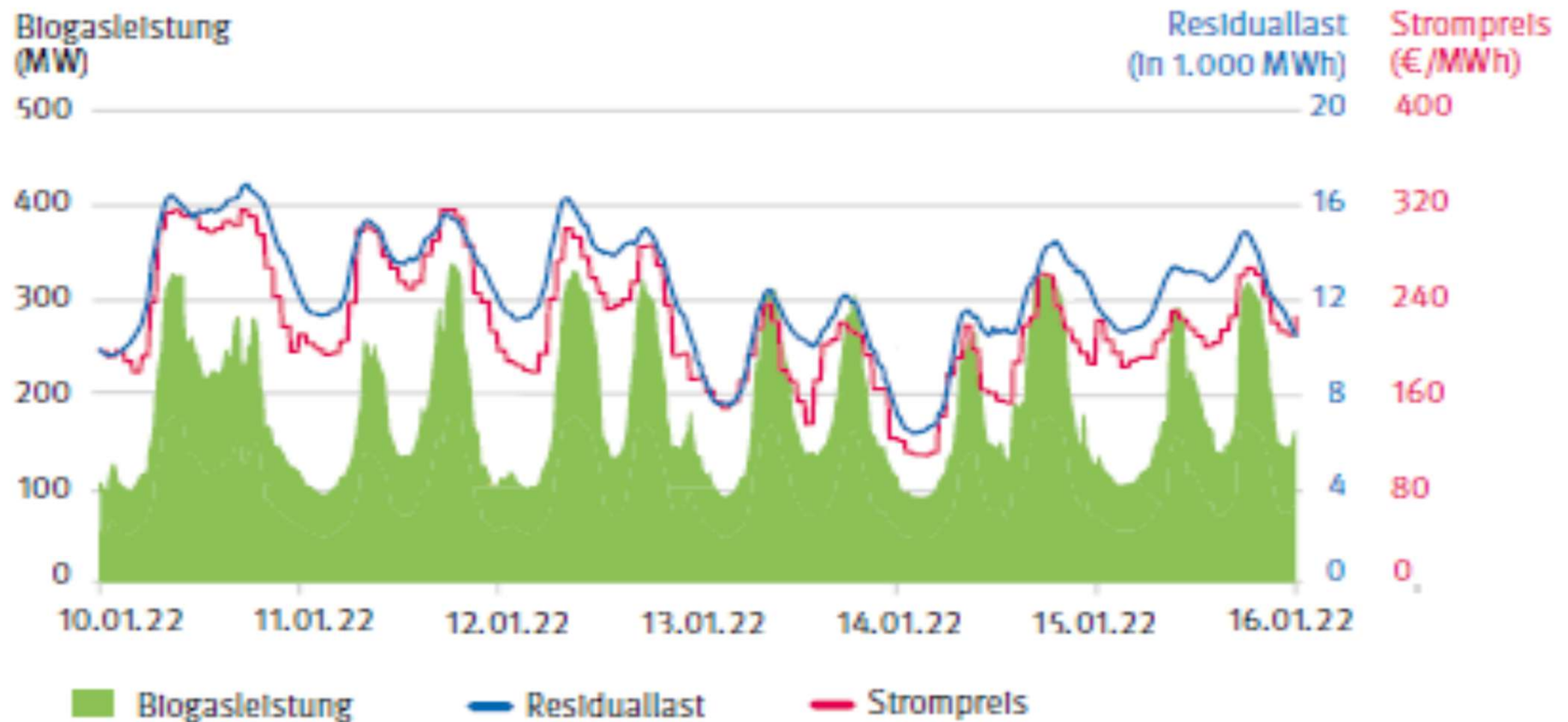
Hinweis: Wegen des geringen Anteils geothermischer Stromerzeugungsanlagen (0,04%) werden diese nicht dargestellt.

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

Visualisierung flexibilisierter Biogas-Stromerzeugung in Deutschland 10.01. bis 16.01.2022

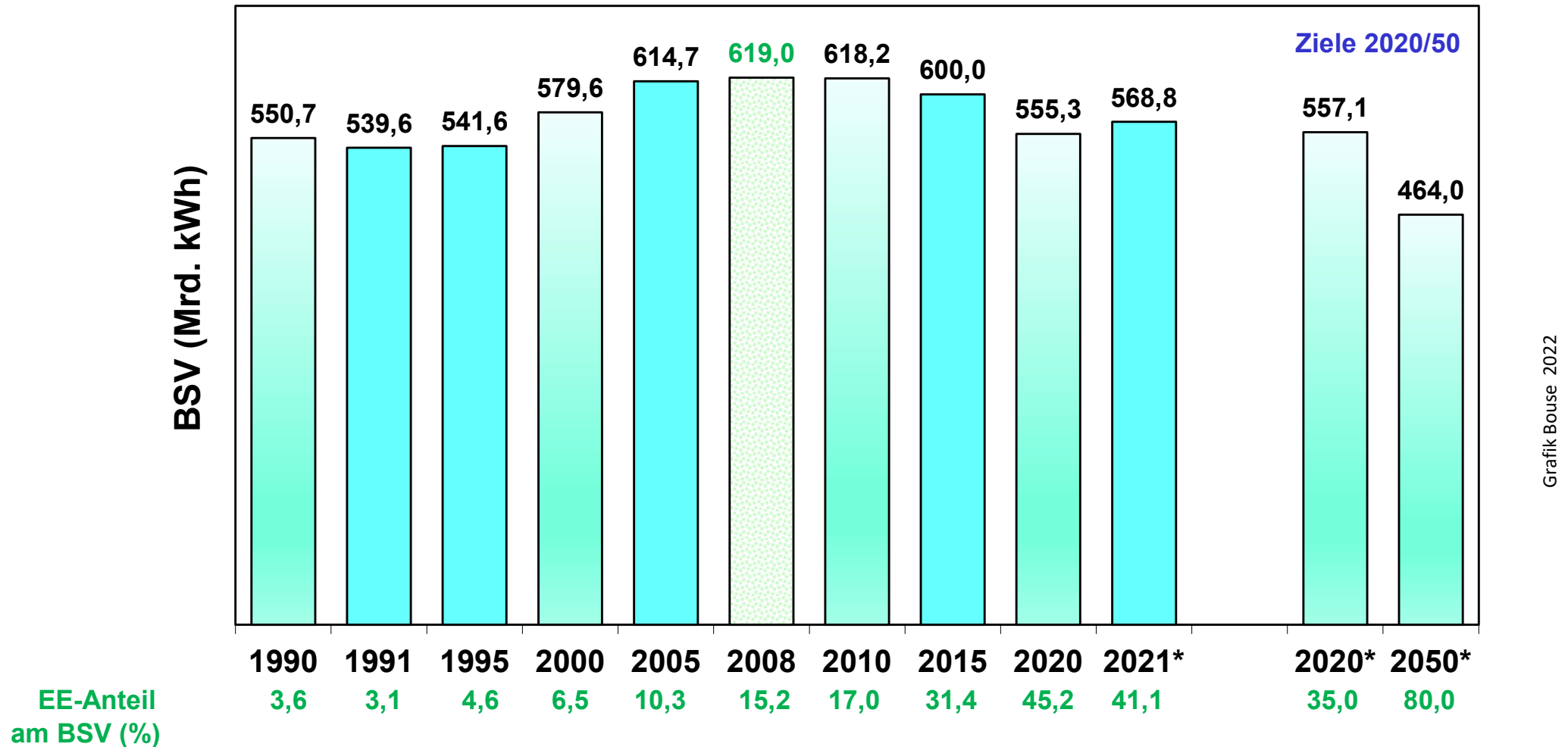
Visualisierung flexibilisierter Biogas-Stromerzeugung



Quelle: FNR nach Agrarservice Lass GmbH, SMARD (01/2022)
© FNR 2022, aktuelle Daten auf <https://visuflex.fnr.de>

Entwicklung Brutto-Stromverbrauch (BSV) ¹⁾ mit Anteil erneuerbare Energien (EE) in Deutschland 1990-2021, Ziele 2020/50

Jahr 2021: 568,8 TWh (Mrd. kWh), Veränderung 1990/2021 + 3,3%
Ø 6.837 kWh/Kopf



* Daten 2021 vorläufig, Stand 3/2022

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2021 = 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 1990-2020, 121/2021; Stat. BA 9/2021; BMWI – 8. Monitoringbericht zur Energiewende 2020, Datenübersicht 3/2020; BMWI – Energiedaten 1/2022

BMWI – Entwicklung erneuerbare Energien in Deutschland 1990-2021, 2/2022; AGEB – Energieverbrauch in Deutschland 2021, 3/2022

Energetische Nutzung Biogase

Wärmeversorgung

Einleitung und Ausgangslage

Bioenergie zur Wärmeversorgung in Deutschland, Stand 2/2019

Der Anteil der Bioenergie am gesamten Endenergieverbrauch für Wärme in Deutschland belief sich im Jahr 2017 auf 11,3% 140,6 Mrd. KWh). Mit einem Anteil von fast 87 Prozent aller EE bleibt die Biomasse mit großem Abstand die wichtigste erneuerbare Wärmequelle.

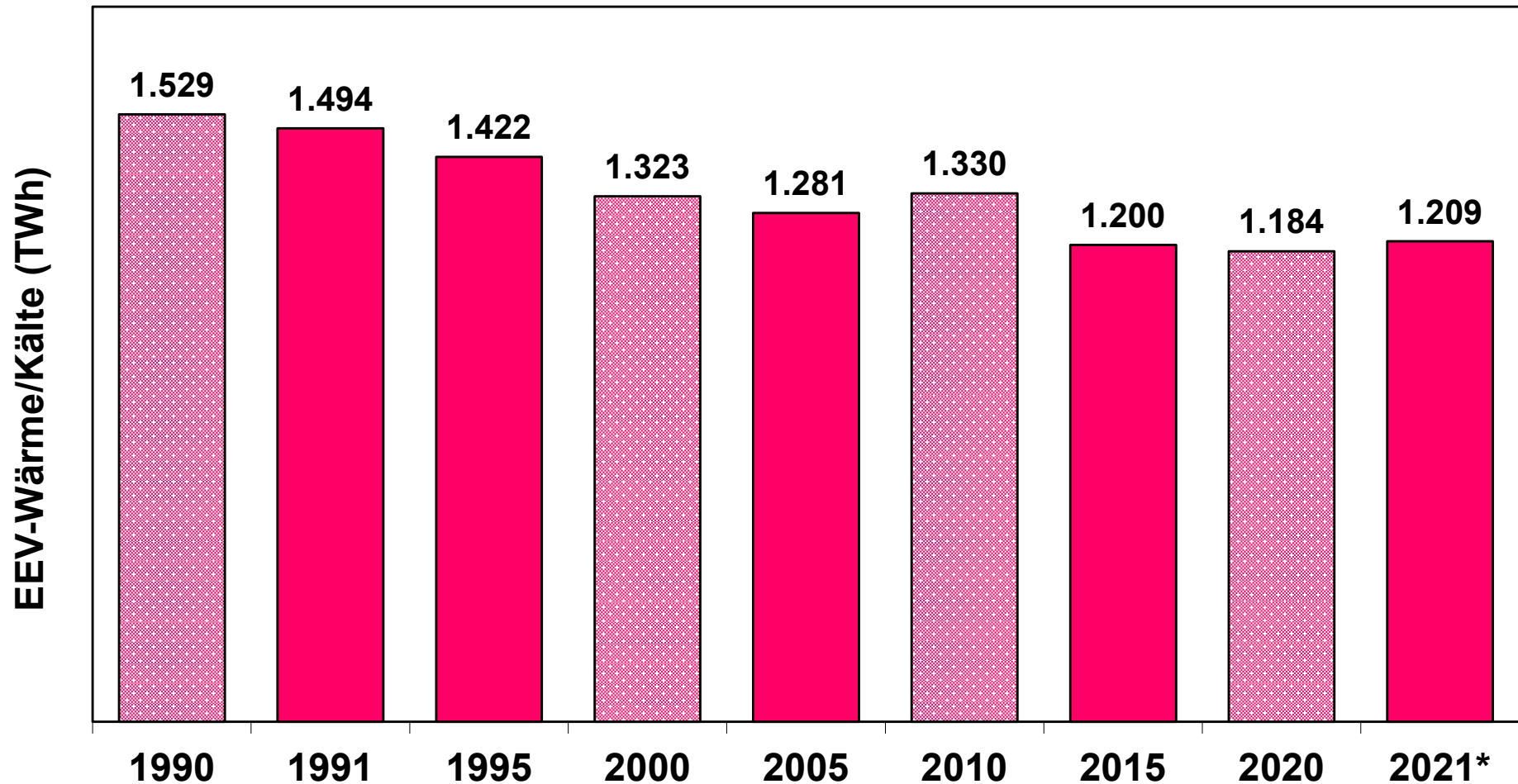
Zur Wärmebereitstellung dienen Festbrennstoffen (z.B. Holz), flüssigen Energieträgern (z.B. Pflanzenöl), gasförmigen Brennstoffen (z.B. Biogas aus Gülle und Energiepflanzen sowie Klär- und Deponiegas) und dem biogenen Anteil des Abfalls.

Kleinfeuerungsanlagen werden überwiegend in Privathaushalten zur Wärmebereitstellung betrieben und mit Scheithölzern und Holzpellets in hochmodernen, elektronisch geregelten, teils vollautomatischen Vergaserkesseln oder Holzpellet-Heizungen befeuert. Hierzu werden Holzpresslinge aus naturbelassenem gepresstem Restholz, die sogenannten Pellets, in einem Holzpelletofen verbrannt. Diese Pellet-Zentralheizungen können konventionelle Ölheizsysteme ersetzen. Pelletheizungen sind so anwenderfreundlich wie herkömmliche Öl- und Erdgasheizsysteme. Mit Anlagen mittlerer und großer Leistung (ab 100 kWth Leistung) werden größere Liegenschaften, mehrere Gebäude oder ganze Stadtviertel effizient über Nahwärmenetze versorgt. Dabei werden überwiegend Holzhackschnitzel als Brennstoff eingesetzt.

Entwicklung **Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte (EEV-Wärme/Kälte)** in Deutschland 1990-2021

Jahr 2021: 4.354 PJ = 1.209,4 TWh (Mrd. kWh), Veränderungen 1990/2021 – 20,9%

Beitrag EE 199,4 TW, Anteil 16,5%



Grafik Bouse 2022

* Daten 2021 vorläufig, Stand 2/2022

ohne Stromverbrauch für Wärme und Kälte

Nachrichtlich 2020:

1) Nachrichtlich gesamter Brutto-Endenergieverbrauch (B-EEV) 2020: 8.669 PJ = 2.408,1 TWh (EE-Anteil 19,3%) nach EU-Richtlinie

2) Nachrichtlich gesamter Endenergieverbrauch (EEV) 2020: 8.400 PJ = 2.316,6 TWh (EE-Anteil 20,6%)

Quellen: AGEb, AGEE-Stat., ZSW aus BMWi - Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland 1990-2021, Stand 2/2022;

UBA – Erneuerbare Energien in Deutschland – Daten zur Entwicklung im Jahr 2021, S. 21, 03/2022

Stand Erneuerbare Energien für Wärme und Kälte am Endenergieverbrauch zur Energiewende in Deutschland 2018/19, Ziele 2020 bis 2050 (1)

Wo stehen wir?

- Der Anteil erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch lag im Jahr 2019 bei 42,0 Prozent. Das Ziel von mind. 35 Prozent im Jahr 2020 wurde bereits im Jahr 2017 überschritten.
- Am Endenergieverbrauch für Wärme erreichten die erneuerbaren Energien im Jahr 2019 einen Anteil von 14,7 Prozent. Das nationale Ziel von mind. 14 Prozent im Jahr 2020 wurde bereits im Jahr 2018 erreicht.

Was ist neu?

- Um einen zusätzlichen Beitrag zu den Klimaschutzzielen zu leisten, wurden mit dem Energiesammelgesetz Ende 2018 Sonderausschreibungen für Photovoltaik und Windenergie an Land in den Jahre 2019 bis 2021 eingeführt.
- Mit dem Gebäudeenergiegesetz (GEG) wurde im August 2020 der 52 GW-Ausbaudeckel für Photovoltaik (PV) aufgehoben und den Bundesländern die Möglichkeit eingeräumt, Mindestabstände von höchstens 1.000 Metern für Windenergieanlagen festzulegen.
- Gleichzeitig wurde mit dem Kohleverstromungsbeendigungsgesetz (KVBG) verankert, den Anteil des aus erneuerbaren Energien erzeugten Stroms am Bruttostromverbrauch auf 65 Prozent bis zum Jahr 2030 zu steigern.
- Mit dem Windenergie-auf-See-Gesetz (WindSeeG) wurde im Dezember 2020 die Erhöhung des Ausbauziels für 2030 von 15 auf 20 GW gesetzlich verankert und ein Langfristziel von 40 GW bis 2040 beschlossen.
- Ende 2020 wurde das EEG novelliert. Das EEG 2021 enthält u. a. Ausbaupfade zur Erreichung des 65 Prozent-Ziels und sowie als Langfristziel, dass vor dem Jahr 2050 der gesamte Strom, der in Deutschland erzeugt oder verbraucht wird, treibhausgasneutral erzeugt werden soll.

	2018	2019	2020	2030	2040	2050
ERNEUERBARE ENERGIEN						
Anteil am Bruttoendenergieverbrauch	16,8%	17,4%	18%	30%	45%	60%
Anteil am Bruttostromverbrauch	37,8%	42,0 %	mind. 35%	65%**		***
Anteil am Endenergieverbrauch Wärme	14,8%	14,7%	14%			

**Ziel nach Klimaschutzprogramm 2030 und nach EEG-2021. 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 vor, dass vor dem Jahr 2050 der gesamte Strom, der im Bundesgebiet erzeugt oder verbraucht wird, treibhausgasneutral erzeugt wird.

Zielsteckbrief: Entwicklung Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch für Wärme- und Kälte (EEV-W/K) in Deutschland 2008-2020, Ziel 2020 (2)

Jahr 2020: 181,7 (Mrd. kWh)

Beitrag EE 181,7 TW, Anteil 15,3% von gesamt 1.184,4 TWh

4.3 Erneuerbare Energien im Wärmesektor für Jahr 2019

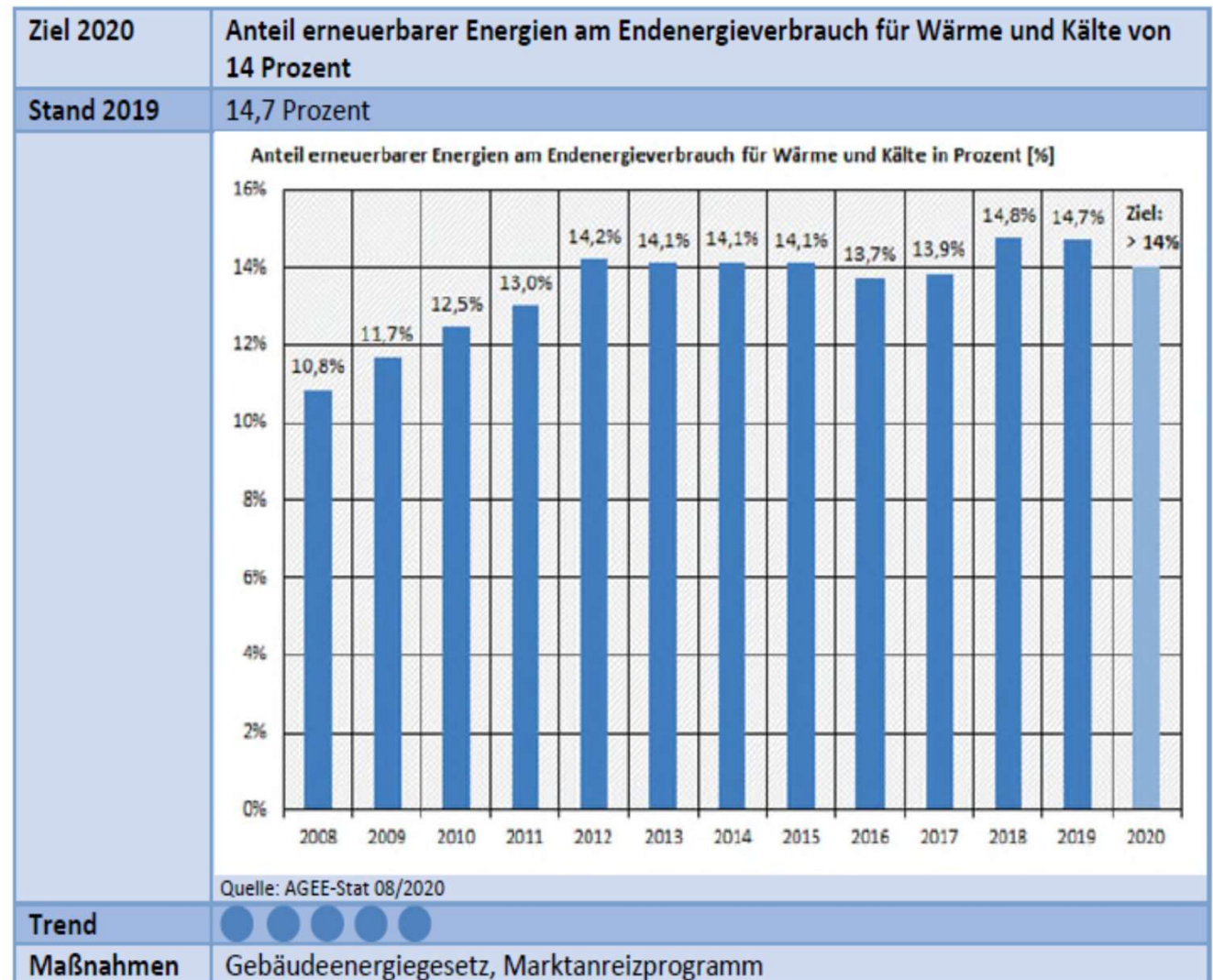
Die Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärmeerzeugung hat im Jahr 2019 unter anderem infolge der im Vergleich zum Vorjahr kühleren Witterung zugenommen.

Da sich der gesamte Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte witterungsbedingt ebenfalls leicht erhöhte, blieb der Anteil der erneuerbaren Energien mit 14,7 Prozent nahezu konstant (2018: 14,8 Prozent).

Die bedeutendste Wärmequelle der erneuerbaren Energien ist weiterhin die Biomasse. Witterungsbedingt stieg insbesondere der Energieholzverbrauch (einschließlich Holzpellets) in privaten Haushalten und im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen im vergangenen Jahr an (+2,4 TWh). Dies trug dazu bei, dass der Anteil der gesamten Biomasse (fest, flüssig, gasförmig sowie biogene Abfälle) an der erneuerbaren Wärme mit etwa 86 Prozent stabil blieb. Des Weiteren legte die mittels Wärmepumpen nutzbar gemachte Umweltwärme aufgrund des Zubaus neuer Anlagen um rund neun Prozent (+1,2 TWh) gegenüber dem Vorjahr zu, während die solarthermische Wärmeerzeugung aufgrund der gegenüber dem Rekordjahr 2018 rückläufigen Globalstrahlung um vier Prozent (-0,4 TWh) abnahm.

Vor dem Hintergrund eines angestrebten klimaneutralen Gebäudebestands bis zum Jahr 2050 soll der erneuerbare Anteil in den Bereichen Wärme und Kälte u.a. durch eine Dekarbonisierung der Fernwärmenetze in den nächsten Jahren weiter gesteigert werden. Wie der Nationale Energie- und Klimaplan aufzeigt, erfordert dies zugleich eine ambitionierte Verbesserung der Energieeffizienz im Gebäudebereich (siehe auch Kapitel 6).

Abbildung 4.5: Zielsteckbrief: Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte



Entwicklung Endenergieverbrauch Wärme und Kälte (EEV-Wärme + Kälte) aus erneuerbaren Energien in Deutschland 1990-2020/21 (1)

Jahr 2021: Gesamt 199.376 GWh = 199,4 TWh

EE-Anteil 16,5% von 1.209,4 TWh

Abbildung 14: Endenergieverbrauch Wärme aus erneuerbaren Energien

	Feste Biomasse ¹	Flüssige Biomasse ²	Gasförmige Biomasse ³	Solarthermie	Oberflächennahe Geothermie, Umweltwärme ⁴	Summe Endenergieverbrauch Wärme	EE-Anteil am Endenergieverbrauch Wärme
	(GWh) ⁵					(GWh) ⁵	(%)
1990	30.573	0	0	131	1.812	32.516	2,1
2000	53.604	8	1.355	1.292	2.170	58.429	4,4
2005	92.425	1.219	3.126	3.028	2.815	102.613	8,0
2006	103.952	1.778	3.413	3.547	3.272	115.962	8,8
2007	110.874	2.834	5.727	3.934	3.961	127.330	10,8
2008	121.293	3.409	5.678	4.474	4.783	139.637	10,8
2009	117.082	3.660	7.325	5.250	5.719	139.036	11,7
2010	139.945	3.366	10.078	5.590	6.627	165.606	12,4
2011	130.005	2.572	11.871	6.388	7.540	158.376	13,0
2012	144.980	2.104	11.819	6.638	8.571	174.112	14,2
2013	149.381	2.206	13.214	6.700	9.596	181.097	14,2
2014	128.080	2.372	15.139	7.204	10.695	163.490	14,2
2015	131.976	2.189	16.914	7.705	11.479	170.263	14,1
2016	128.595	2.188	17.822	7.691	12.554	168.850	13,7
2017	131.386	2.194	18.325	7.852	13.576	173.333	14,0
2018	133.328	2.291	19.123	8.875	14.812	178.429	15,0
2019	135.619	2.383	19.564	8.483	16.024	182.073	15,1
2020	132.306	3.207	20.064	8.707	17.419	181.703	15,6

1 inkl. des biogenen Anteils des Abfalls (in Abfallverbrennungsanlagen mit 50 Prozent angesetzt), Klärschlamm und Holzkohle

2 inkl. Biodieselvebrauch für Land- und Forstwirtschaft, Baugewerbe und Militär

3 Biogas, Biomethan, Klär- und Deponiegas

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

5 1.000 GWh = 1 TWh

Der Begriff „Endenergieverbrauch Wärme“ umfasst auch den Endenergieverbrauch für Kälteanwendungen.

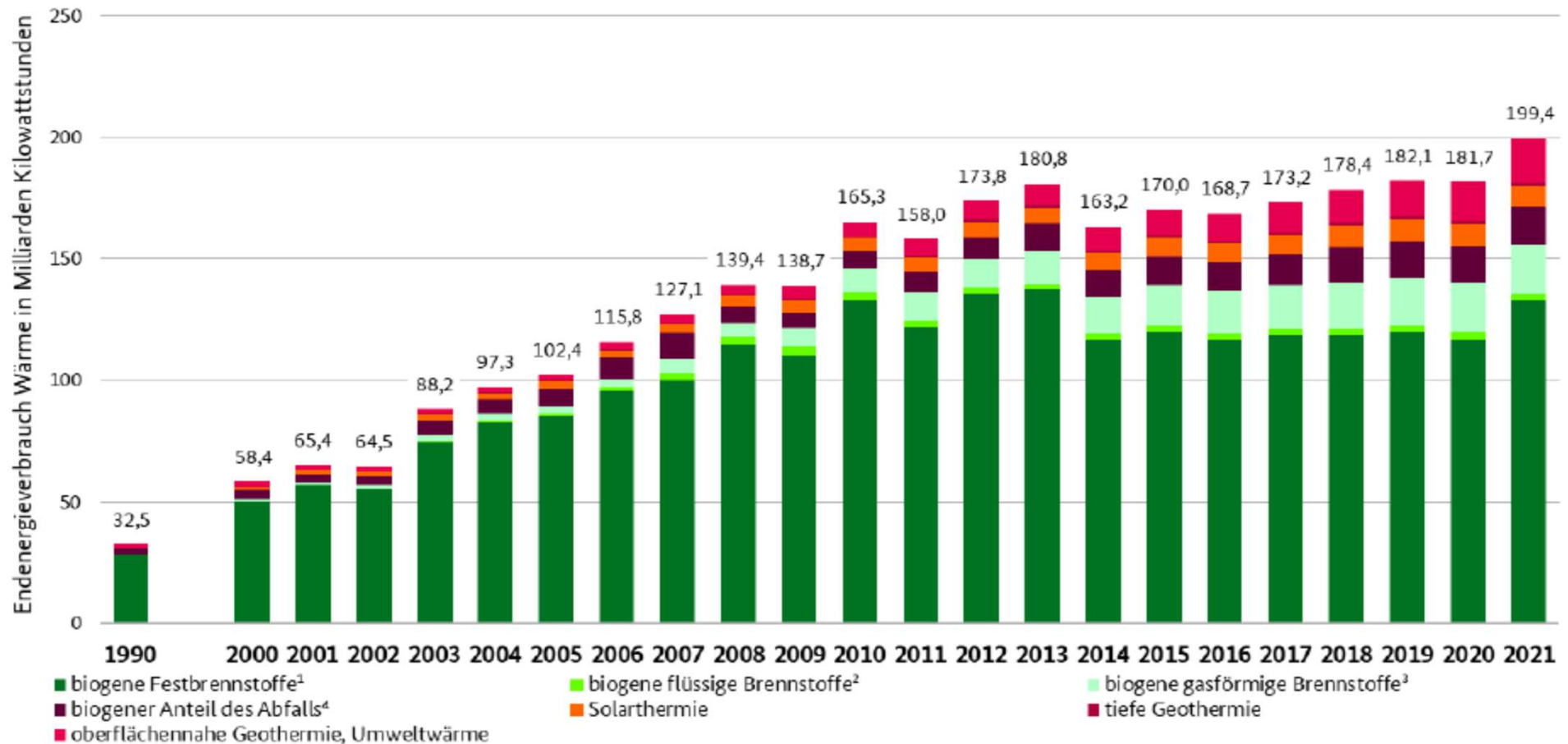
Quellen: BMWi auf Basis AGEE-Stat; AGEB [1], [14]; StBA [2], [15]; ZSW [6]; DENA [7]; Thünen-Institut [12], [16]; GZB [17]; IEA/ESTIF [18]; FNR [19]; UNI HH [20]; DBFZ; BDH; BSW, DEPV; BWP, teilweise vorläufige Angaben

Entwicklung des Endenergieverbrauchs aus erneuerbaren Energien für Wärme und Kälte (EEV-Wärme + Kälte) in Deutschland 1990-2021 (2)

Jahr 2021: 199,4 (Mrd. kWh), Veränderung 2021 zum VJ 9,7%

Anteil EE 16,5% von gesamt 1.209,4 TWh

Entwicklung des Endenergieverbrauchs erneuerbarer Energien für Wärme und Kälte in Deutschland



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

6 Gesamter Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte ohne Strom (EEV-W/K) 1.209,4 TWh = 4.354 PJ im Jahr 2021

Quelle: BMWI Entwicklung erneuerbare Energien in Deutschland 2021, Grafiken, Zeitreihen 02/2022;

Entwicklung Endenergieverbrauch erneuerbare Energien für Wärme und Kälte (EEV-Wärme/Kälte) in Deutschland 2020/21 (1)

Jahr 2021: Gesamt 199.376 GWh = 199,4 TWh

EE-Anteil 16,5% von 1.209,4 TWh

Tabelle 3

Endenergieverbrauch erneuerbarer Energien für Wärme

	Erneuerbare Energien 2020		Erneuerbare Energien 2021	
	Endenergieverbrauch Wärme in GWh	Anteil am Endenergieverbrauch Wärme ^a in %	Endenergieverbrauch Wärme in GWh	Anteil am Endenergieverbrauch Wärme ^a in %
biogene Festbrennstoffe (Haushalte) ¹	67.898	5,7	81.130	6,7
biogene Festbrennstoffe (GHD) ²	19.425	1,6	21.768	1,8
biogene Festbrennstoffe (Industrie) ³	23.279	2,0	23.279	1,9
biogene Festbrennstoffe (HW/HKW) ⁴	6.296	0,5	6.662	0,6
biogene flüssige Brennstoffe ⁵	3.239	0,3	2.932	0,2
Biogas	13.603	1,1	13.339	1,1
Biomethan	4.023	0,3	4.056	0,3
Klärgas	2.378	0,2	2.378	0,2
Deponiegas	85	0,01	70	0,01
biogener Anteil des Abfalls ⁶	15.060	1,3	15.895	1,3
Solarthermie	8.905	0,8	8.449	0,7
tiefe Geothermie	1.427	0,1	1.513	0,1
oberflächennahe Geothermie, Umweltwärme ⁷	16.049	1,4	17.905	1,5
Summe	181.667	15,3	199.376	16,5

¹ überwiegend Holz inklusive Holzpellets

² GHD = Gewerbe, Handel, Dienstleistungen

³ inklusive Klärschlamm

⁴ inklusive Klärschlamm (HW= Heizwerke, HKW= Heizkraftwerke)

⁵ inklusive Biokraftstoffe für Land- und Forstwirtschaft, Baugewerbe und Militär

⁶ biogener Anteil des Abfalls in Abfallverbrennungsanlagen mit 50 Prozent angesetzt

⁷ durch Wärmepumpen nutzbar gemachte erneuerbare Wärme (Luft-Wasser-, Wasser-Wasser- und Sole-Wasser-Wärmepumpen sowie Brauchwasser- und Gaswärmepumpen)

^a ohne Strom für Wärme, bezogen auf den EEV für Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme, 2020: 1.184,4 TWh, 2021: 1.209,4 TWh, nach AGEb (vorläufige Schätzung)

Entwicklung Endenergieverbrauch erneuerbare Energien für Wärme und Kälte (EEV-Wärme/Kälte) in Deutschland 2020/21 (2)

Jahr 2021: Gesamt 199.376 GWh = 199,4 TWh

EE-Anteil 16,5% von 1.209,4 TWh

		EE 2020	Anteil der erneuerbaren Energien	vermiedene THG-Emissionen			EE 2021	Anteil der erneuerbaren Energien	vermiedene THG-Emissionen
		[GWh]	[%]	[1.000 t CO ₂ -Äq.]			[GWh]	[%]	[1.000 t CO ₂ -Äq.]
Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte	biogene Festbrennstoffe & Holzkohle (Haushalte)	67.898	5,7	12.188	Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte	biogene Festbrennstoffe & Holzkohle (Haushalte)	81.130	6,7	14.792
	biogene Festbrennstoffe & Holzkohle (GHD)	19.425	1,6	5.178		biogene Festbrennstoffe & Holzkohle (GHD)	21.788	1,8	5.863
	biogene Festbrennstoffe & Klärschlamm (Industrie)	23.279	2,0	7.638		biogene Festbrennstoffe & Klärschlamm (Industrie)	23.279	1,9	7.620
	biogene Festbrennstoffe & Klärschlamm (HW/HKW)	6.298	0,5	1.458		biogene Festbrennstoffe & Klärschlamm (HW/HKW)	6.662	0,6	1.537
	biogene flüssige Brennstoffe	3.239	0,3	688		biogene flüssige Brennstoffe	2.932	0,2	618
	Biogas	13.603	1,1	3.423		Biogas	13.339	1,1	3.350
	Biomethan	4.023	0,3	969		Biomethan	4.056	0,3	962
	Klärgas	2.378	0,2	749		Klärgas	2.378	0,2	747
	Deponiegas	85	0,01	34		Deponiegas	70	0,01	28
	biogener Anteil des Abfalls	15.080	1,3	3.392		biogener Anteil des Abfalls	15.895	1,3	3.580
	Solarthermie	8.905	0,8	2.531		Solarthermie	8.449	0,7	2.404
	tiefe Geothermie	1.427	0,1	388		tiefe Geothermie	1.513	0,1	408
	oberflächennahe Geothermie & Umweltwärme	16.049	1,4	2.893		oberflächennahe Geothermie & Umweltwärme	17.905	1,5	3.011
Summe		181.667	15,3	41.528	Summe		199.376	16,5	44.920

1) Gesamter Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte ohne Strom (EEV-W/K) 1.209,4 TWh = 4.354 PJ im Jahr 2021

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

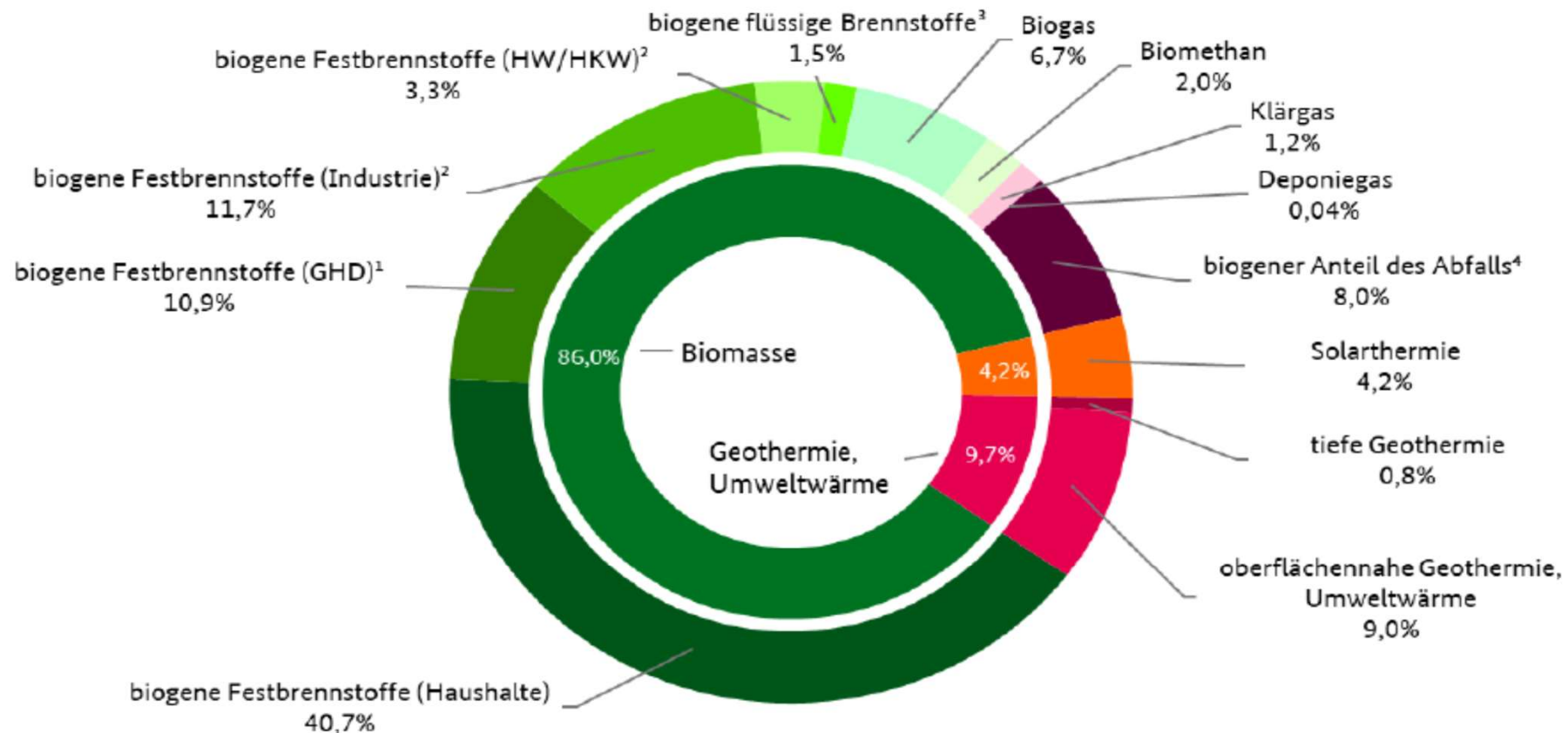
Entwicklung Endenergieverbrauch Wärme (EEV-Wärme + Kälte) aus erneuerbaren Energien in Deutschland 2021 (3)

Gesamt 199,4 TWh

EE-Anteil 16,5% von gesamt 1.209,4 TWh

Endenergieverbrauch erneuerbarer Energien für Wärme und Kälte in Deutschland im Jahr 2021

Gesamt: 199,4 Mrd. Kilowattstunden



¹ GHD = Gewerbe, Handel, Dienstleistungen; ² inkl. Klärschlamm und Holzkohle; ³ inkl. Biokraftstoffverbrauch für Land- und Forstwirtschaft, Baugewerbe und Militär;

⁴ biogener Anteil des Abfalls in Abfallverbrennungsanlagen mit 50 % angesetzt

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

1) Endenergieverbrauch für Wärme + Kälte (EEV-W/K) ohne Strom 1.209,4 TWh geschätzt

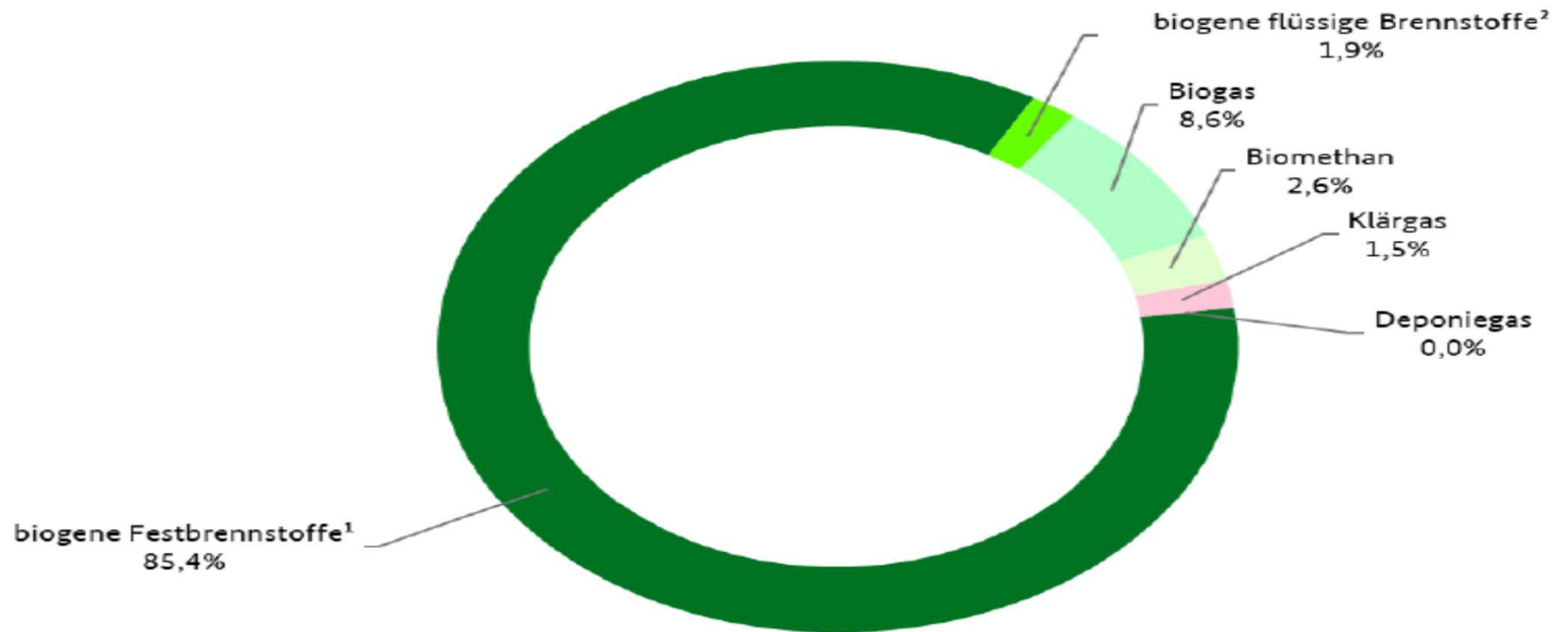
Quelle: AGEE-Stat aus BMWI – Entwicklung EE in Deutschland 2021, Grafik, Zeitreihen 2/2022

Endenergieverbrauch Wärme (EEV-Wärme) aus Biomasse in Deutschland 2021

Gesamte Biomasse 155,6 TWh,
Beitrag gesamte Biogase 18.788 GWh, EE-Anteil 12,7%,

Endenergieverbrauch von Biomasse für Wärme und Kälte in Deutschland im Jahr 2021

Gesamt: 155,6 Mrd. Kilowattstunden



¹ inkl. Klärschlamm und Holzkohle, ohne den biogenen Anteil des Abfalls in Abfallverbrennungsanlagen;

² inkl. Biokraftstoffverbrauch für Land- und Forstwirtschaft, Baugewerbe und Militär

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

Daten 2021 vorläufig, Stand 2/2022

Energieeinheit: 1 TWh = 1.000 GWh

1) Endenergieverbrauch Wärme, Kälte 1.209,4 TWh ohne Strom

Quelle: BMWI – Erneuerbare Energien in Deutschland 2021, Grafik/Zeitreihe 2/2022

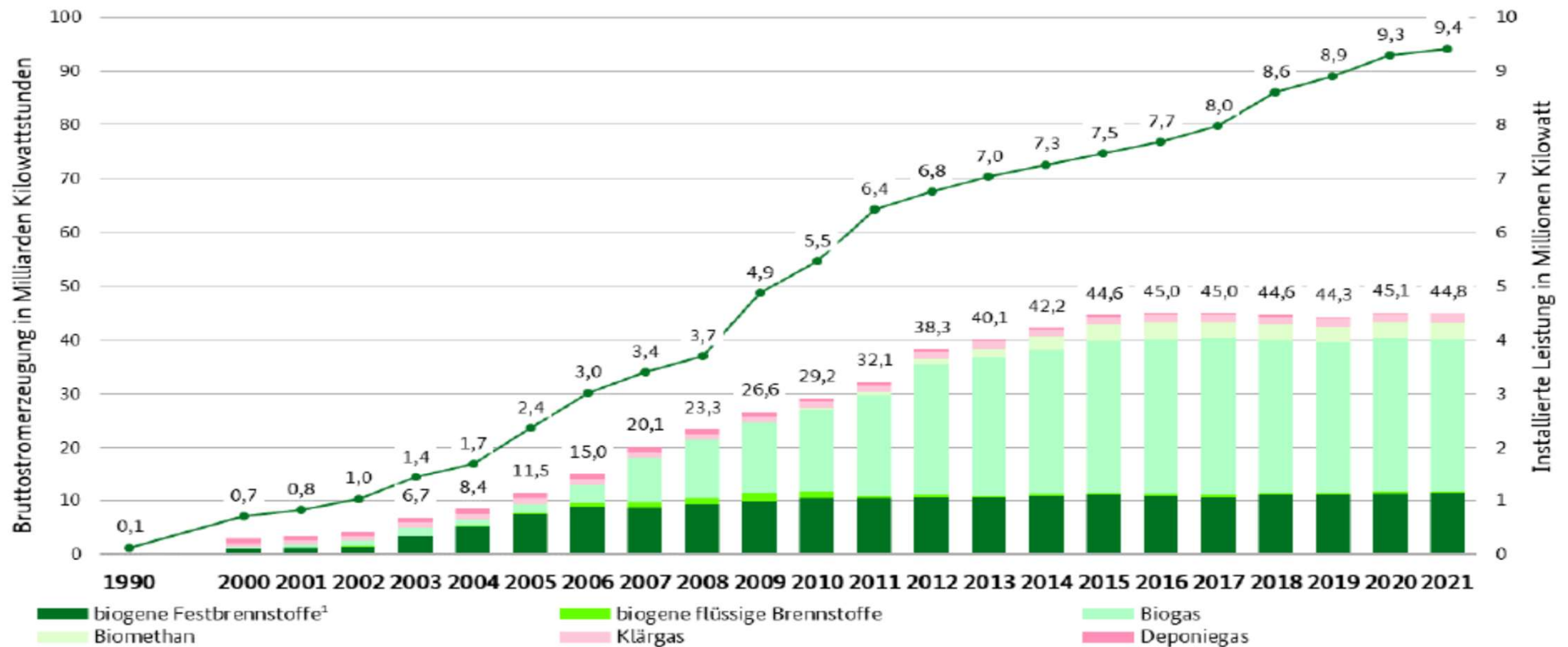
Energie & Wirtschaft

Energieeffizienz

Entwicklung der Stromerzeugung und der installierten Leistung von Biomasseanlagen in Deutschland 1990-2021

Jahr 2021: Stromerzeugung 44,8 TWh, installierte Leistung 9,4 GW (Mio. kW) ^{1,2)}
 Jahresvolllaststunden 4.766 h/Jahr von max. 8.760 h/Jahr

Entwicklung der Bruttostromerzeugung und der installierten Leistung von Biomasseanlagen in Deutschland



¹ inkl. Klärschlamm, ohne den biogenen Anteil des Abfalls in Abfallverbrennungsanlagen;

² ab 2013 inklusive Leistungserhöhungen mit dem Ziel der Flexibilisierung der Stromerzeugung aus Biomasse

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

* Daten 2021 vorläufig, Stand 2/2022;

Energieeinheit: 1 GWh = 1 TWh = 1 Mio. kW ; Leistungseinheit: 1 GW = 1 Mio. kW

1) Installierte Leistung von Abfallverbrennungsanlagen (50%) nicht berücksichtigt

2) Stromerzeugung mit biogenen Abfall (50%)

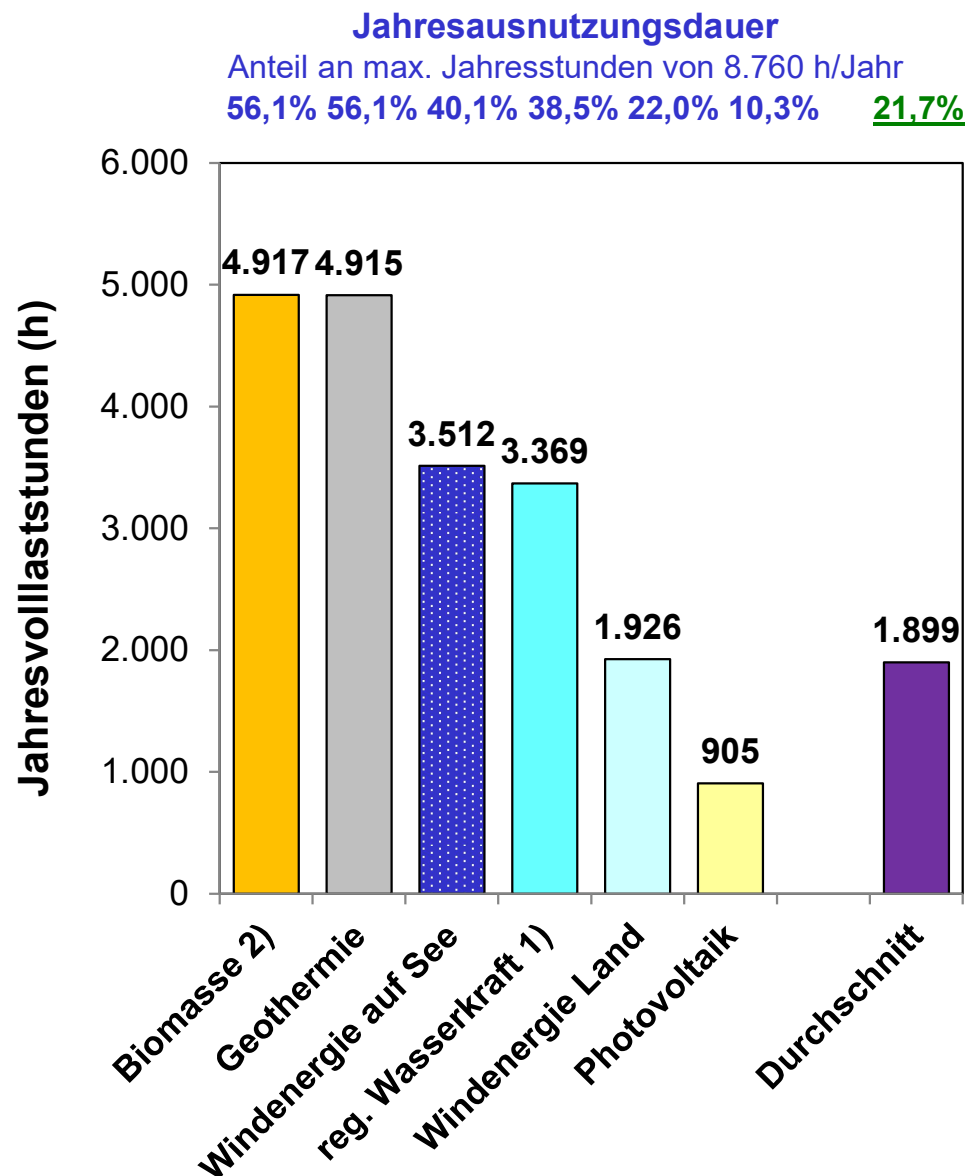
Jahresvolllaststunden beim Einsatz von Energieträgern mit erneuerbare Energien zur Stromerzeugung in Deutschland 2017/2020

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	Gesamte Windenergie Jahr 2020 ¹⁾ JVLS = 2.124 h/a (132.102 GWh / 62,188 GW)
3	Windenergie an See	27.306	7.774	3.512	17.675	5.427	3.257	
4	Photovoltaik	48.641	53.721	905	39.401	42.339	931	
5	biogene Festbrennstoffe	11.228	1.624	6.914	10.658	1.601	6.661	Gesamte Biomasse Jahr 2020 ¹⁾ JVLS = 4.917 h/a (50.861 GWh / 10,344 GW) Hinweis: 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	
1-12	Erneuerbare Energien	250.157	131.738	1.899	216.338	112.696	1.920	
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	
13-20	Konventionelle Energieträger			4.234	437.362	106.604	4.103	
1-20	Gesamte Energieträger	577.200	229.200	3.052	653.700	219.300	2.981	

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 2020 (1)



Energieträger	Strom- erzeugung	Installierte Leistung ³⁾	Jahres- Volllaststunden ⁴⁾
	GWh	MW	h/a
Biomasse ²⁾	50.861 ²⁾	10.344 ³⁾	4.917
Geothermie	231	47	4.915
reg. Wasserkraft ¹⁾	18.322	5.438	3.369
Windenergie See	27.306	7.774	3.512
Windenergie Land	104.796	54.414	1.926
Photovoltaik	48.641	53.721	905
Durchschnitt	250.175 ²⁾	131.738	1.899

Vollbenutzungsstunden (h/Jahr) =

Bruttostromerzeugung (GWh x 10³ / installierte Leistung (MW))
= max. 8.760 h/Jahr

* Daten 2020 vorläufig, Stand 9/2021

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 Ende 2020, einschließlich Müllkraftwerke (50%)

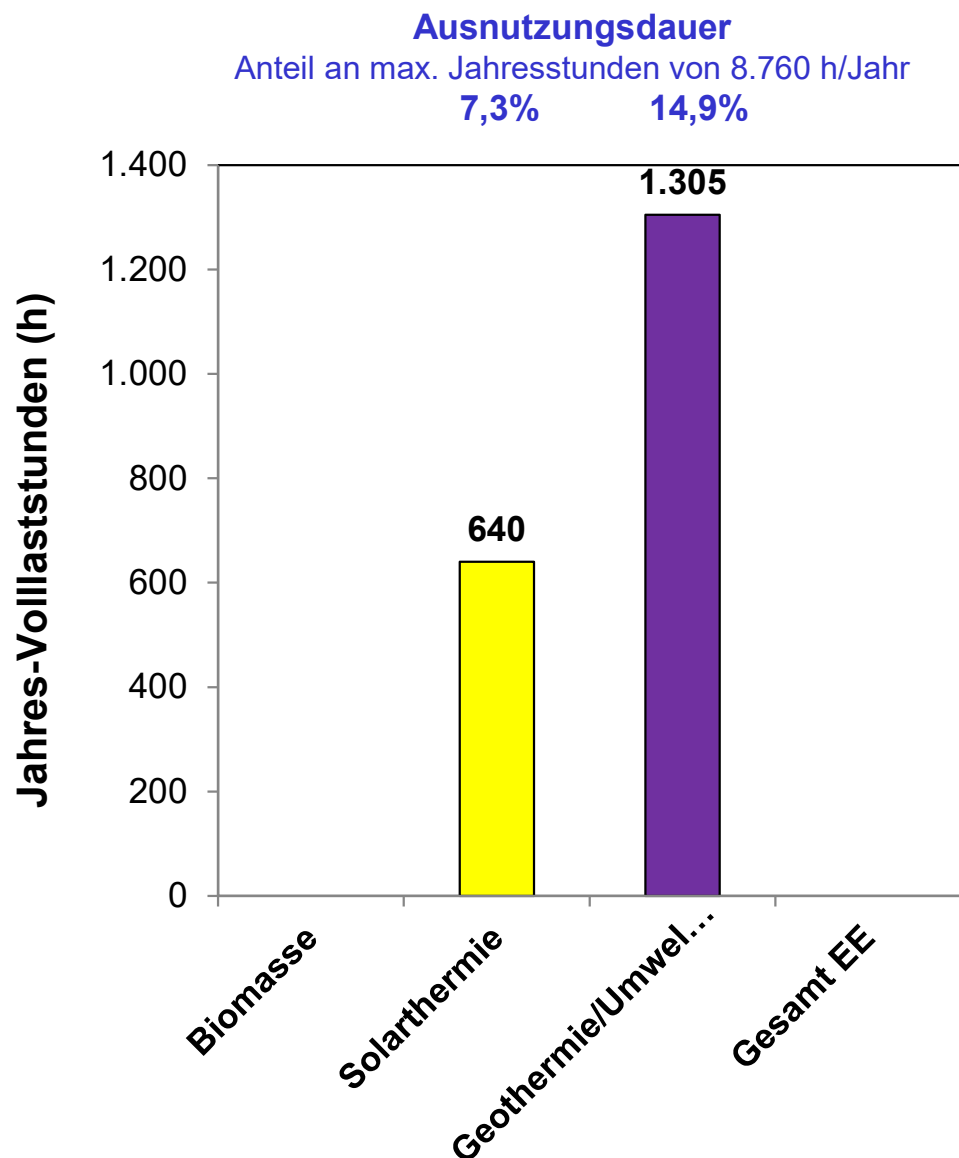
4) Ermittlung Jahresvolllaststunden ohne Berücksichtigung der Durchschnittsleistung

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

Quelle: BMWi - Entwicklung erneuerbare Energien in Deutschland 1990-2020, Zeitreihen 2/2021, BMWi – Gesamtdaten 2020, Tab. 20, 9/2021

Niedrige Energieeffizienz beim Einsatz erneuerbarer Energien
Jahresvolllaststunden 1.899 h/a = 21,7% Anteil an der max. Jahresausnutzungsdauer

Vergleich Jahresvolllaststunden bei der **Wärmebereitstellung** aus **erneuerbaren Energien** in Deutschland 2020 (2)



Energieträger	Wärme- bereit- stellung	Installierte Leistung ³⁾	Jahres- Volllaststunden ⁴⁾
	GWh	MW	h/a
Biomasse ¹⁾	155.577	k.A.	k.A.
Solarthermie	8.707	13.600	640
Oberflächennahe Geothermie, Umweltwärme ²⁾	16.049	12.300	1.305
Tiefe Geothermie	1.413	k.A.	k.A.
Gesamt EE	179.948	k.A.	k.A.

* Daten 2020 vorläufig, Stand 9/2021

Jahres-Volllaststunden (h/Jahr) =
Wärmeerzeugung (GWh x 10³ / installierte Leistung (MW) , max. 8.760 h/Jahr

1) Installierte Leistung von festen und flüssigen biogene Brennstoffen, Biogas, Deponie- und Klärgas und biogener Abfall 50%, tiefe Geothermie liegen nicht vor

2) Oberflächennahe Geothermie (Sole-Wasser-WP) und Umweltwärme (Luft-Wasser-WP und Wasser-Wasser-WP).

3) Installierte Leistung Ende 2020

4) Jahresvolllaststunden ohne Berücksichtigung der Durchschnittsleistung im Jahr 2020

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

Quelle: BMWI - Entwicklung erneuerbare Energien in Deutschland 2020, 2/2021;
BMWI – Gesamtenergiedaten 2020, Tab. 20, 9/2021

Energieeffizienz bei der Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien liegt nicht vor!
Jahresvolllaststunden k.A. h/Jahr = k.A. % 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)

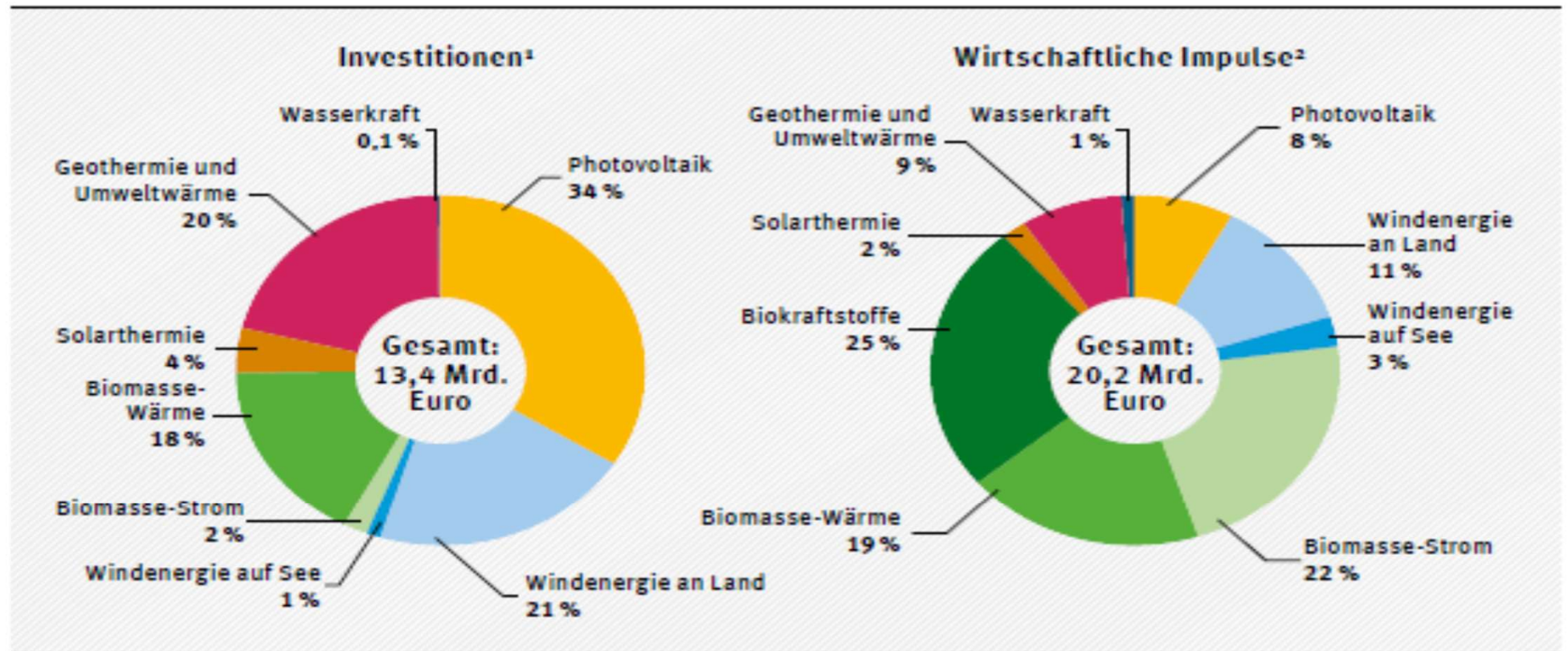
Wirtschaftliche Effekte



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 in Deutschland 2010-2021 (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%)

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

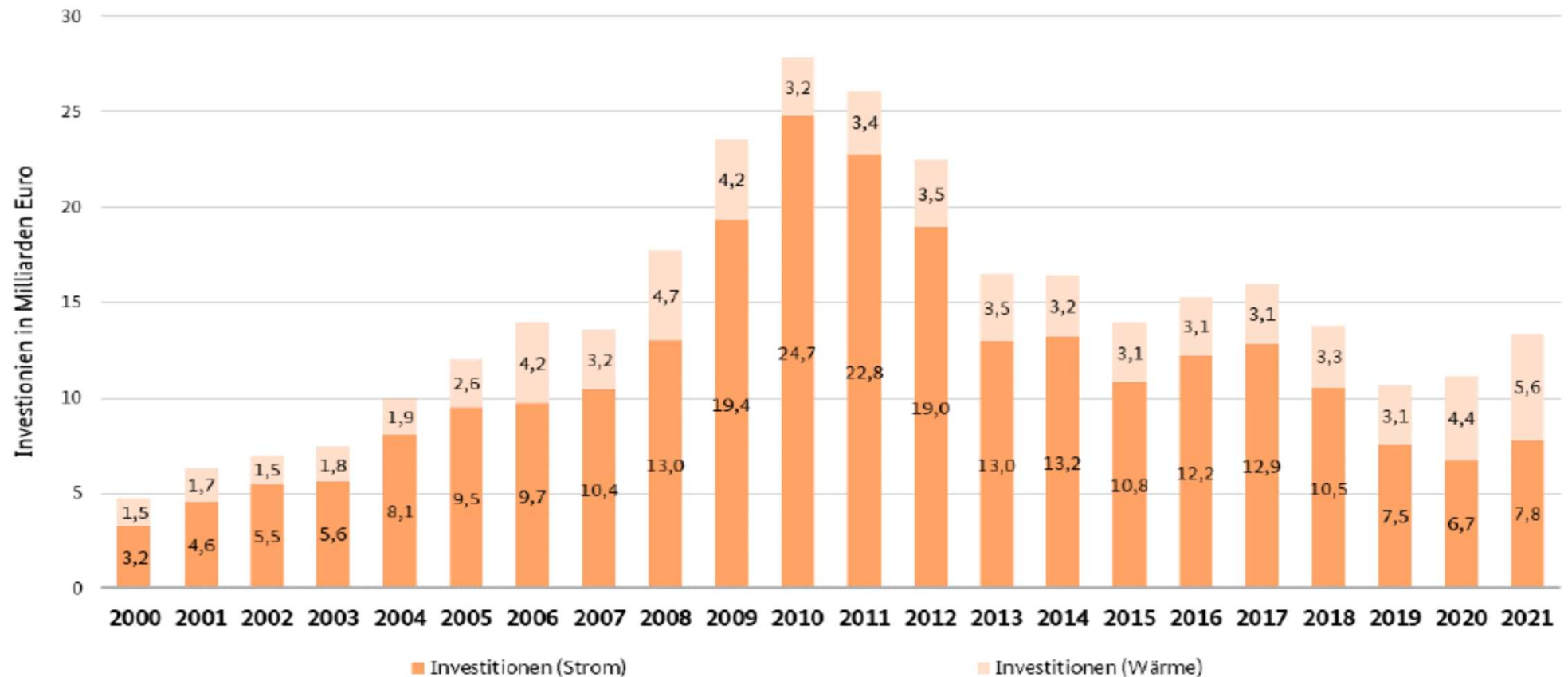
Quelle: Eigene Berechnung des Zentrums für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung (ZSW), Stand: Februar 2022

Entwicklung Investitionen in die Errichtung von **Erneuerbare-Energien-Anlagen** für **Strom und Wärme** in Deutschland 2000-2021 (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%)

Investitionen in die Errichtung von Erneuerbaren-Energien-Anlagen in Deutschland (Aufteilung in Strom und Wärme)



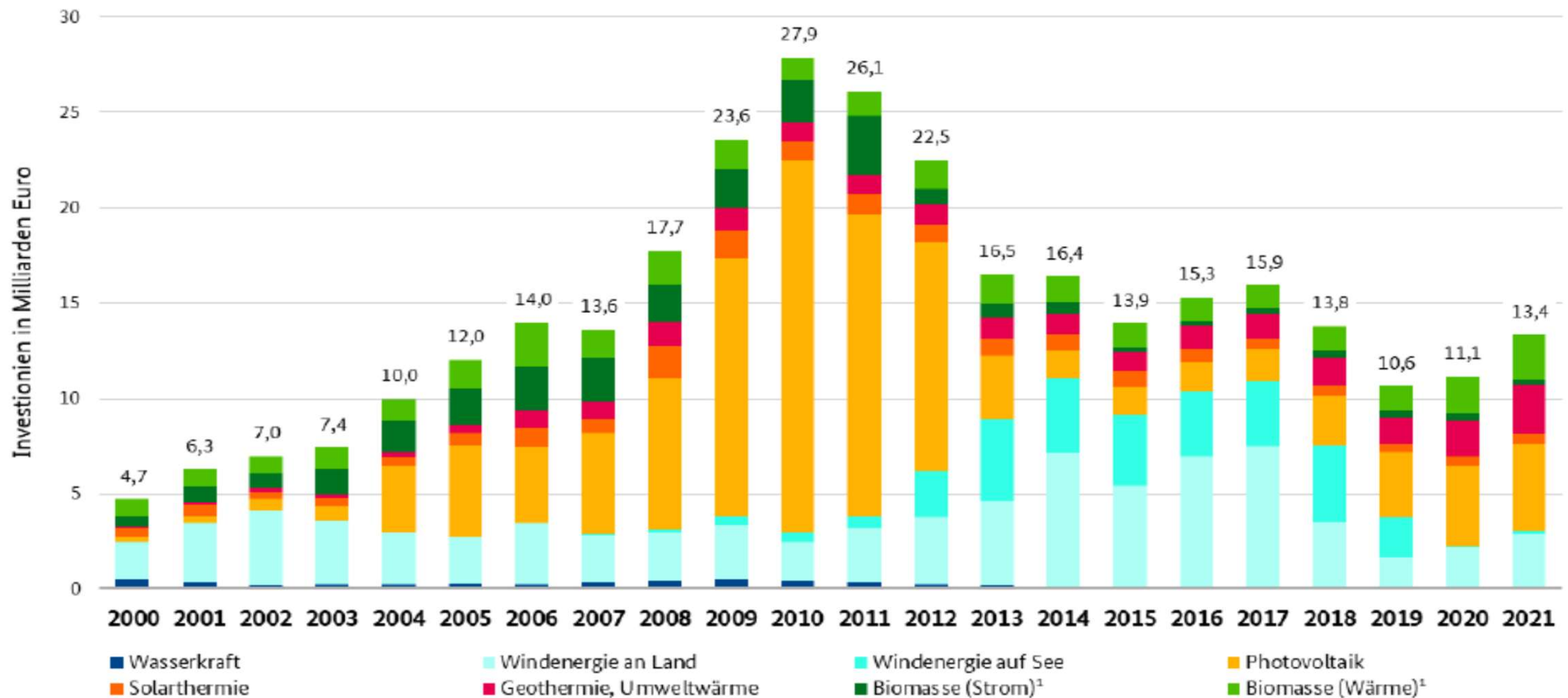
BMWK auf Basis Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW); Stand: Februar 2022

Entwicklung Investitionen in die Errichtung von **Erneuerbare-Energien-Anlagen** nach Technologien für Strom und Wärme in Deutschland 2000-2021 (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



¹ 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;

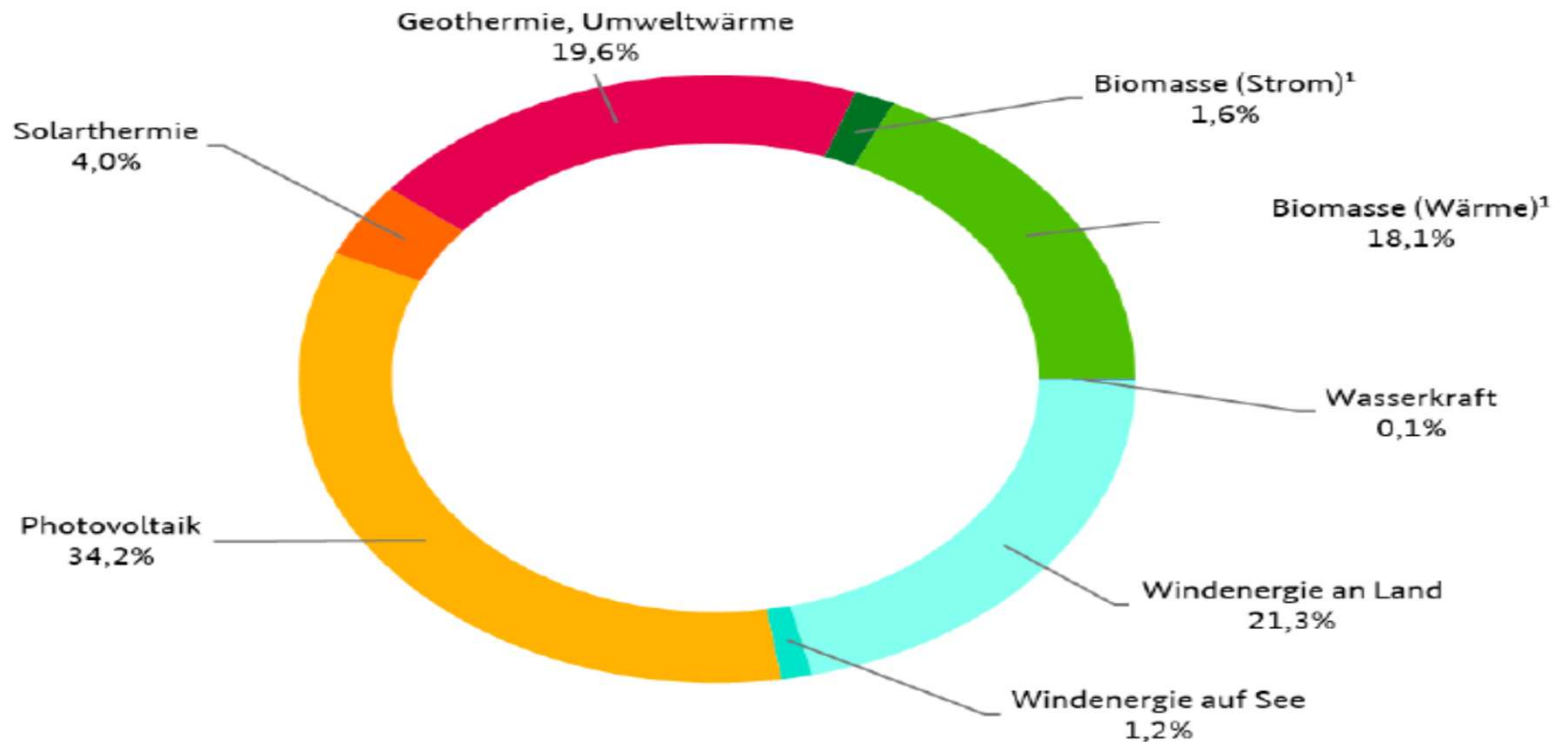
Investitionen in die Errichtung von **Erneuerbare-Energien-Anlagen** nach Technologien für Strom und Wärme in Deutschland 2021 (4)

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 im Jahr 2021

Gesamtes Investitionsvolumen: 13,4 Mrd. Euro



¹ 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

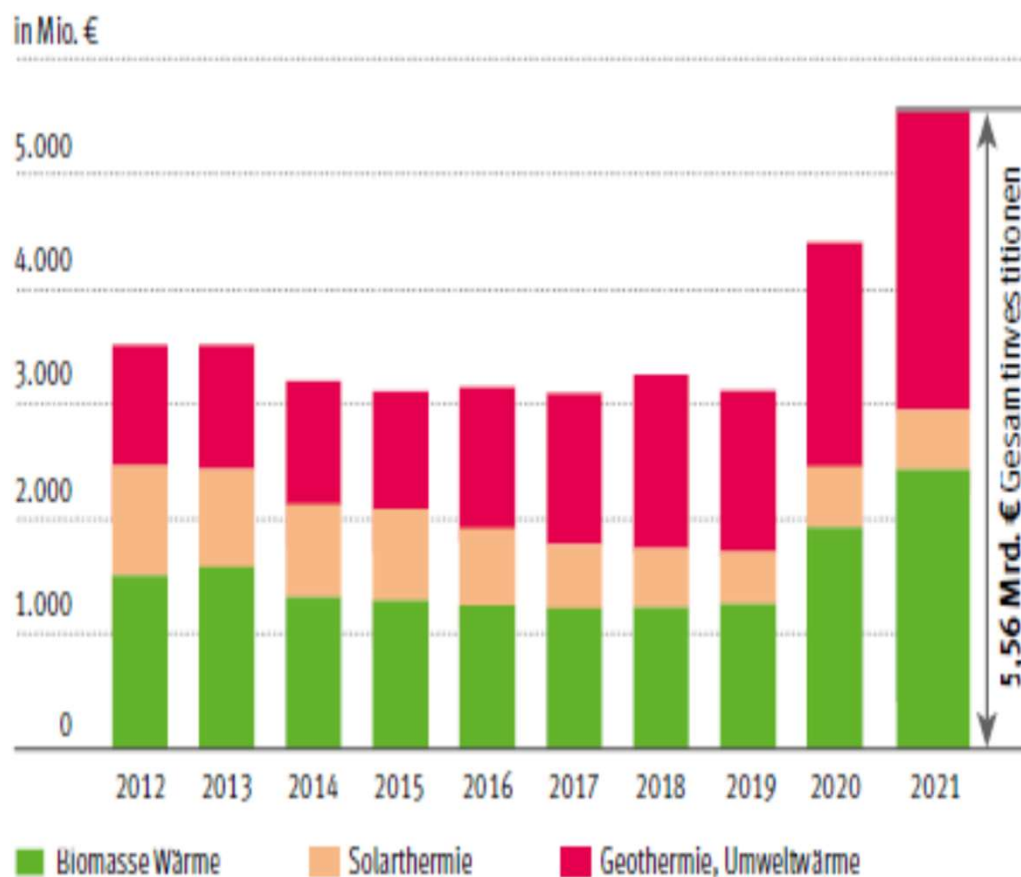
Hierbei handelt es sich hauptsächlich um Investitionen in den Neubau, zu einem geringen Teil auch um die Erweiterung oder Ertüchtigung von Anlagen wie z. B. die Reaktivierung alter Wasserkraftwerke. Neben den Investitionen der Energieversorgungsunternehmen sind auch die Investitionen aus Industrie, Gewerbe, Handel und privaten Haushalten enthalten.

Quelle: BMWI - Erneuerbare Energien in Deutschland im Jahr 2021, Grafiken/Zeitreihen 2/2022 aus www.erneuerbare-energien.de;

Entwicklung Investitionen in Anlagen für **erneuerbare Wärme** nach **Technologien** in Deutschland 2012-2021 (5)

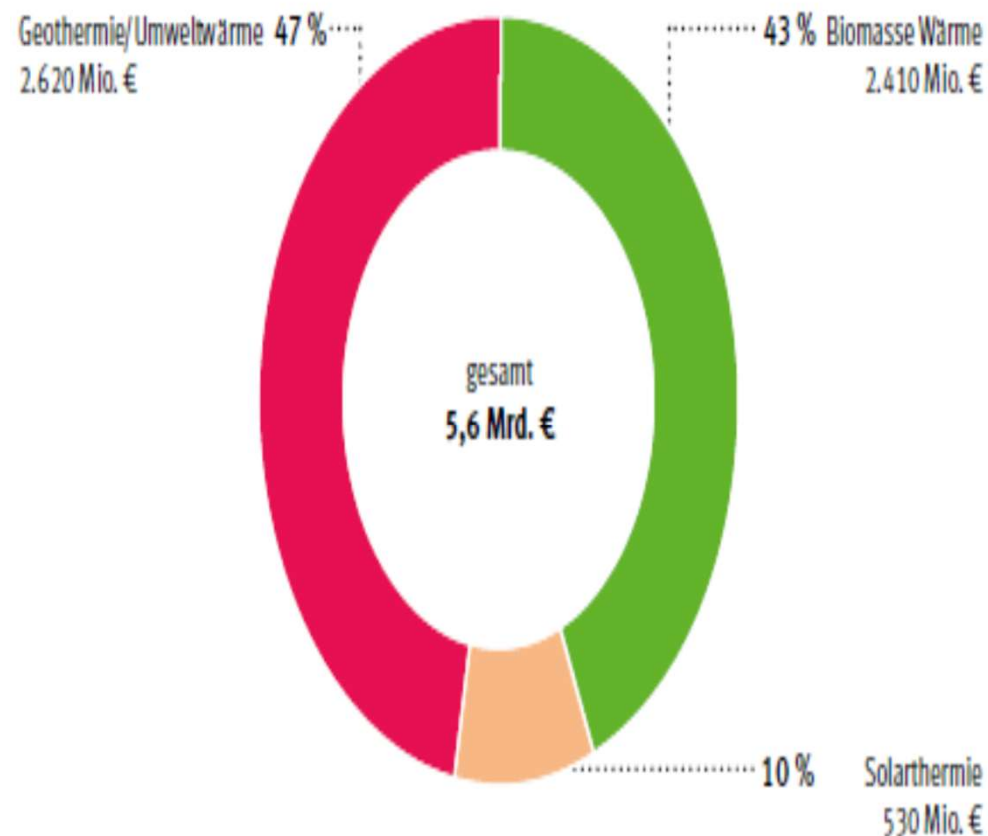
Jahr 2021: Gesamt 5,6 Mrd €
Beitrag Biomasse 2,4 Mrd. €, Anteil 43,0%

Investitionen in Anlagen für erneuerbare Wärme



Quelle: BMWK, AGEE-Stat (Februar 2022)
© FNR 2022

Investitionen in Anlagen für erneuerbare Wärme 2021



Quelle: BMWK, AGEE-Stat (Februar 2022)
© FNR 2022

Entwicklung wirtschaftliche Impulse (Umsätze) aus den Betrieb von Erneuerbare-Energien-Anlagen nach Technologien für Strom, Wärme und Verkehr in Deutschland 2010-2021 (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%)

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

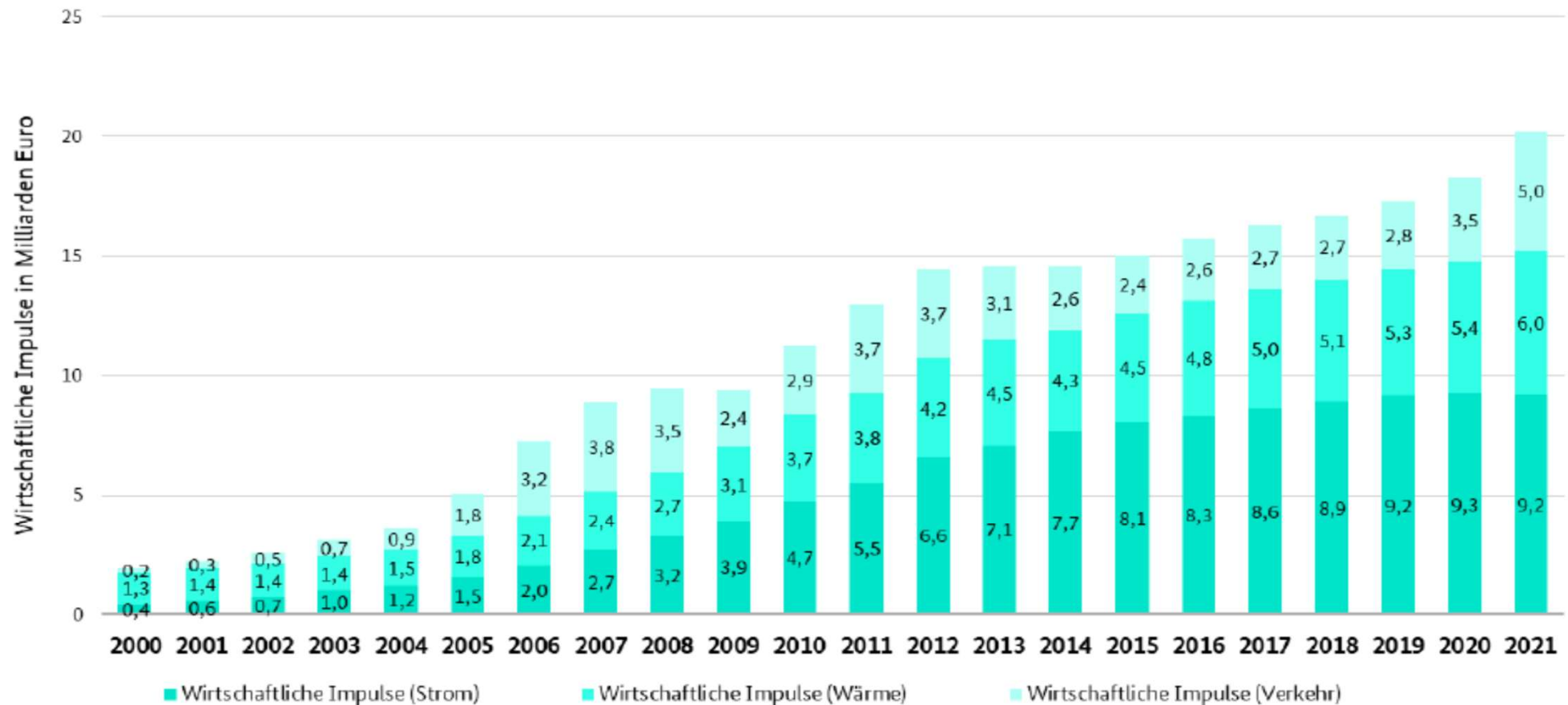
Quelle: Eigene Berechnung des Zentrums für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung (ZSW), Stand: Februar 2022

Entwicklung wirtschaftliche Impulse (Umsätze) aus dem Betrieb von Erneuerbare-Energien-Anlagen für Strom, Wärme und Verkehr in Deutschland 2000-2021 (2)

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

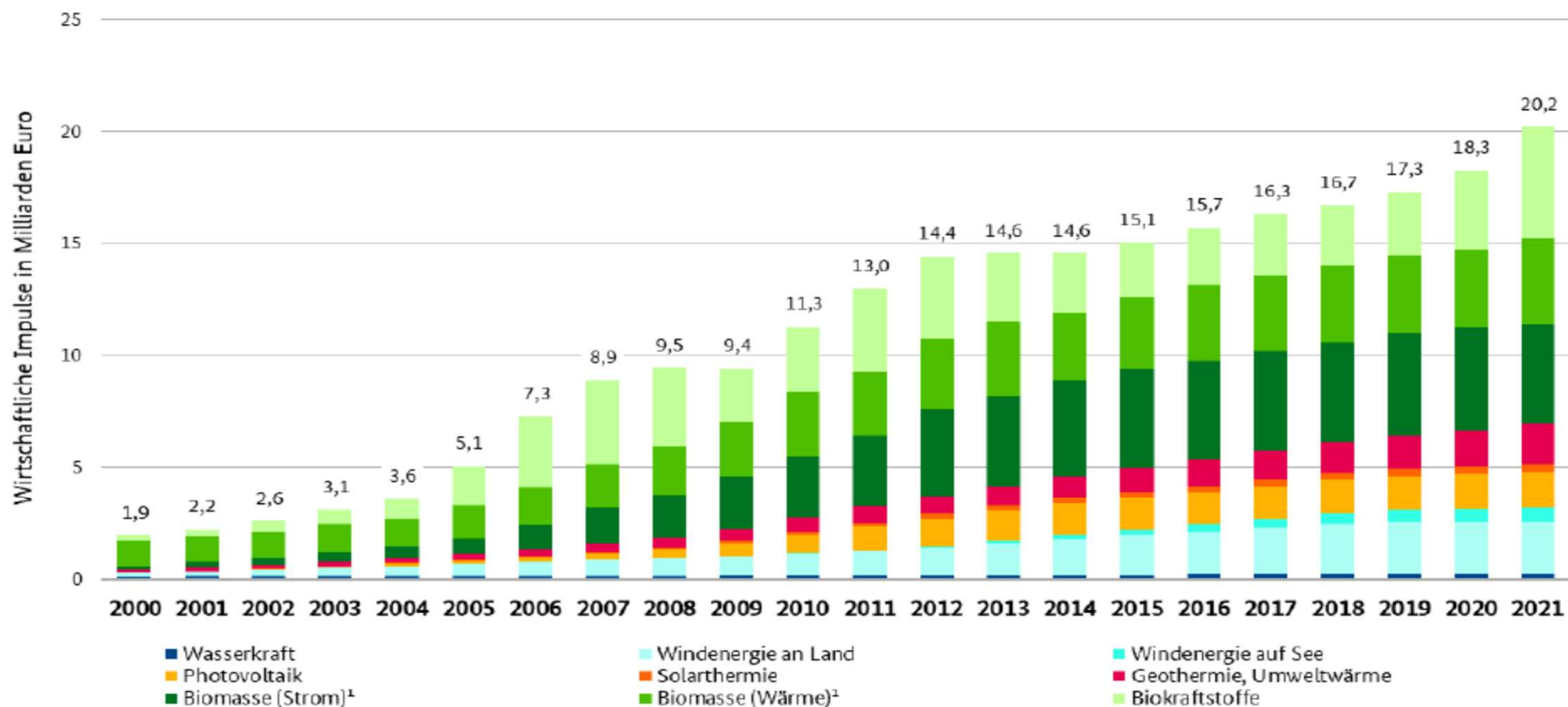
Quellen: BMWI - Erneuerbare Energien in Deutschland im Jahr 2021, Grafiken/Zeitreihen 2/2022 aus www.erneuerbare-energien.de

Entwicklung wirtschaftliche Impulse (Umsätze) aus dem Betrieb von **Erneuerbare-Energien-Anlagen nach Technologien 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



¹ Feste, flüssige und gasförmige biogene Brennstoffe

BMWK auf Basis Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW); Stand: Februar 2022

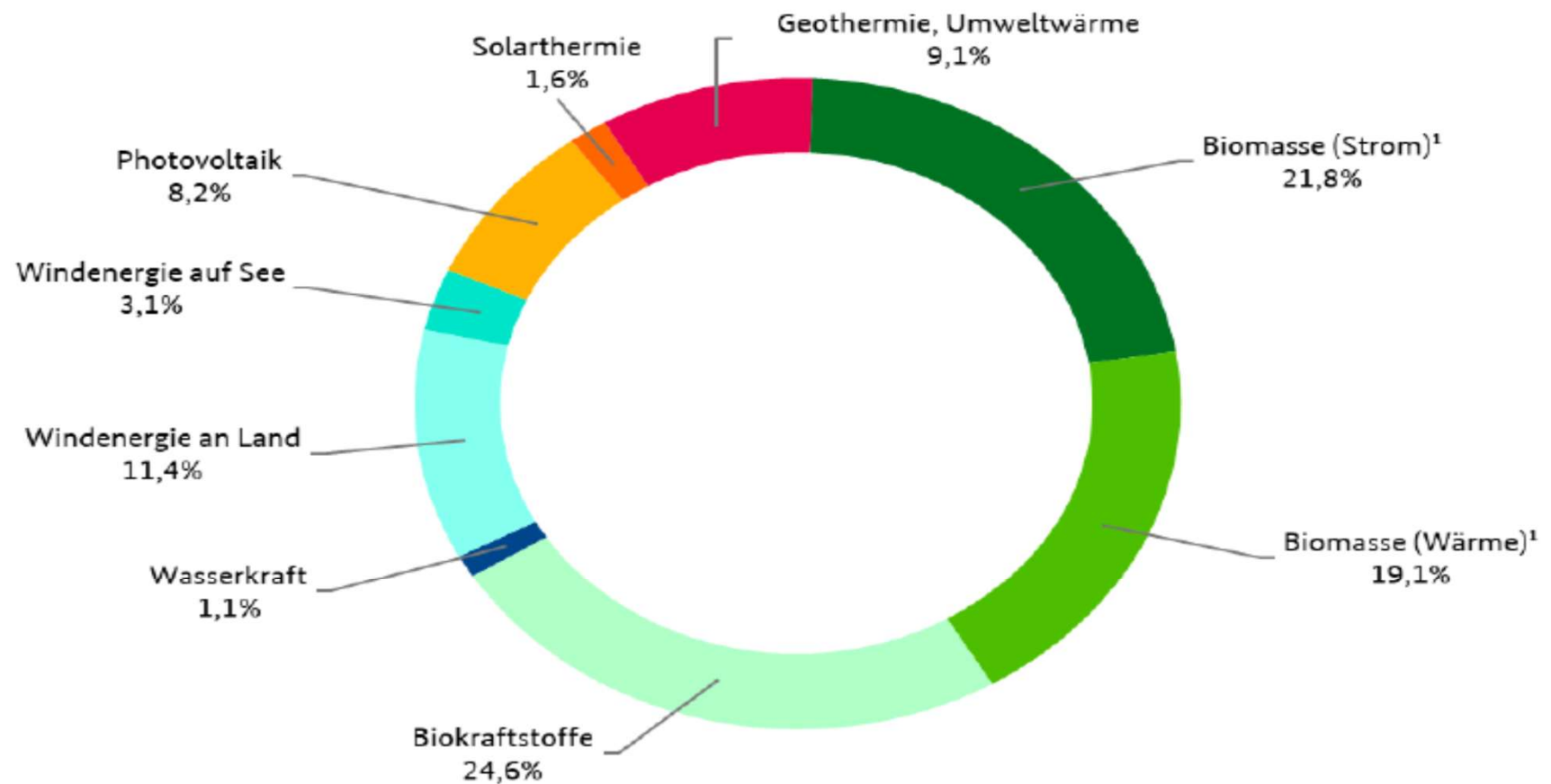
Wirtschaftliche Impulse (Umsätze) aus dem Betrieb von Erneuerbare-Energien-Anlagen für Strom, Wärme und Verkehr in Deutschland 2021 (4)

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 im Jahr 2021

Gesamt: 20,2 Mrd. Euro



¹ Feste, flüssige und gasförmige biogene Brennstoffe

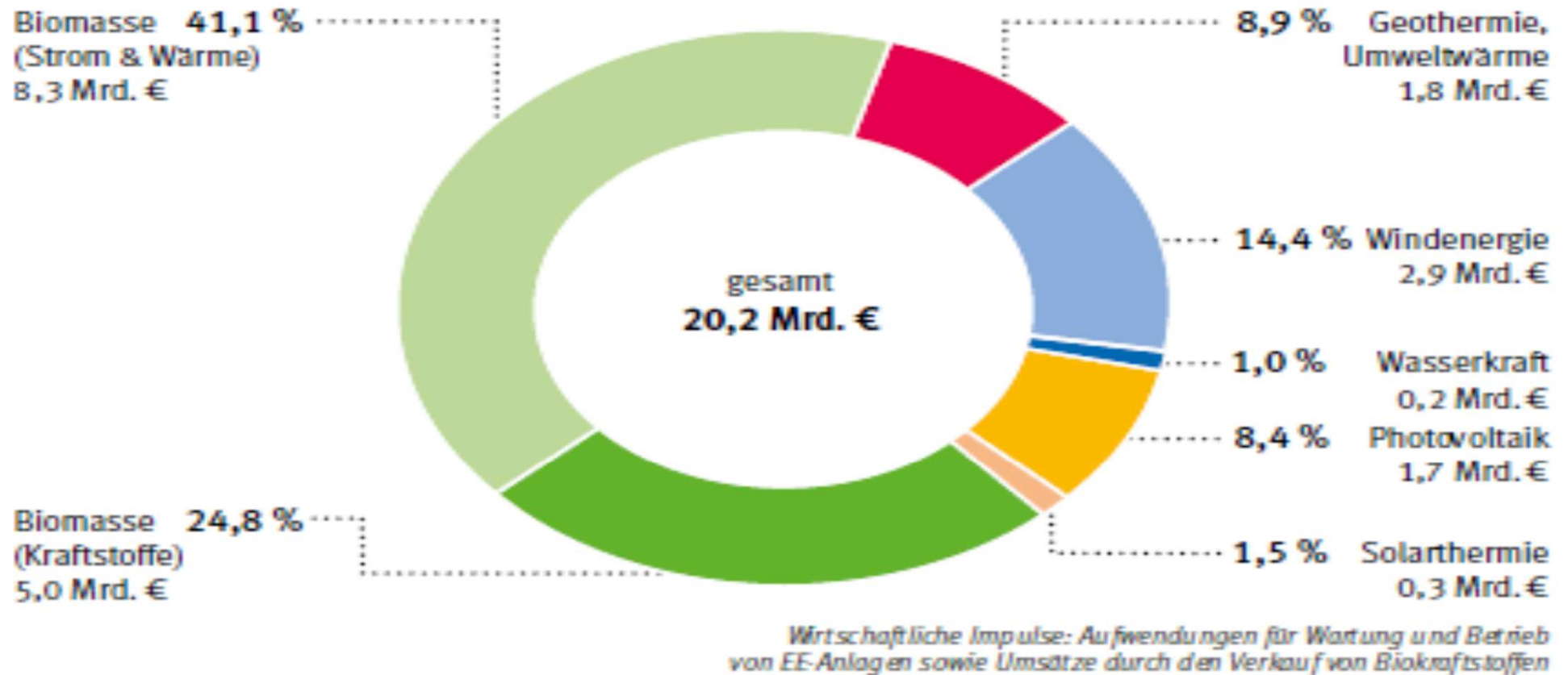
Entwicklung wirtschaftliche Impulse (Umsätze) aus den Betrieb von Erneuerbare-Energien-Anlagen nach Technologien für Strom, Wärme und Verkehr in Deutschland 2021 (5)

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%)

Beitrag Biomasse Strom + Wärme 8,3 Mrd. €, Anteil 41,1%

Wirtschaftliche Impulse aus dem Betrieb von Erneuerbare-Energien-Anlagen 2021



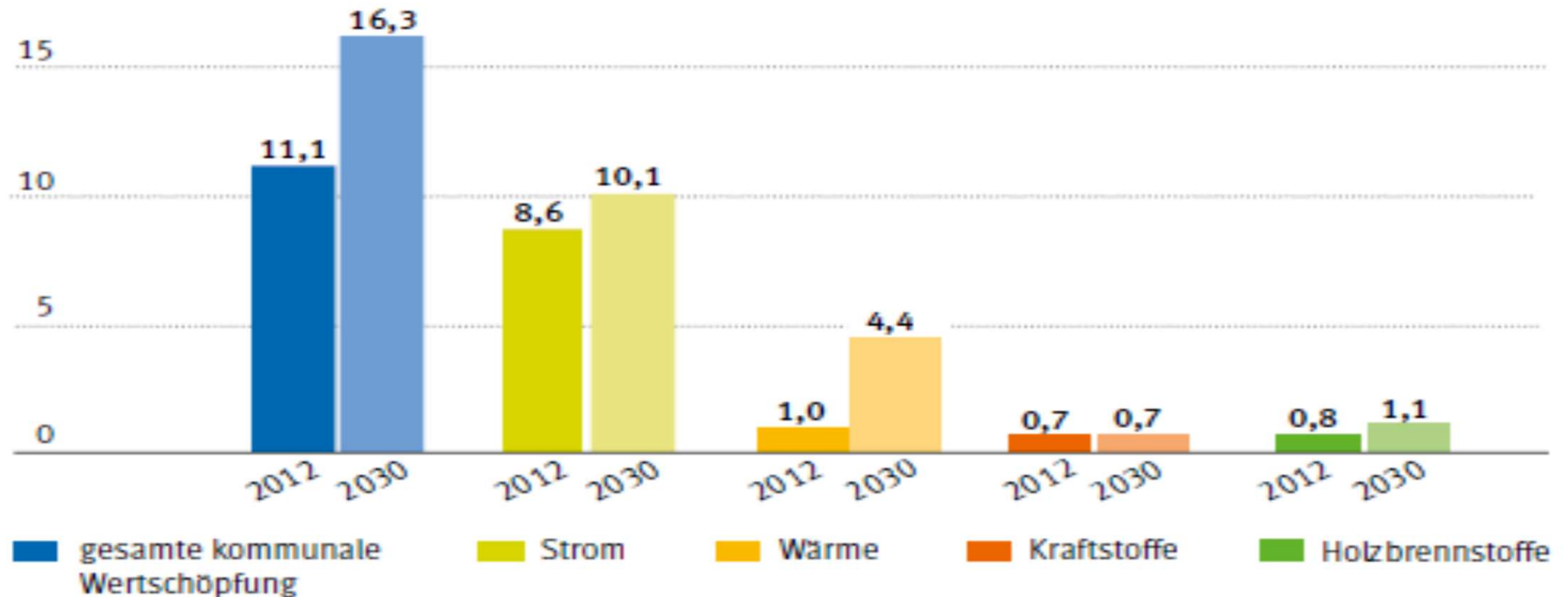
Quelle: BMWK, AGEE-Stat (Februar 2022)
© FNR 2022

Kommunale Wertschöpfung durch erneuerbare Energien in Deutschland 2012/2030 (6)

Jahr 2012/2030: Gesamt 11,1 / 16,3 Mrd. €

Kommunale Wertschöpfung durch erneuerbare Energien 2012–2030

In Mrd. €



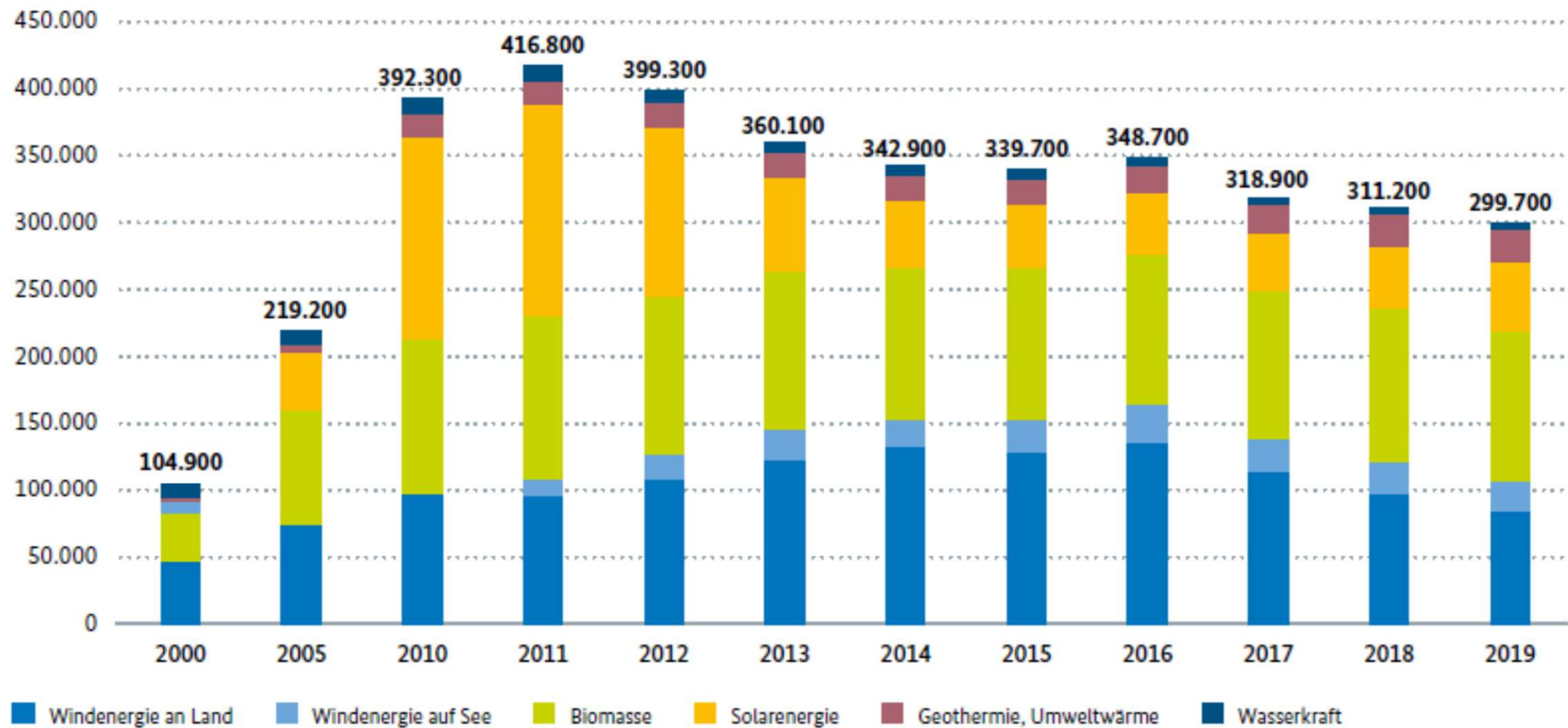
Quelle: IÖW (September 2014)
© FNR 2018

Entwicklung Bruttobeschäftigte durch **erneuerbare Energien** nach **Technologien** in Deutschland 2000-2019 (1)

Jahr 2019: Gesamt 299.700 Beschäftigte

Abbildung 37: Entwicklung der Bruttobeschäftigung durch erneuerbare Energien in Deutschland

Anzahl der Beschäftigten



Quelle: DIW, DLR, GWS [37]

* Daten 2019 vorläufig, Stand 10/2021

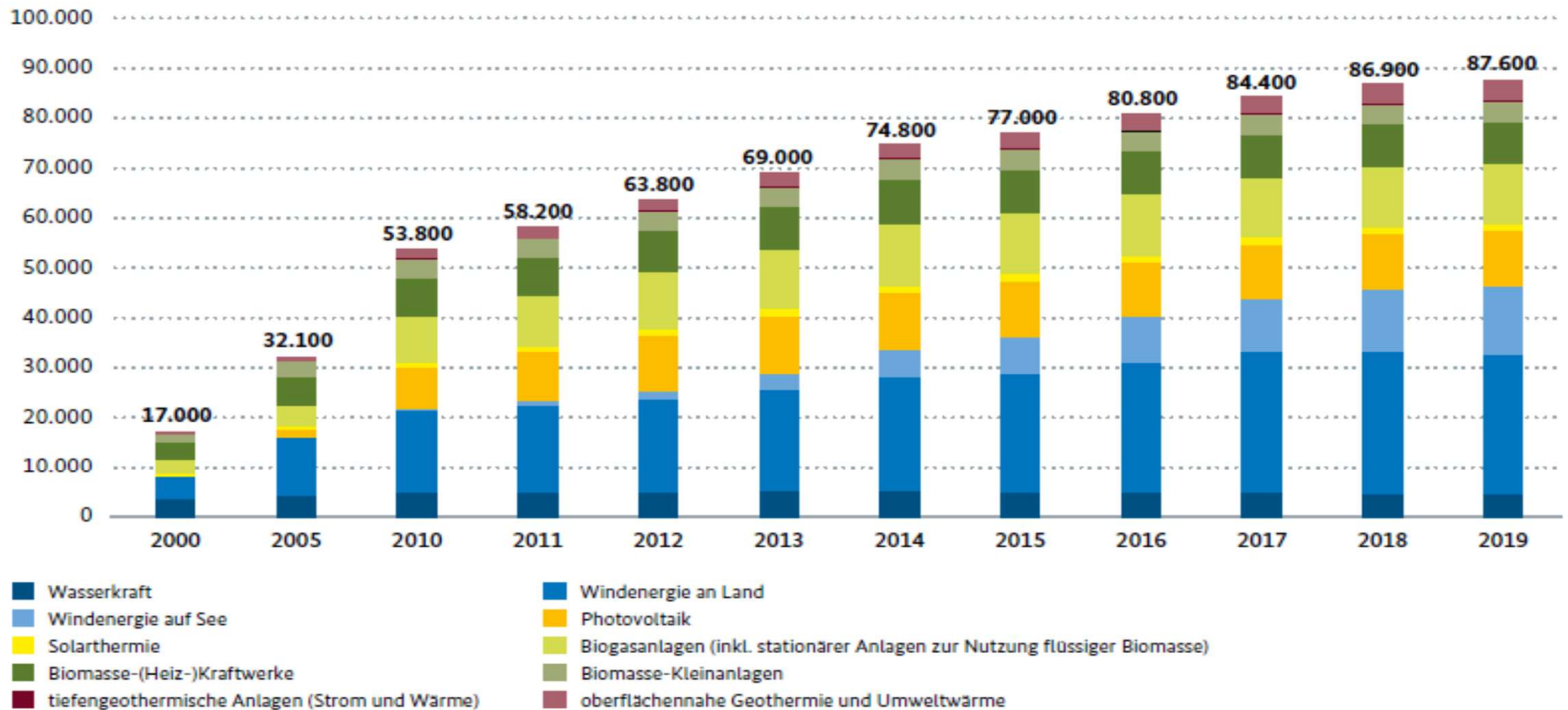
Quelle: BMWI – Erneuerbare Energien in Zahlen, Nationale und internationale Entwicklung 2020, S. 39, 10/2021

Entwicklung Beschäftigte in Betrieb und Wartung von erneuerbaren Energien-Anlagen nach Technologien in Deutschland 2000-2019 (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

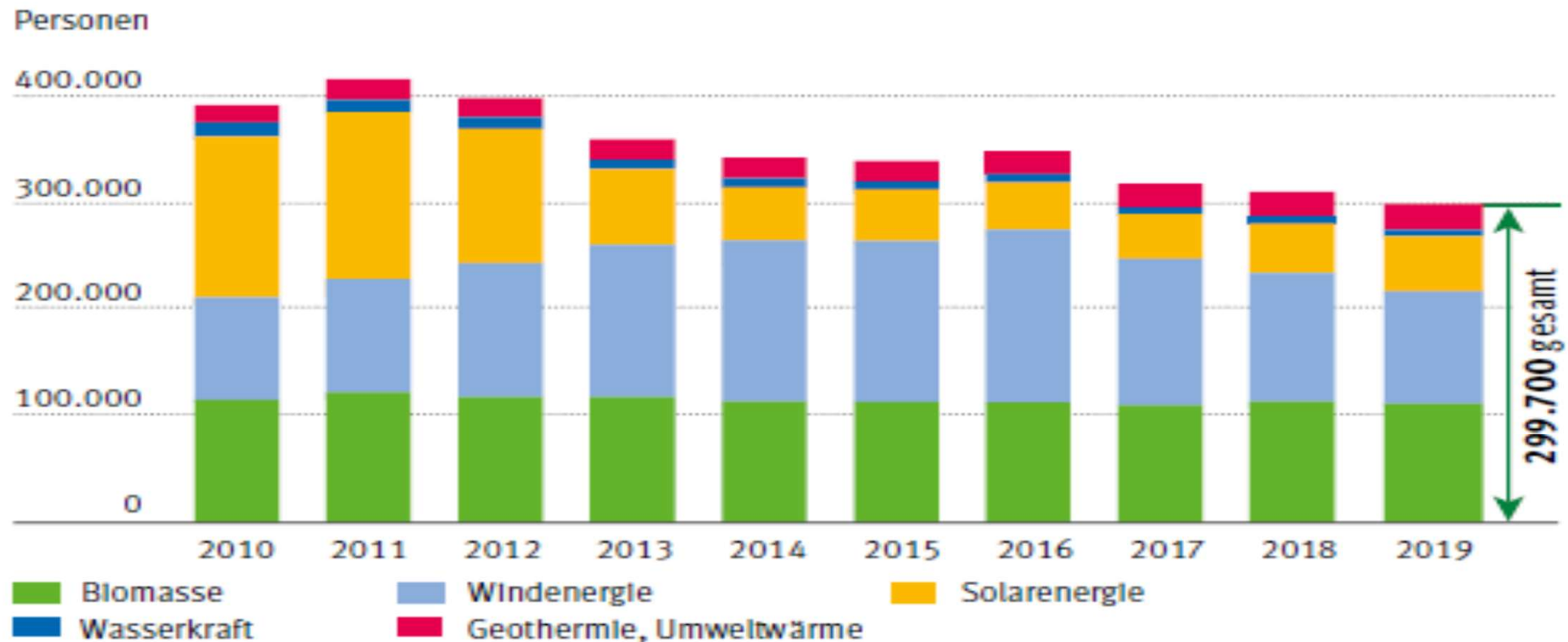
Quelle: BMWi – Erneuerbare Energien in Zahlen, Nationale und internationale Entwicklung 2019, S. 40, 10/2021

Entwicklung der Bruttobeschäftigten durch **erneuerbare Energien** in Deutschland 2010-2019 (3)

Jahr 2019: Gesamt 299.700 Beschäftigte

Beitrag Biomasse 107.000 Beschäftigte, Anteil 31,6%

Entwicklung Bruttobeschäftigung durch erneuerbare Energien



Quelle: DIW/DLR/GWS (2021)

© FNR 2021

Energie & Förderung, Gesetze

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 und auf der „Informationsplattform Erneuerbare Energien“ des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie 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 und auf der Internetseite der 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.

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 CO₂-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).

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).

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.

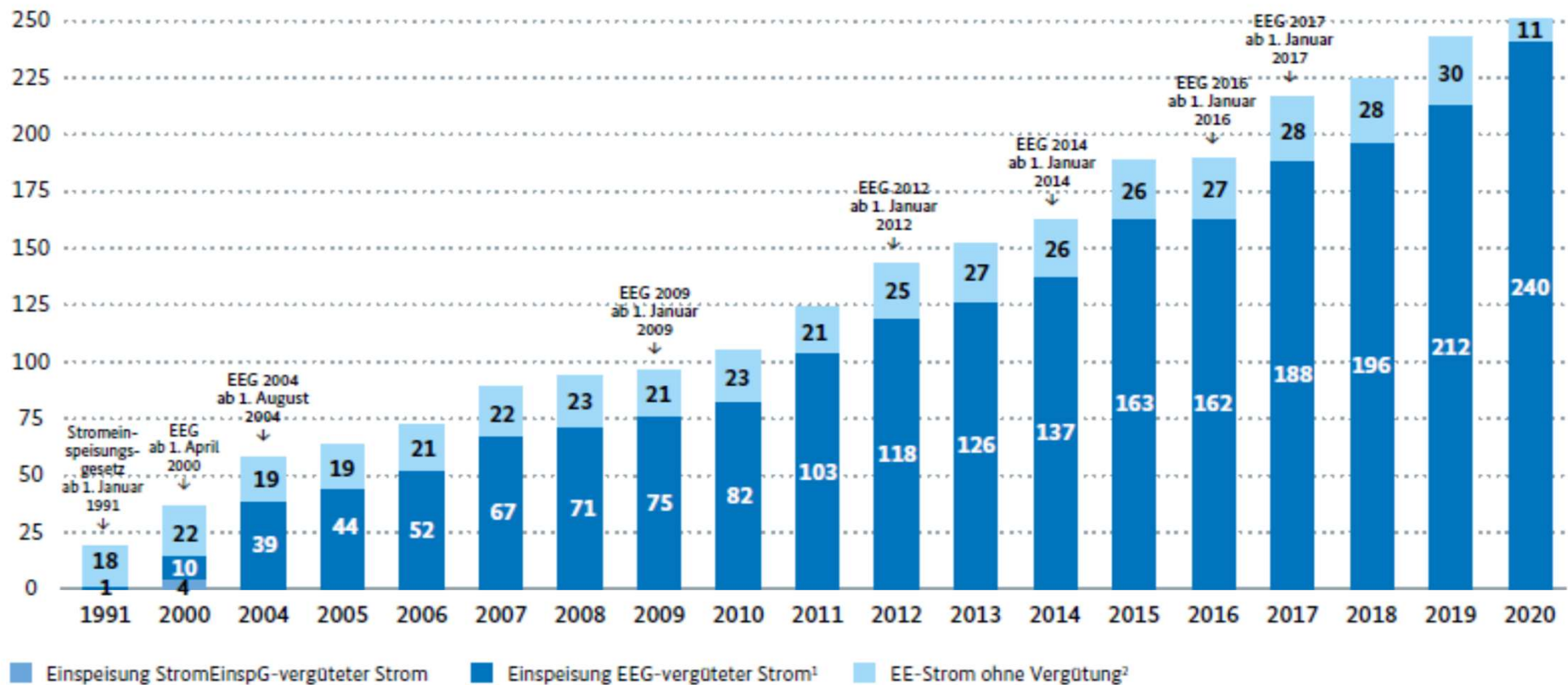
Entwicklung Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien mit und ohne Vergütungsanspruch nach EEG in Deutschland von 1991 bis 2020 (1)

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% ¹⁾

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]

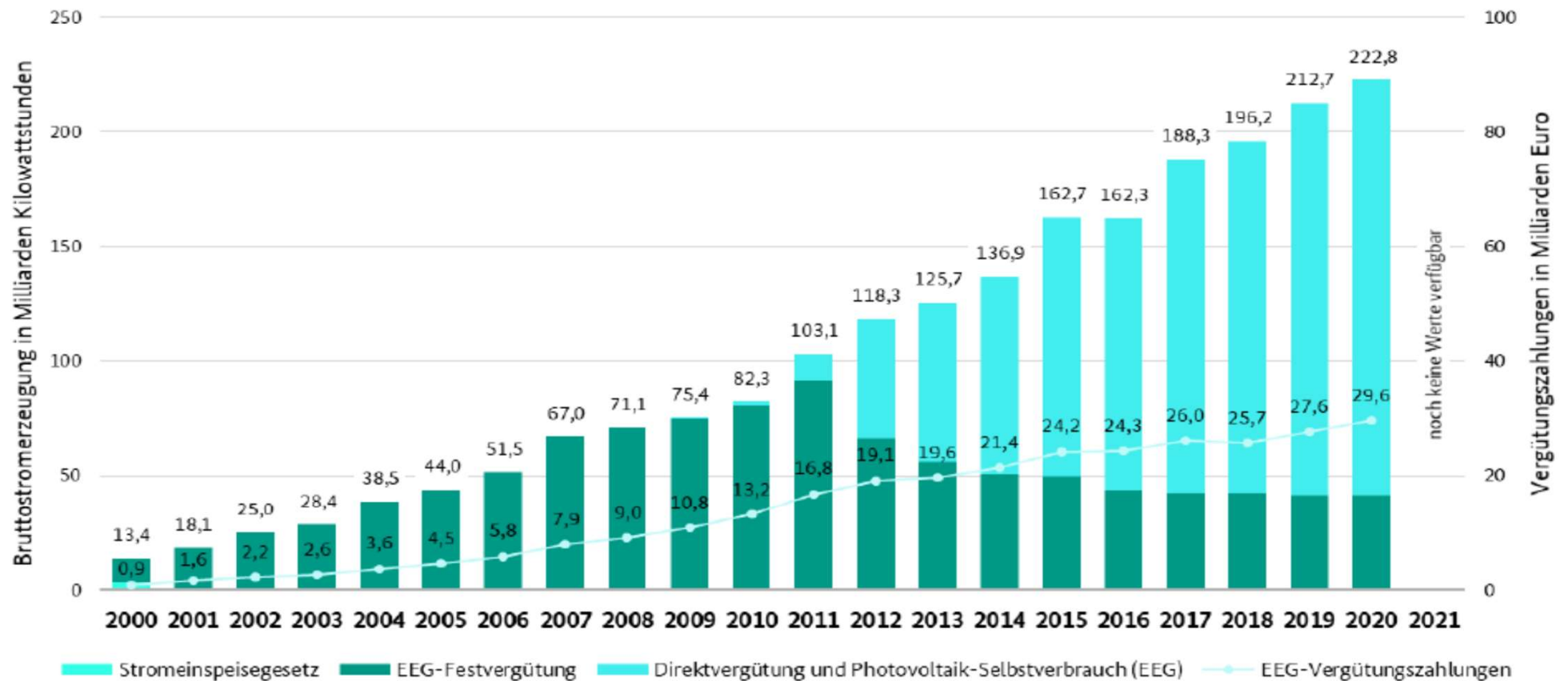
BSE 2020: 574,2 TWh; BSV 2020: 555,3 TWh

aus BMWI – Erneuerbare Energien in Zahlen - Nationale und internationale Entwicklung, S. 31, 10/2021, www.erneuerbare-Energien.de; 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 ¹	2002	2004	2006	2008	2010	2012	2013	2014	2020
Stromerzeugung	Wasserkraft (bis 2004 inkl. Gase) ²		4.114	6.579	4.616	4.924	4.982	5.665	5.417	6.265	5.645	
	Gase ²		–	–	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	
	Summe EEG-Stromerzeugung	GWh	10.391	24.970	38.511	51.545	71.148	82.331	118.331	125.693	136.061	222,8
	davon festvergütete Strommengen ³		10.391	24.970	38.511	51.545	71.148	80.745	67.168	56.750	50.553	
	davon direktvermarktete Strommengen ⁴	GWh	–	–	–	–	–	1.587	51.163	68.943	85.508	
Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien⁵			GWh	36.036	45.120	56.632	71.638	93.247	104.810	143.799	152.394	251,1

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 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 ¹	2002	2004	2006	2008	2010	2012	2013	2014	2020	
Vergütungszahlungen	Wasserkraft (bis 2004 inkl. Gase) ²	298	477	338	367	379	421	428	513	490		
	Gase ²	–	–	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 ⁶	Mio. Euro	883	2.225	3.611	5.810	9.016	13.182	15.416	13.691	12.769	
	davon Markt- und Flexibilitäts- prämienzahlungen ⁷	–	–	–	–	–	–	5.592	8.222	111.181		
Durchschnittlicher EEG-Vergütungssatz ⁸	ct/kWh	8,5	8,9	9,4	11,3	12,7	16,3	18,3	17,9	17,8	13,3	

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 veröffentlichten Marktwerte)

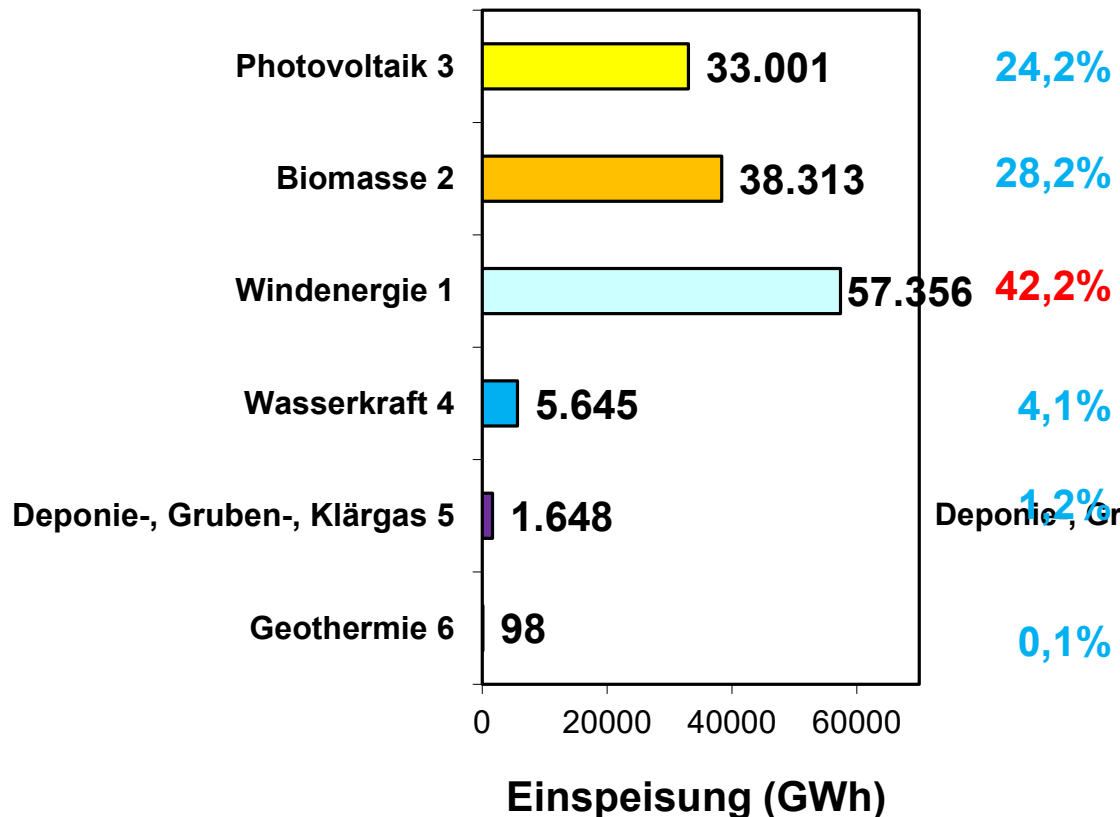
8 EEG-Anlagen, die über § 33b Nr. 2 und Nr. 3 EEG („Grünstromprivileg“ und sonstige Direktvermarktung) vermarktet wurden, bleiben hier unberücksichtigt. Da diese Anlagen in der Regel relativ geringe Vergütungssätze aufweisen, kommt es ab 2010 zu einer leichten Überschätzung der Durchschnittsvergütung.

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

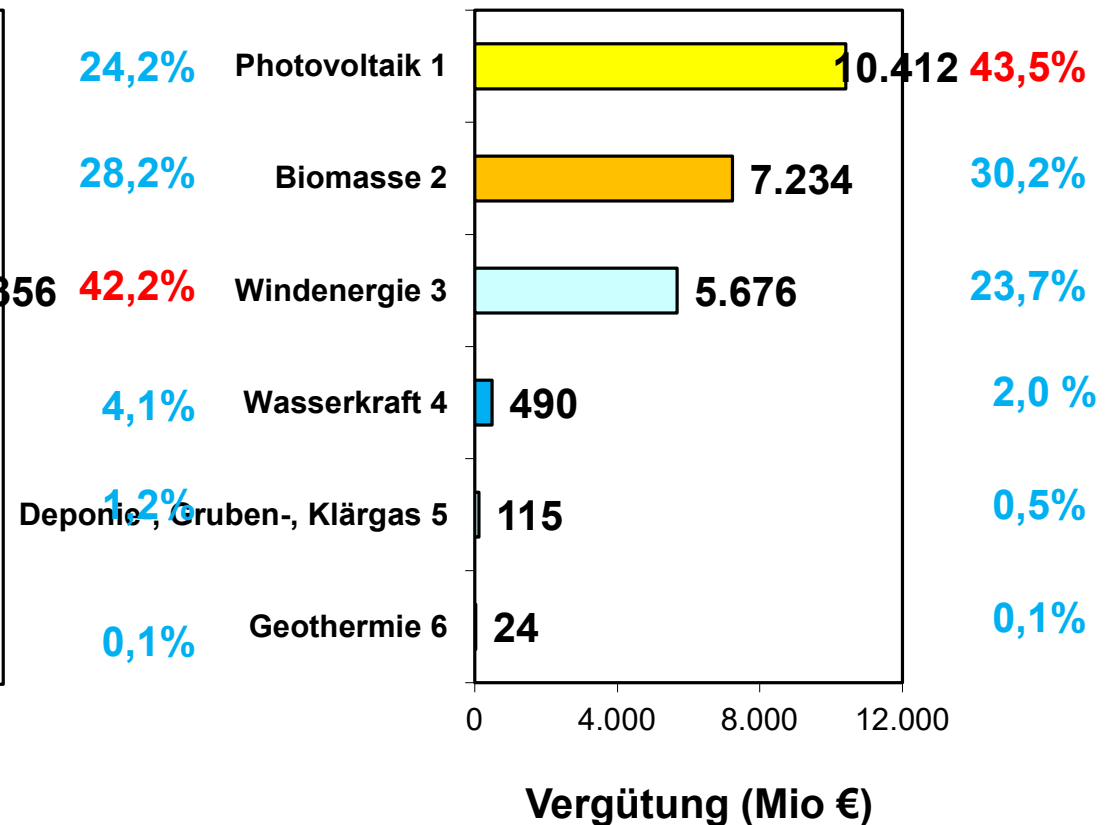


Rangfolge EEG-Vergütung

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.

Gesetzgebung und Förderung erneuerbarer Energien im Wärmebereich und Verkehr durch den Bund in Deutschland, Stand: 10/2021 (1)

Gesetzgebung und Förderung erneuerbarer Energien im Wärmebereich

Gebäudeenergiegesetz (GEG)

Im Gebäudeenergiegesetz (GEG), das am 1. November 2020 in Kraft getreten ist, wurden das bisherige Energieeinsparungsgesetz (EnEG), die bisherige Energieeinsparverordnung (EnEV) und das bisherige Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) in einem Gesetz zusammengeführt. Das Ziel ist, durch das aufeinander abgestimmte Regelwerk für die energetischen Anforderungen an Neubauten, an Bestandsgebäude und für den Einsatz erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteversorgung von Gebäuden die Anwendung und den Vollzug zu erleichtern.

Im Rahmen des GEG werden die EU-Vorgaben zur Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden umgesetzt und die Regelungen für Niedrigstenergiegebäude in das vereinheitlichte Energieeinsparrecht integriert. Das Gesetz behält die aktuellen energetischen Standards für Neubau und Sanierungen bei.

So wie bislang das EEWärmeG verpflichtet das neue GEG auch künftig dazu, den Wärmebedarf für neu zu errichtende Gebäude anteilig mit erneuerbaren Energien zu decken. Neu ist dabei die Anerkennung von Strom aus erneuerbaren Energien als Option zur Erfüllung der Anforderungen. Strom aus erneuerbaren Energien kann somit ebenso einen Beitrag zur Deckung des Wärme- und Kältebedarfs von Gebäuden leisten wie zum Beispiel die Solarthermie. Das neue GEG bietet auch künftig die Möglichkeit, Ersatzmaßnahmen anstelle des Einsatzes erneuerbarer Energien zu ergreifen sowie verschiedene Maßnahmen zu kombinieren.

Allgemeine Informationen und Praxisbeispiele sind auf der Homepage der Deutschen Energieagentur (dena) unter dem Themenportal „Zukunft Haus“ www.zukunft-haus.info zu finden.

Weiterführende Informationen zum Thema Energieeinsparung im Bauwesen erhalten Sie beim Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung www.bbsr.bund.de und auf dem BBSR-Themenportal www.bbsr-energieeinsparung.de.

Bisherige Fördermaßnahmen: das Marktanreizprogramm

Das Marktanreizprogramm (MAP) ist ein Programm des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt. Antragsberechtigt sind Privatpersonen, Unternehmen, Kommunen und gemeinnützige Organisationen. Das MAP umfasste zwei Förderteile, für die je nach Art und Größe der Investitionsmaßnahme folgende Stellen zuständig waren: Das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) gewährte Investitionszuschüsse für die Förderung von überwiegend kleinen Anlagen bis 100 kW Leistung in den Bereichen Solarthermie, Biomasse und Wärmepumpen. Im Programm „Erneuerbare Energien – Premium“ der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) werden über zinsgünstige Darlehen in Verbindung mit attraktiven Tilgungszuschüssen große Solarthermieanlagen, Biomasseheizwerke, bestimmte effiziente Wärmepumpen, Biogasleitungen, Tiefengeothermieanlagen, Nahwärmenetze für Wärme aus erneuerbaren Energien (nachrangig zur KWKG-Förderung) und große Wärmespeicher für Wärme aus erneuerbaren Energien gefördert. Das MAP wurde Anfang 2021 teilweise in die „Bundesförderung für effiziente Gebäude“ (BEG) integriert (ehemaliger BAFA-Teil des MAP). Weitere Informationen zur Förderung in der BEG finden Sie unter der BMWi-Internetseite www.deutschland-machts-effizient.de.

Die „Richtlinien zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt“, auf denen das MAP beruht, waren zum 01.01.2020 umfassend novelliert worden, bevor es Anfang 2021 in weiten Teilen in die BEG überführt wurde. Vom 01.01. bis 31.12.2020 galten im BAFA-Teil des MAP prozentuale Fördersätze in Höhe von 20 Prozent für Gasbrennwertkessel, die innerhalb von zwei Jahren auf eine Einbindung erneuerbarer Energien nachgerüstet werden müssen („Renewable Ready“), 30 Prozent für Gashybridanlagen bzw. 35 Prozent für Anlagen, die komplett auf erneuerbaren Energien basieren. Gleichzeitig wurde die im Klimaschutzprogramm 2030 beschlossene sogenannte „Ölaustauschprämie“ in das MAP integriert. Hierbei wurden die Fördersätze nochmal um bis zu zehn Prozentpunkte bei Ersatz einer alten Ölheizung und Einbau einer effizienten neuen

Heizungsanlage auf Basis erneuerbarer Energien erhöht.

Über das MAP (BAFA- und KfW-Förderprogramme) wurden seit dem Jahr 2000 bereits rund 2,4 Millionen Anlagen mit einem Volumen von knapp 7,8 Milliarden Euro gefördert. Durch die Anpassung der Fördermaßnahmen wurden allein im Jahr 2020 rund 3,2 Milliarden Euro bewilligt. Damit war das MAP bisher eines der wichtigsten Instrumente zum Ausbau erneuerbarer Energien im Wärmemarkt.

Im Förderteil der Investitionszuschüsse (BAFA) wurden in den Jahren 2000 bis 2020 rund 1,2 Millionen Solarthermieanlagen mit Investitionszuschüssen in Höhe von insgesamt circa 1,5 Milliarden Euro sowie rund 472.000 kleinere Biomasseheizungen, z.B. Pelletkessel, in einem Umfang von rund 979 Millionen Euro gefördert. Die hierdurch ausgelösten Investitionen betrugen circa 10,7 Milliarden Euro im Fördersegment Solarthermie und circa 6,9 Milliarden Euro im Bereich Biomasse.

Für effiziente Wärmepumpenheizungen, die seit dem Jahr 2008 förderfähig sind, wurden bis zum Jahr 2020 in rund 182.000 Förderfällen Investitionszuschüsse in Höhe von insgesamt circa 602 Millionen Euro ausgezahlt. Das ausgelöste Investitionsvolumen betrug rund 3,1 Milliarden Euro.

Ein Überblick über die bewilligten Anträge zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt im Jahr 2020 ist in Abbildung 39 dargestellt.

Im weiteren Förderteil des MAP, dem KfW-Programm „Erneuerbare Energien – Premium“, wurden in den Jahren 2000 bis 2020 für rund 28.200

Gesetzgebung und Förderung erneuerbarer Energien im Wärmebereich und Verkehr durch den Bund in Deutschland, Stand 10/2021 (2)

Abbildung 39: Marktanreizprogramm, BAFA-Programm „Heizen mit erneuerbaren Energien“, Investitionszuschüsse 2020

Maßnahmen	Anzahl der bewilligten Anträge	Bewilligte Mittel [Euro]
reine EE-Anlagen	166.410	2.739.765.264
Gas-Hybrid	29.967	481.630.652
Renewable Ready	281	1.224.424
Gesamtzahl	196.658	3.222.620.340
davon Öl-Austausch im Gebäudebestand	88.300	1.830.053.301

Quelle: BMWi

Abbildung 40: Marktanreizprogramm, KfW-Programm „Erneuerbare Energien – Premium“ 2020

Maßnahmen	Anzahl	Teilbetrag Darlehens- zusage TEUR	zugesagtes TGZ-Volumen TEUR
Solarkollektoranlage	17	7.290	4.195
Anlage zur Verfeuerung fester Biomasse	51	4.574	1.081
Biomasse-Anlage zur Wärmeerzeugung	44	2.902	553
KWK-Biomasse-Anlage	1	255	6
Wärmenetz	1.352	60.734	34.651
Biogasleitung für unaufbereitetes Biogas	11	4.588	1.382
Große Wärmespeicher	79	12.261	4.248
EE-Wärmespeicher	150	6.292	3.400
Große Wärmepumpe	1	82	18
Sonstiges	2	20.000	7.705
Gesamt	1.708	118.978	57.239

Quelle: BMWi

Gesetzgebung und Förderung erneuerbarer Energien im Wärmebereich und Verkehr durch den Bund in Deutschland, Stand 10/2021 (3)

größere Vorhaben zinsgünstige Darlehen mit Tilgungszuschüssen zugesagt. Dabei lag das insgesamt gewährte Darlehensvolumen bei rund 3,7 Milliarden Euro und das Volumen der Tilgungszuschüsse bei circa 980 Millionen Euro.

Ein Überblick über die Verwendungszwecke der zugesagten Tilgungszuschüsse (TGZ) im Jahr 2020 ist in Abbildung 40 dargestellt.

Neue Fördermaßnahmen: Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)

Mit der „Bundesförderung für effiziente Gebäude“ (BEG), die in 2021 sukzessive in Kraft getreten ist, wird die energetische Gebäudeförderung in Umsetzung des Klimaschutzprogramms 2030 vollständig neu aufgestellt und weiterentwickelt. Die BEG fasst die bisherigen Gebäudeförderprogramme in einem einzigen Förderprogramm zusammen und entwickelt diese adressatengerecht weiter:

1. Das CO₂-Gebäudesanierungsprogramm, umgesetzt durch die KfW-Programme „Energieeffizient Bauen und Sanieren“ (EBS),
2. den durch das BAFA als Förderprogramm „Heizen mit erneuerbaren Energien“ umgesetzten Programmteil des MAP,
3. das Anreizprogramm Energieeffizienz (APEE) sowie
4. das Heizungsoptimierungsprogramm (HZO).

Mit der BEG wird die Komplexität der Förderlandschaft und damit der bürokratische Aufwand reduziert mit dem Ziel, zukünftig noch stärkere Anreize für Investitionen in Energieeffizienz und erneuerbare Energien und damit einen entscheidenden Beitrag zur Erreichung der Energie- und Klimaziele 2030 im Gebäudesektor zu erreichen.

Zudem wird mit der BEG die Förderung von Energieeffizienz und erneuerbaren Energien erstmals unter einem Dach zusammengeführt. Bei Neubauten und Komplett-sanierungen wird der Einsatz erneuerbarer Energien noch stärker prämiert. Zusätzlich gibt es neue Förderangebote für besonders ambitionierte Sanierungen und Neubauten. Des Weiteren werden auch die vom Bundesministerium

des Inneren, für Bau und Heimat (BMI) anerkannten Nachhaltigkeitszertifikate der investiven Förderung berücksichtigt. Gleichzeitig wird die Förderung von Digitalisierungsmaßnahmen zur energetischen Betriebs- und Verbrauchsoptimierung ausgeweitet („Efficiency Smart Home“).

Daneben bietet die BEG auch mehr Flexibilität: Um den jeweiligen individuellen Bedürfnissen der Fördernehmer/innen bestmöglich zu entsprechen, werden Fördertatbestände sowohl als Zuschuss- als auch als Kreditförderung angeboten.

Eine Übersicht über die Förderprogramme ist unter der BMWi Internetseite „Deutschland-macht’s-effizient“ (www.deutschland-machts-effizient.de) sowie auf den Internetseiten von BAFA (www.bafa.de) und KfW (www.kfw.de) zu finden.

Förderung erneuerbarer Energien im Verkehr

Biokraftstoffe

Biokraftstoffe wurden in der Bundesrepublik Deutschland zunächst ausschließlich über steuerliche Begünstigungen gefördert.

Der erste Biokraftstoffbericht des Bundesministeriums der Finanzen [25] stellte für das Jahr 2006 eine erhebliche Überkompensation fest. Die Steuererstattung lag deutlich über der Differenz der Produktionskosten. Aus diesem Grund wurde die Biokraftstoffförderung auf eine rein ordnungsrechtliche Förderung umgestellt [38], [39]. Die in diesem Zusammenhang neu eingeführte Biokraftstoffquote verpflichtete die Mineralölwirtschaft, einen Mindestanteil an Biokraftstoffen – bezogen auf die jährliche Gesamtabsatzmenge eines Unternehmens an Otto-, Diesel- und Biokraftstoff – in den Verkehr zu bringen. Die Gesamtquote lag in den Jahren 2010 bis 2014 bei 6,25 Prozent (energetisch), die Unterquote für Dieselkraftstoff ersetzende Biokraftstoffe bei 4,4 Prozent (energetisch) und die für Ottokraftstoff ersetzende Biokraftstoffe bei 2,8 Prozent (energetisch). Seit dem Jahr 2011 konnten bestimmte Biokraftstoffe (v. a. Biokraftstoffe, die aus Abfällen und Reststoffen hergestellt werden) doppelt gewichtet auf die energetische Biokraftstoffquote angerechnet werden.

Biokraftstoffe, die seit Beginn des Jahres 2011 in Deutschland in Verkehr gebracht werden, können bzw. konnten nur dann über die Biokraftstoffquote oder (bis Ende des Jahres 2015) steuerlich gefördert werden, wenn diese die Anforderungen der Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung erfüllen.

Zum 1. Januar 2015 wurde die Quote von der energetischen Bewertung auf die Netto-Treibhausgas-minderung als Bezugsgröße umgestellt. Diese beträgt 3,5 Prozent in den Jahren 2015 und 2016, 4,0 Prozent im Zeitraum 2017 bis 2019 und 6,0 Prozent ab 2020 [44]. Damit soll auch sichergestellt werden, dass das gemäß RL 2009/28/EG gleichermaßen für alle EU-Mitgliedstaaten geltende Ziel zum Einsatz von Biokraftstoffen und Elektromobilität von zehn Prozent im Jahr 2020 erreicht wird (zu spezifischen Vorgaben, u. a. Mehrfachanrechnungen, siehe methodische Hinweise im Anhang).

Die Mengenentwicklung bei den verschiedenen Biokraftstoffen (siehe Abbildungen 22 bis 25) steht im engen Kontext zu den Änderungen bei der Förderung seit dem Jahr 2004.

Elektromobilität

E-Mobilität ist eine Schlüsseltechnologie für die Gestaltung eines sauberen und effizienten Verkehrssystems. Für das Erreichen der Klimaziele sollen bis 2030 mindestens sieben bis zehn Millionen Elektrofahrzeuge auf Deutschlands Straßen fahren. Zudem sollen im gleichen Zeitraum eine Million Ladepunkte zur Verfügung stehen. Um das zu unterstützen, hat die Bundesregierung unterschiedliche Fördermaßnahmen beschlossen, unter anderem im Klimaschutzprogramm 2030. Seit dem Jahr 2009 wurden bereits Fördermittel in Höhe von rund fünf Milliarden Euro bereitgestellt und Rahmenbedingungen gesetzt, um Elektromobilität attraktiver zu machen.

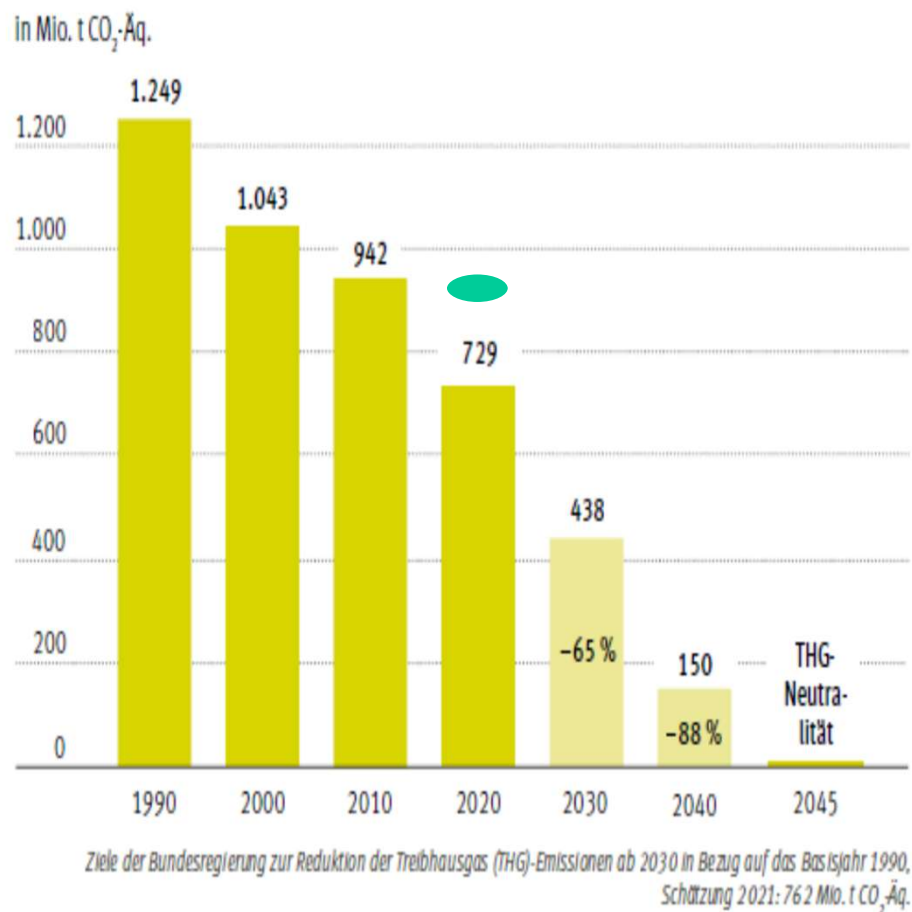
Um die Nachfrage auf dem Markt für Elektromobilität zu beschleunigen, hat die Bundesregierung 2016 ein Maßnahmenpaket mit einem Investitionsvolumen von knapp unter einer Milliarde Euro beschlossen. Mit der vom Koalitionsausschuss am 3. Juni 2020 beschlossenen Erhöhung der Prämie des Bundes um zwei Milliarden Euro auf knapp drei Milliarden Euro können bis zum 31. Dezember 2021 rund 300.000 weitere elektrisch betriebene Fahrzeuge gefördert werden. Mit Einführung der Innovations-

Energie & Klimaschutz, Treibhausgase

Entwicklung Treibhausgas-Emissionen und erneuerbare Energien in Deutschland 1990-2020/21 und Ziele der Bundesregierung bis 2030/50 (1)

Jahr 2020: Gesamt 729 Mio. t CO₂ Äq , Veränderung 1990-2020 – 42,3%

Treibhausgas-Emissionen Deutschland



Quelle: UBA, Klimaschutzgesetz 2021
© FNR 2022

KLIMASCHUTZ

Ziele der Bundesregierung für Erneuerbare Energien

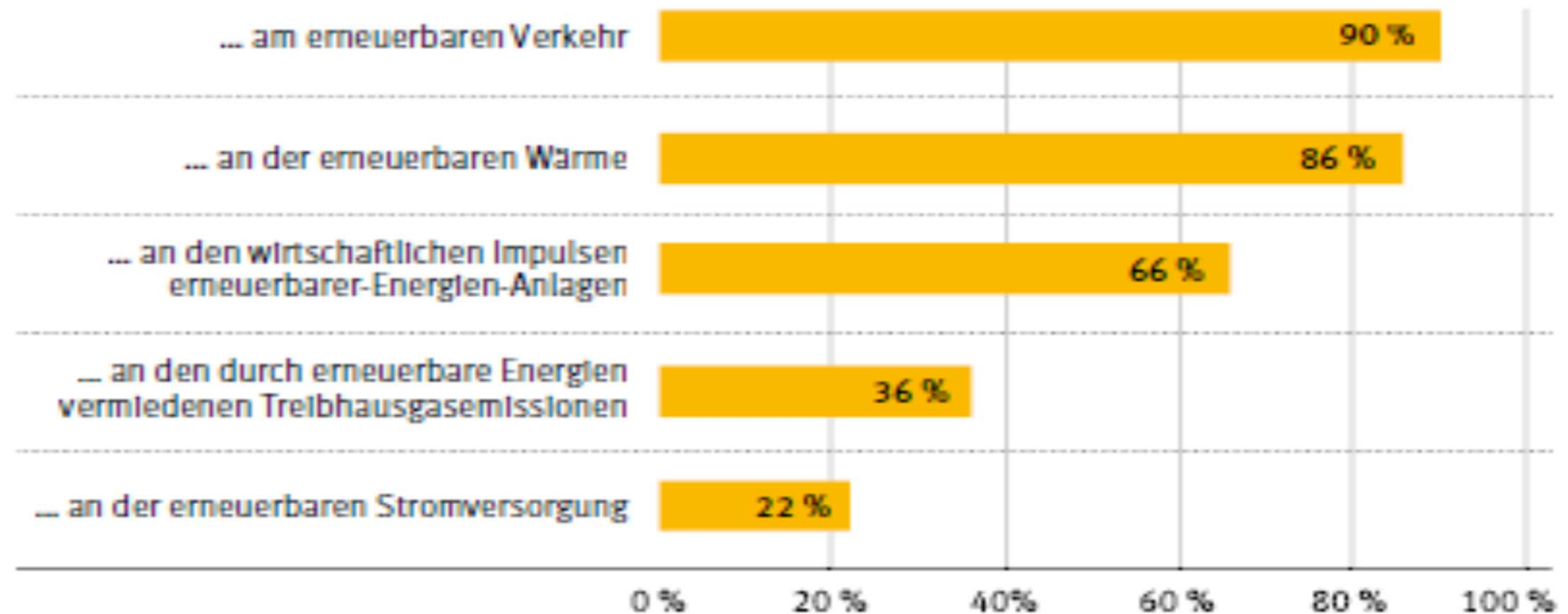
Anteil erneuerbarer Energien	Ist	Ziele	
	2021	2030	2050
Bruttoendenergieverbrauch	19,7 %	30 %	60 %
Bruttostromverbrauch	41,1 %	65 %	≥ 80 %
Endenergieverbrauch Wärme und Kälte	16,5 %	27 %	–
Endenergieverbrauch Verkehr	6,8 %	27 %	–

Quelle: AGEE-Stat (Februar 2022), NECP (Juni 2020), UBA (März 2020)

Bioenergie - Starker Pfeiler für den Klimaschutz und Energiewende (2)

Bioenergie – Starker Pfeiler für Klimaschutz und Energiewende

Beitrag der Bioenergie



Quelle: BMWK, AGEE-Stat (Februar 2022)
© FNR 2022

Zahlen für Deutschland 2021

Treibhausgas-Emissionen (THG) in Deutschland 2018/19, Ziele 2020-2050 (1)

Jahr 2019: Reduktion gesamte Treibhausgasemissionen (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 Treibhausgas-minderungsmaßnahmen 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
TREIBHAUSGASEMISSIONEN						
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 _{2e})	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 (CO₂-Äquivalente (CO₂-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 (CO₂), verursacht vor allem durch die Verbrennungsvorgänge.

Aufgrund des überdurchschnittlichen Rückgangs anderer Treibhausgase, ist der Anteil der CO₂-Emissionen seit dem Jahr 1990 um 3,6 Prozentpunkte auf rund 87,9 Prozent gestiegen. Der Anteil der Methanemissionen (CH₄) betrug im Jahr 2019 zirka 6,1 Prozent und die Emissionen von Lachgas (N₂O) 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 CO₂-Äquivalente (etwa 6 Prozent) auf 677,4 Millionen t CO₂-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 CO₂-Emissionen.

Insgesamt sind die energiebedingten Emissionen seit dem Jahr 1990 deutlich gesunken.

Der überwiegende Teil dieser energiebedingten CO₂-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 CO₂-Äquivalente vermieden. Auf den Stromsektor entfielen dabei 158 Millionen t CO₂-Äquivalente. Durch den Einsatz erneuerbarer Energien im Wärmebereich wurden 36 Millionen t und durch biogene Kraftstoffe knapp 8 Millionen t CO₂-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 CO₂-Äquivalente wurden im Jahr 2019 durch die Nutzung von Windenergie vermieden, 28 Millionen t CO₂-Äquivalente durch Photovoltaik und 15 Millionen t CO₂-Äquivalente durch Wasserkraftanlagen. Rund 65 Millionen t CO₂-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 Anbaumasse 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 CO₂-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 CO₂-Äquivalente gesunken. Während in Deutschland im Jahr 1990 je Milliarde Euro reales Bruttoinlandsprodukt rund 0,59 Millionen t CO₂-Äquivalente an Treibhausgasen freigesetzt wurden, waren es im Jahr 2019 nur noch 0,25 Millionen t CO₂-Äquivalente pro Milliarde Euro Bruttoinlandsprodukt.

INFO

Was sind CO₂-Äquivalente?

Um die Wirkung von Gasen auf den Treibhauseffekt zu messen, werden sie in die Maßeinheit CO₂-Äquivalente umgerechnet. Der Wert gibt an, welche Menge CO₂ 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

Entwicklung Treibhausgasemissionen nach Sektoren in Deutschland 1990-2020 und Ziele nach Novelle Klimaschutzgesetz bis 2030 (4)

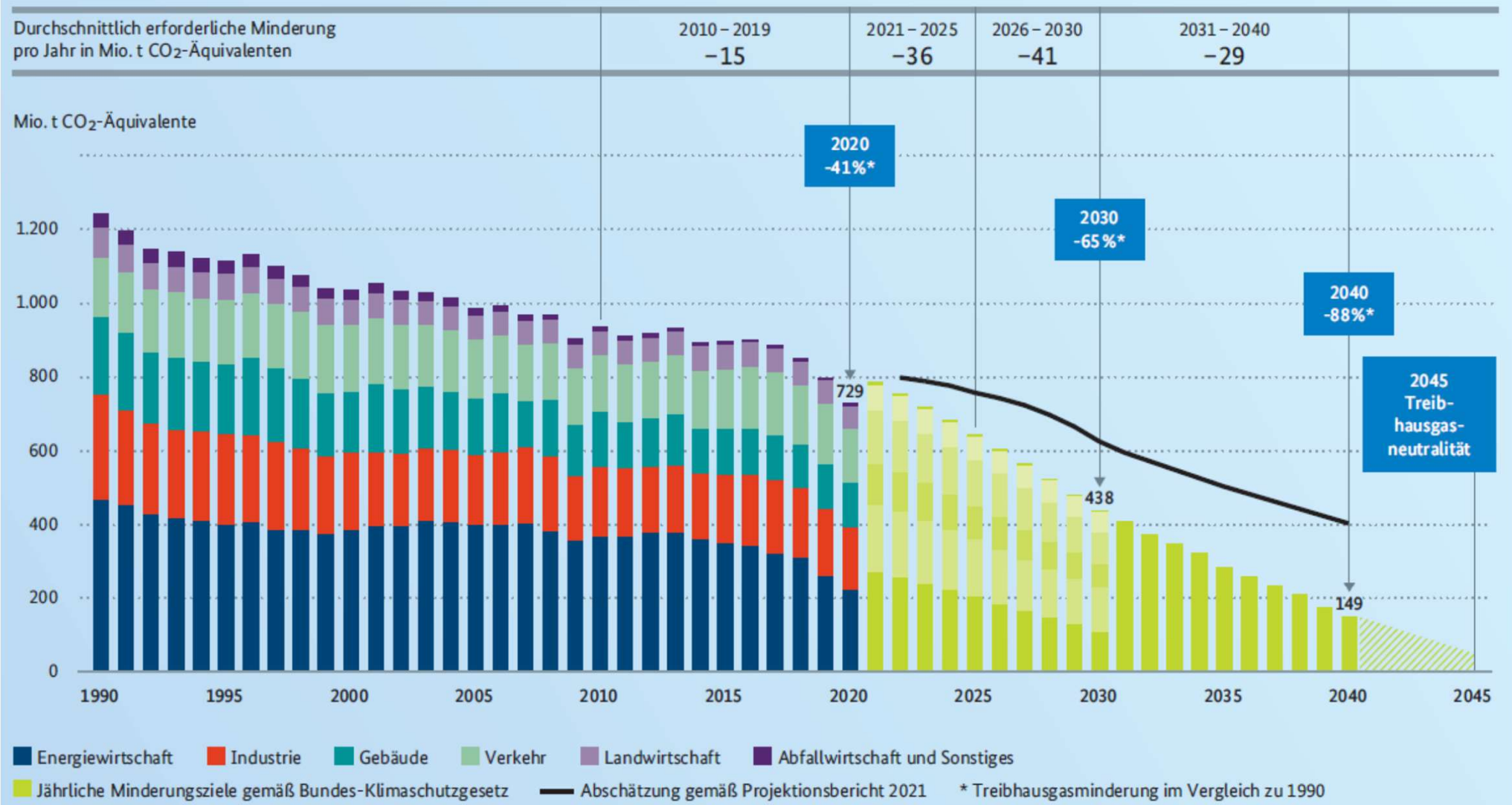
Gesamt Jahr 1990 = Ist 1.249; Jahr 2020 = Ist 729; Jahr 2030 Ziel 438 Mio. t CO₂-Äquivalent ohne LULUCF

Datenanhang zu Abbildung 15: Entwicklung der Treibhausgase und vorgesehene Jahresemissionsmen- gen nach Sektoren in Millionen Tonnen CO ₂ -Äquivalente											
Entwicklung der Treibhausgase nach Sektoren											
Sektor	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2019	2020			
Energiewirtschaft	466	400	385	397	368	347	258	221			
Industrie	284	244	208	191	188	188	187	178			
Verkehr	164	176	181	160	153	162	164	146			
Gebäude	210	188	167	154	149	124	123	120			
Landwirtschaft	87	74	72	69	69	72	68	66			
Abfallwirtschaft und Sonstiges	38	38	28	21	15	11	9	9			
Vorgesehene Jahresemissionsmengen nach Anlage 2 des Klimaschutzgesetzes											
Sektor	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Energiewirtschaft	280		257								108
Industrie	186	182	177	172	165	157	149	140	132	125	118
Verkehr	150	145	139	134	128	123	117	112	105	96	85
Gebäude	118	113	108	102	97	92	87	82	77	72	67
Landwirtschaft	70	68	67	66	65	63	62	61	59	57	56
Abfallwirtschaft und Sonstiges	9	9	8	8	7	7	6	6	5	5	4
Quellen: UBA (2021a), UBA (2021b), Bundesregierung (2021)											

Entwicklung Treibhausgas-Emissionen (THG) und beschlossene zulässige Jahresemissionsmengen **nach Sektoren** in Deutschland 1990-2020, Ziele 2030 bis 2045 (5)

Jahr 1990 = Ist 1.249; Jahr 2020 = Ist 729; Jahr 2030 Ziel 438 Mio. t CO₂-Äquivalent **ohne LULUCF**

Entwicklung der Treibhausgasemissionen in Deutschland



Ziele Reduktion gesamte Treibhausgas-Emissionen (THG) nach Sektoren ohne Energiewirtschaft in Deutschland 2020 bis 2030 (6)

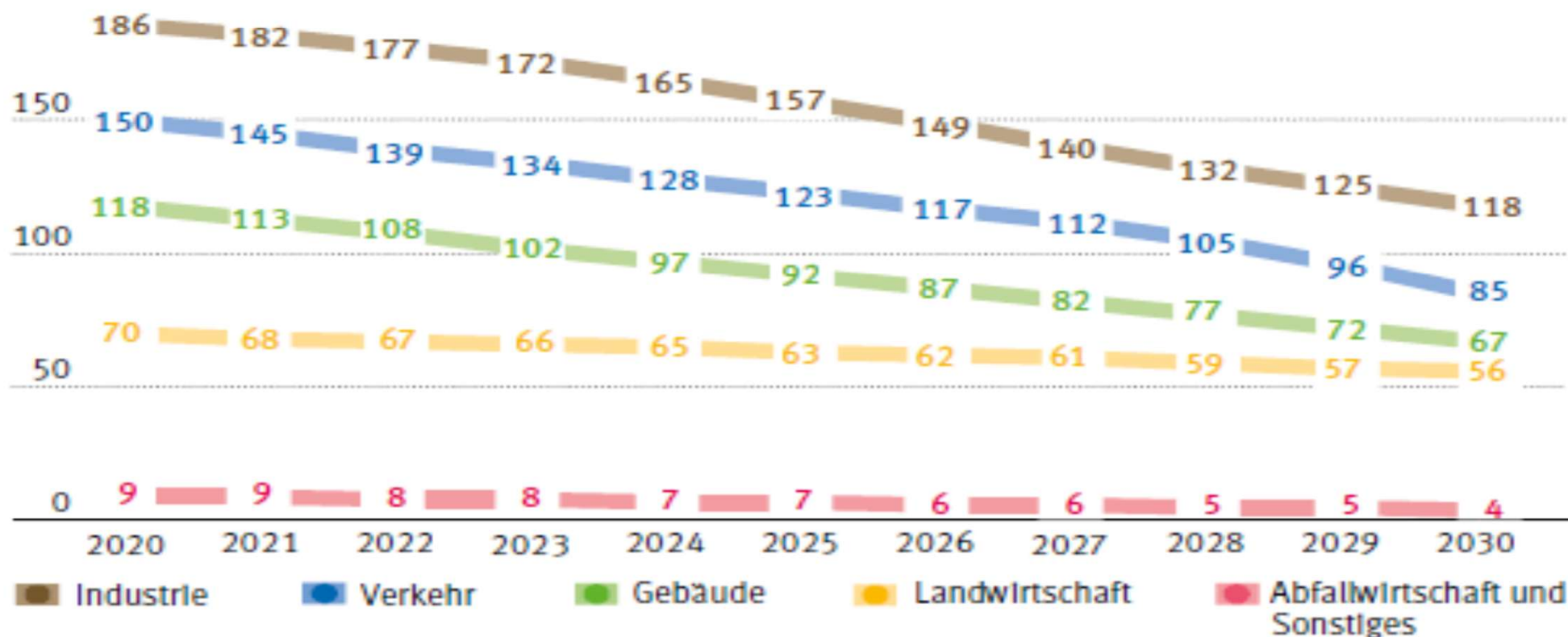
Jahr 2020: Gesamt 533 + 280 = 813 Mio. t CO₂-Äq.; Jahr 2030: Gesamt 330 + 108 = 438 Mio. t CO₂-Äq.

Ziele Reduktion THG-Emissionen nach Sektoren

In Mio. t CO₂-Äq.

200 813 - 280 = 533*

438 - 108 = 330*



* ohne Energiewirtschaft Jahr 2020 bzw. 2030 = 280 bzw. 108 Mio. t CO₂-Äq

THG: Treibhausgase

Quelle: Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG)

© FNR 2022

Vermiedene Treibhausgas-Emissionen (THG) durch **Nutzung erneuerbarer Energien** in Deutschland im Jahr 2021 (1)

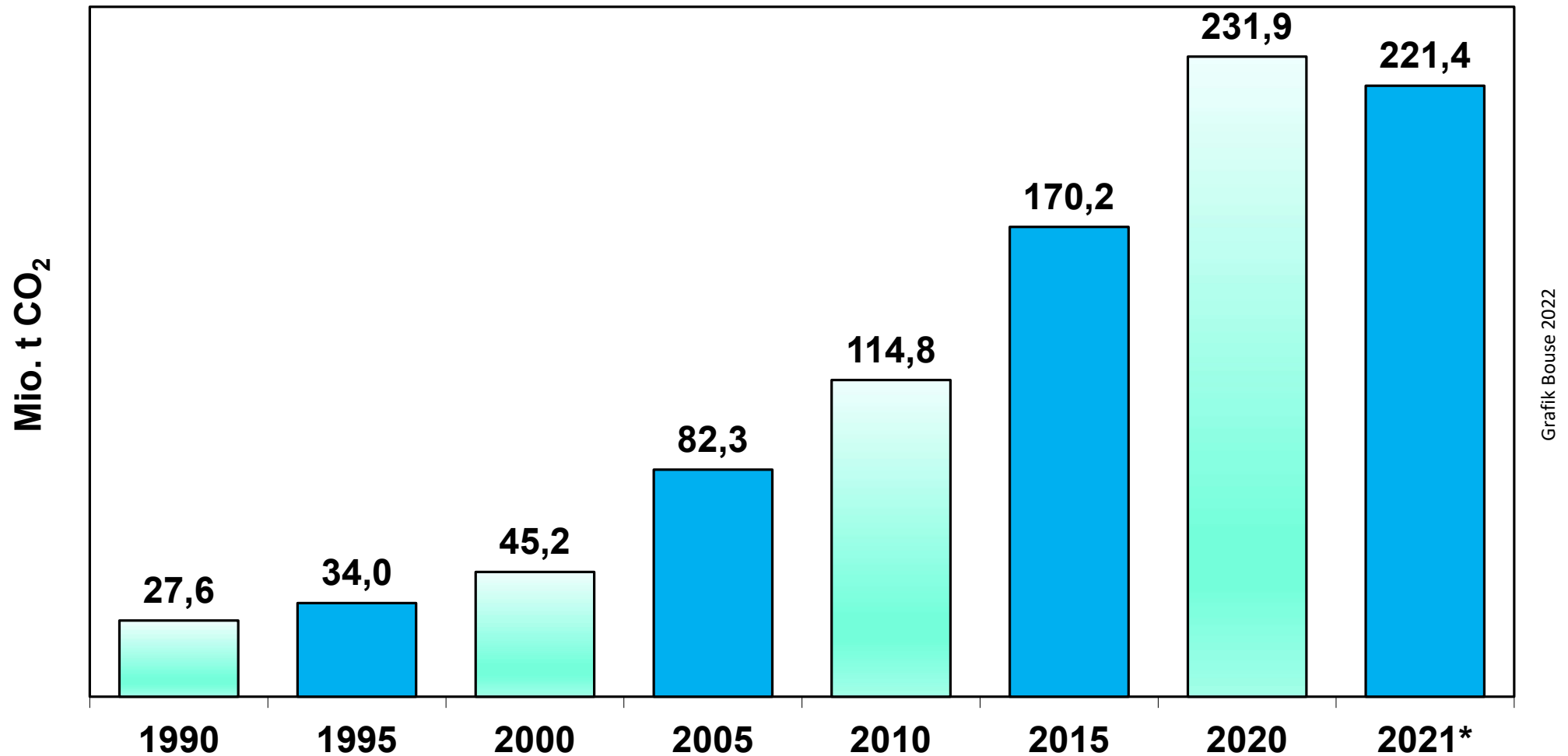
Der Ausbau erneuerbarer Energien trägt wesentlich zur Erreichung der Klimaschutzziele bei. Indem fossile Energieträger durch erneuerbare Energien ersetzt werden, sinken die energiebedingten Treibhausgasemissionen aus Kohle, Gas und Öl. Insgesamt wurden im Jahr 2021 durch den Einsatz erneuerbarer Energien rund 221 Mio. t CO₂-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 CO₂-Äquivalenten die Stromerzeugung aus Windkraft. Insgesamt entfielen auf den Stromsektor rund 167 Mio. t CO₂-Äquivalente.

Im Wärmesektor wurden etwa 45 Mio. t CO₂-Äquivalente und durch Biokraftstoffe im Verkehr etwa 10 Mio. t CO₂-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

Entwicklung vermiedene Treibhausgas-Emissionen durch Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland 1990-2021 (2)

Jahr 2021: Gesamt 221,4 Mio. t CO₂-Äquivalenten
Ø 2,7 t CO₂ 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 (3)

Jahr 2021: Gesamt 221,4 Mio. t CO₂-Äquivalenten
Ø 2,7 t CO₂ 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 ₂ -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.

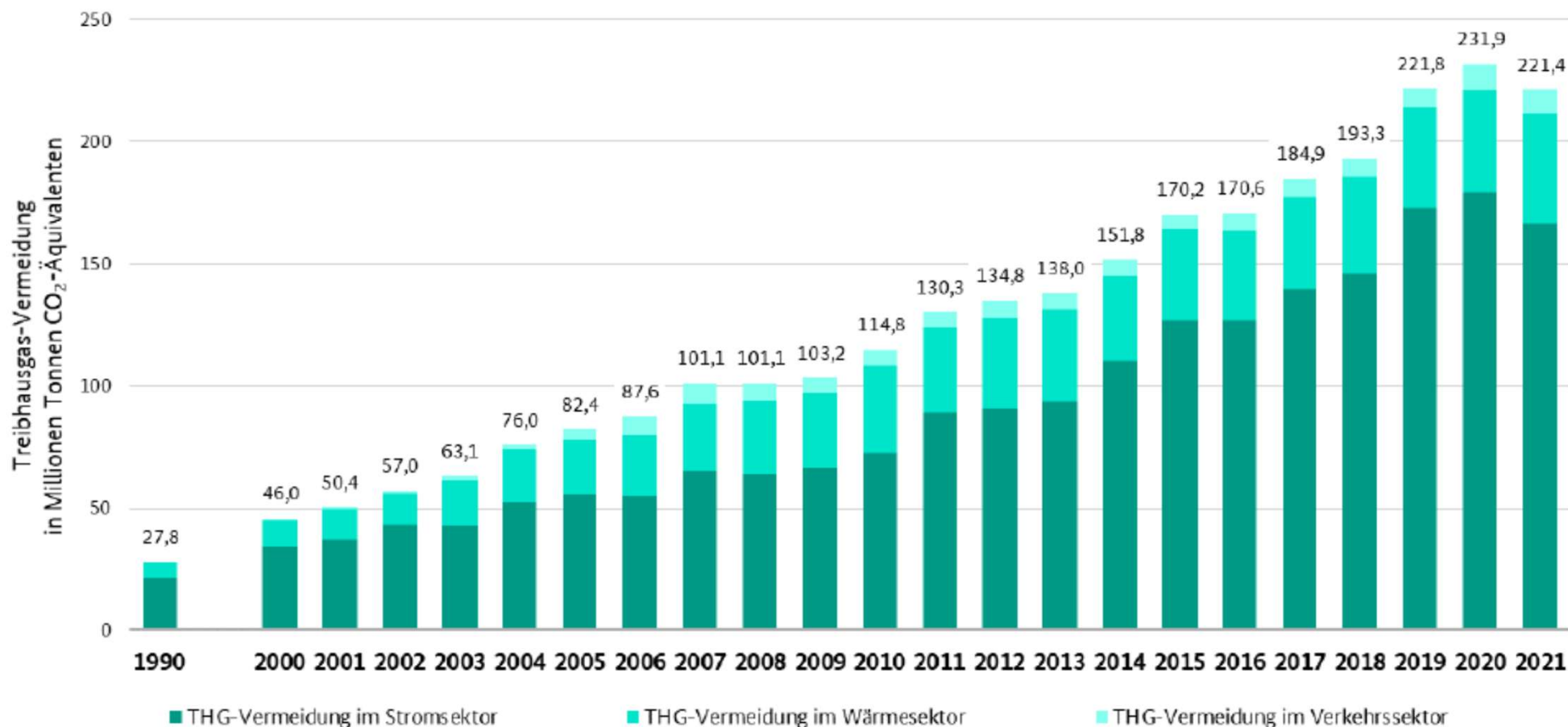
Quelle: UBA + AGEE Stat – Erneuerbare Energien in Deutschland 1990-2021, Ausgabe März 2022

Entwicklung vermiedene Treibhausgas-Emissionen durch Nutzung erneuerbarer Energien nach Sektoren in Deutschland 1990-2021 (4)

Jahr 2021: Gesamt 221,4 Mio. t CO₂-Äquivalente

Strombereich 166,7 Mio. t CO₂Äquv., (75,3%), Wärmebereich 44,9 Mio. t CO₂Äquv., (20,3%), Verkehr 9,8 Mio. t CO₂Äquv., (4,4%)

Entwicklung der vermiedenen Treibhausgas-Emissionen durch die Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland nach Sektoren



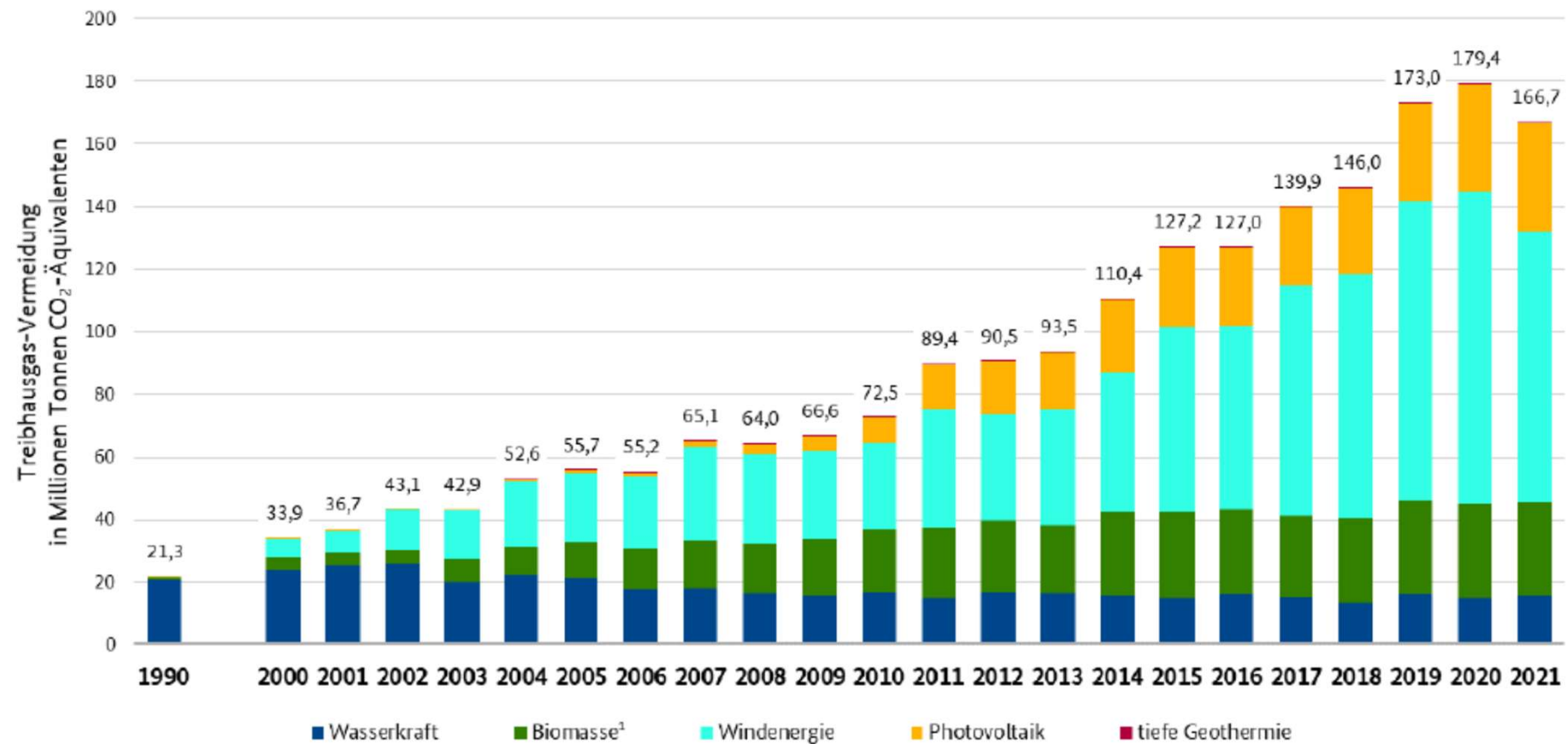
BMWK auf Basis AGEE-Stat unter Verwendung von Daten des Umweltbundesamtes; Stand: Februar 2022

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 (5)

Jahr 2021: 166,7 Mio. t CO₂Äquv.,
Anteil 75,3% von Gesamt 221,4 Mio. t CO₂-Äquivalente

Entwicklung der vermiedenen Treibhausgas-Emissionen durch die Nutzung erneuerbarer Energien im Stromsektor in Deutschland



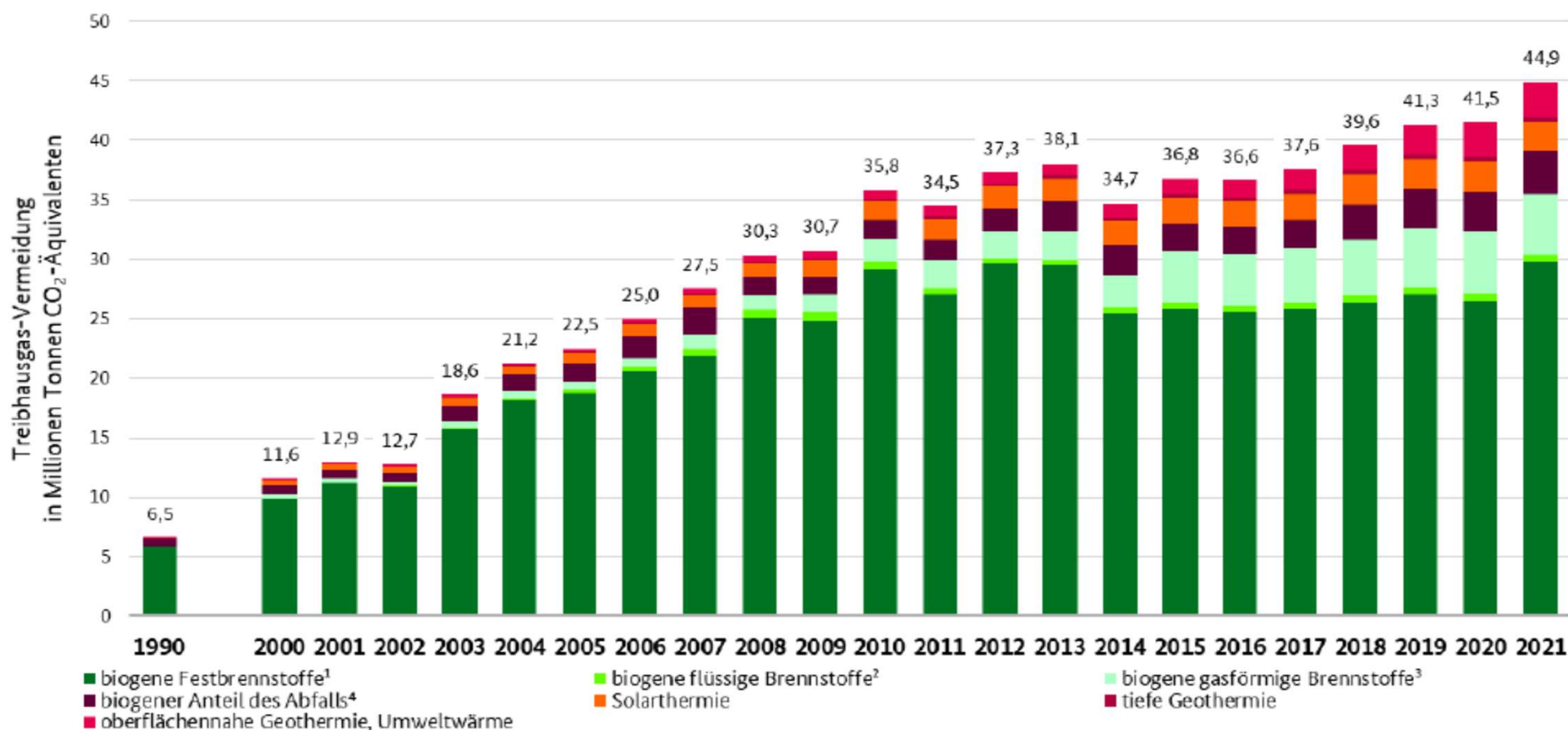
¹ inkl. feste, flüssige und gasförmige Biomasse, Klärschlamm sowie dem biogenen Anteil des Abfalls (in Abfallverbrennungsanlagen mit 50 % angesetzt, ab 2008 nur Siedlungsabfälle)

BMWK auf Basis AGEE-Stat unter Verwendung von Daten des Umweltbundesamtes; Stand: Februar 2022

Entwicklung vermiedene Treibhausgas-Emissionen (THG) durch **Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmesektor** in Deutschland 1990-2021 (6)

Jahr 2021: 44,9 Mio. t CO₂Äquv.,
Anteil 20,3% von Gesamt 221,4 Mio. t CO₂Äquv.

Entwicklung der vermiedenen Treibhausgas-Emissionen durch die Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmesektor in Deutschland



¹ inkl. Klärschl., ohne Holzkohle; ² inkl. Biokraftstoffverbr. für Land- und Forstwirtschaft, Baugew. und Militär;

³ Biogas, Biomethan, Klär- u. Deponiegas; ⁴ biog. Anteil des Abfalls in Abfallverbr.-Anlagen mit 50 % angesetzt, ab 2008 nur Siedlungsabfälle

BMWK auf Basis AGEE-Stat unter Verwendung von Daten des Umweltbundesamtes; Stand: Februar 2022

Quelle: Umweltbundesamt (UBA) aus BMWI – Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland 2021, Grafiken, 2/2022

Reduktion der Treibhausgas-Emissionen (THG) durch **erneuerbare Energien** in Deutschland 2021 (7)

Gesamt 221,4 Mio. t CO₂-Äquivalente

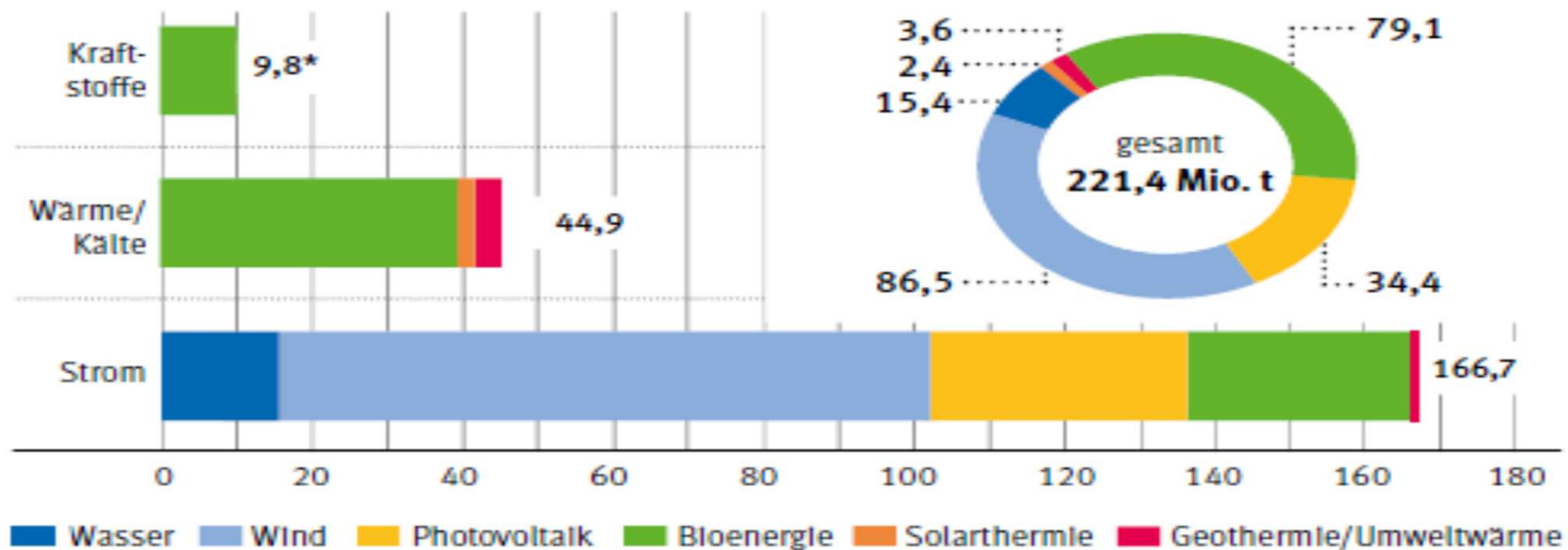
Strom 166,7 Mio. t CO₂Äquv., (75,3%), Wärmebereich 44,9 Mio. t CO₂Äquv., (20,3%), Kraftstoffe 9,8 Mio. t CO₂Äquv., (4,4%)

Beitrag Biomasse 79,2 Mio. t CO₂Äquv., Anteil 35,8%

Beitrag gesamte Biogase 22,5 Mio. t CO₂-Äquivalente, Anteil 10,0%

Reduktion von Treibhausgas-Emissionen durch erneuerbare Energien 2021

THG-Minderung (In Mio. t CO₂-Äq.)



THG: Treibhausgase

* ohne Landwirtschaft, Bauwesen und Militär

Quelle: BMWK, AGEE-Stat (Februar 2022)

© FNR 2022

* Daten 2021 vorläufig, Stand 7/2022

Quelle: FNR - Basisdaten Bioenergie Deutschland 2022, Ausgabe 7/2022

Entwicklung der vermiedenen Treibhausgas-Emissionen (THG) durch die **Nutzung erneuerbarer Energien** in Deutschland im Jahr 2021 (8)

Gesamt 221,4 Mio. t CO₂-Äquivalente

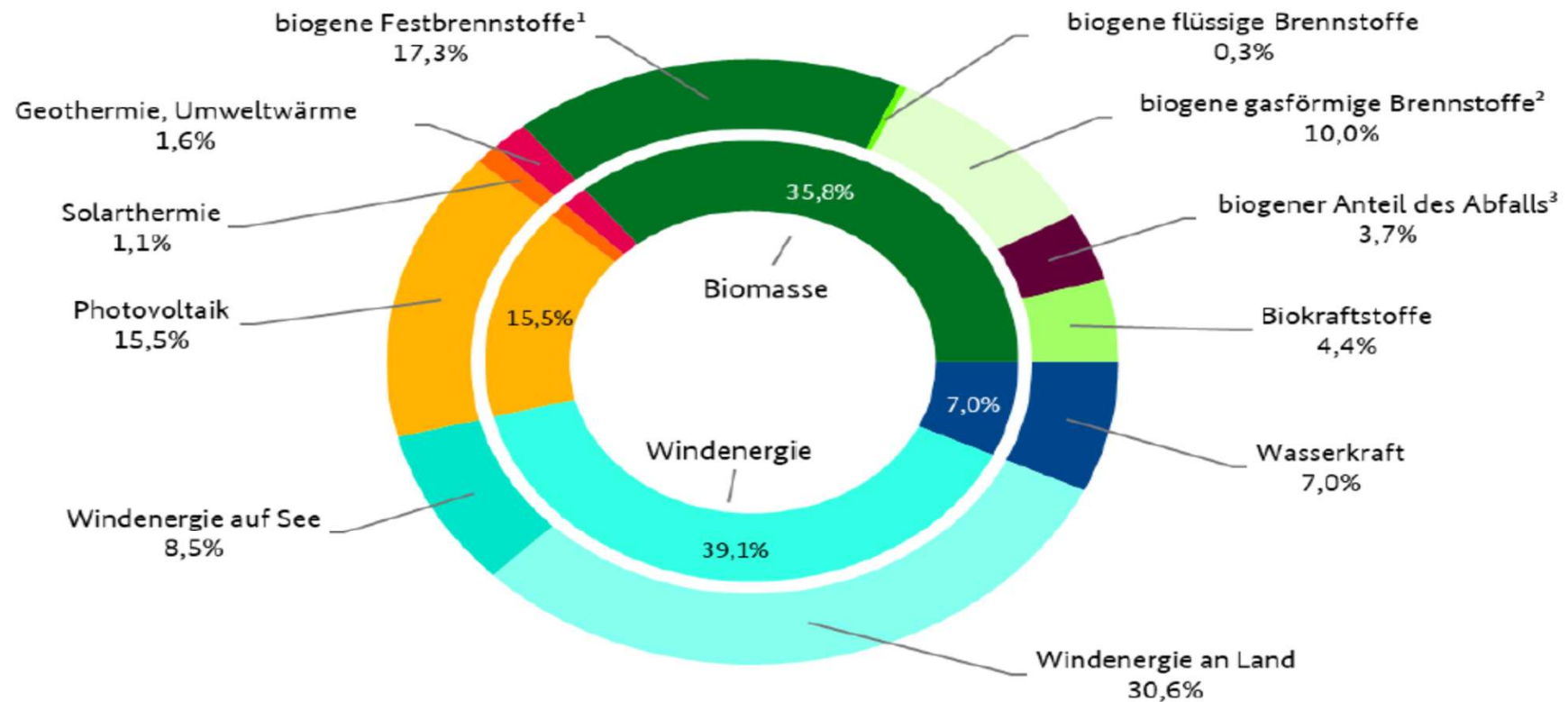
Strom 166,7 Mio. t CO₂Äquv., (75,3%), Wärmebereich 44,9 Mio. t CO₂Äquv., (20,3%), Kraftstoffe 9,8 Mio. t CO₂Äquv., (4,4%)

Beitrag Biomasse 79,2 Mio. t CO₂Äquv., Anteil 35,8%

Beitrag gesamte Biogase 22,5 Mio. t CO₂-Äquivalente, Anteil 10,0%

Vermiedene Treibhausgas-Emissionen durch die Nutzung erneuerbarer Energien im Jahr 2021

Gesamt: 221,4 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente



¹ inkl. Klärschlamm, ohne Holzkohle; ² Biogas, Biomethan, Klär- und Deponiegas; ³ biogener Anteil des Abfalls in Abfallverbrennungsanlagen mit 50 % angesetzt
BMWK auf Basis AGEE-Stat unter Verwendung von Daten des Umweltbundesamtes; Stand: Februar 2022

THG-Vermeidung durch Bioenergie nach Nutzungsarten in Deutschland 2021 (9)

Gesamt 79,1 Mio. t CO₂-Äq von 221,4 Mio. t CO₂-Äq (Anteil 35,7%)

davon Betrag Biogase 22,4 Mio. t CO₂-Äq, Anteil 10,0%

THG-Vermeidung durch Bioenergie 2021

	THG Vermeidung in 1.000 t CO ₂ -Äq			
	Strom	Wärme	Kraftstoffe	gesamt
feste Bloenergieträger	13.105	33.392	k.A.	46.497
flüssige Bloenergieträger	100	618	9.461	10.179
Biogas	17.090	5.087	296	22.473
gesamt	30.295	39.097	9.757	79.149

* Daten 2021 vorläufig, Stand 7/2022

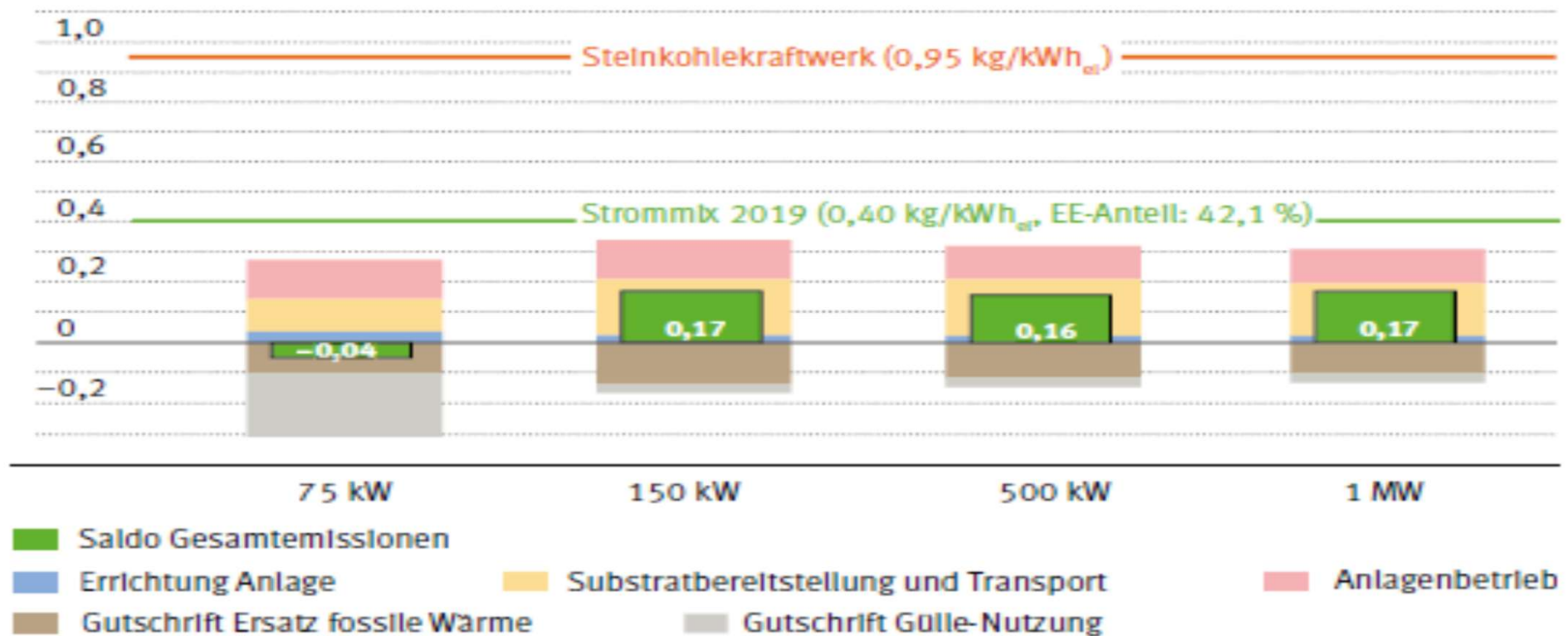
Quelle: FNR - Basisdaten Bioenergie Deutschland 2022, Ausgabe 7/2022

Treibhausgasemissionen (THG) von Biogasanlagen nach Anlagenleistung im Vergleich zum deutschen Strommix 2019

Beispiel Biogasanlage 1 MW bzw. deutscher Strommix 0,170 bzw. 0,40 kg CO_{2äqu.} / kWh_{el}

THG-Emissionen von Biogasanlagen im Vergleich zum deutschen Strommix

In kg CO₂-Äq./kWh_{el}



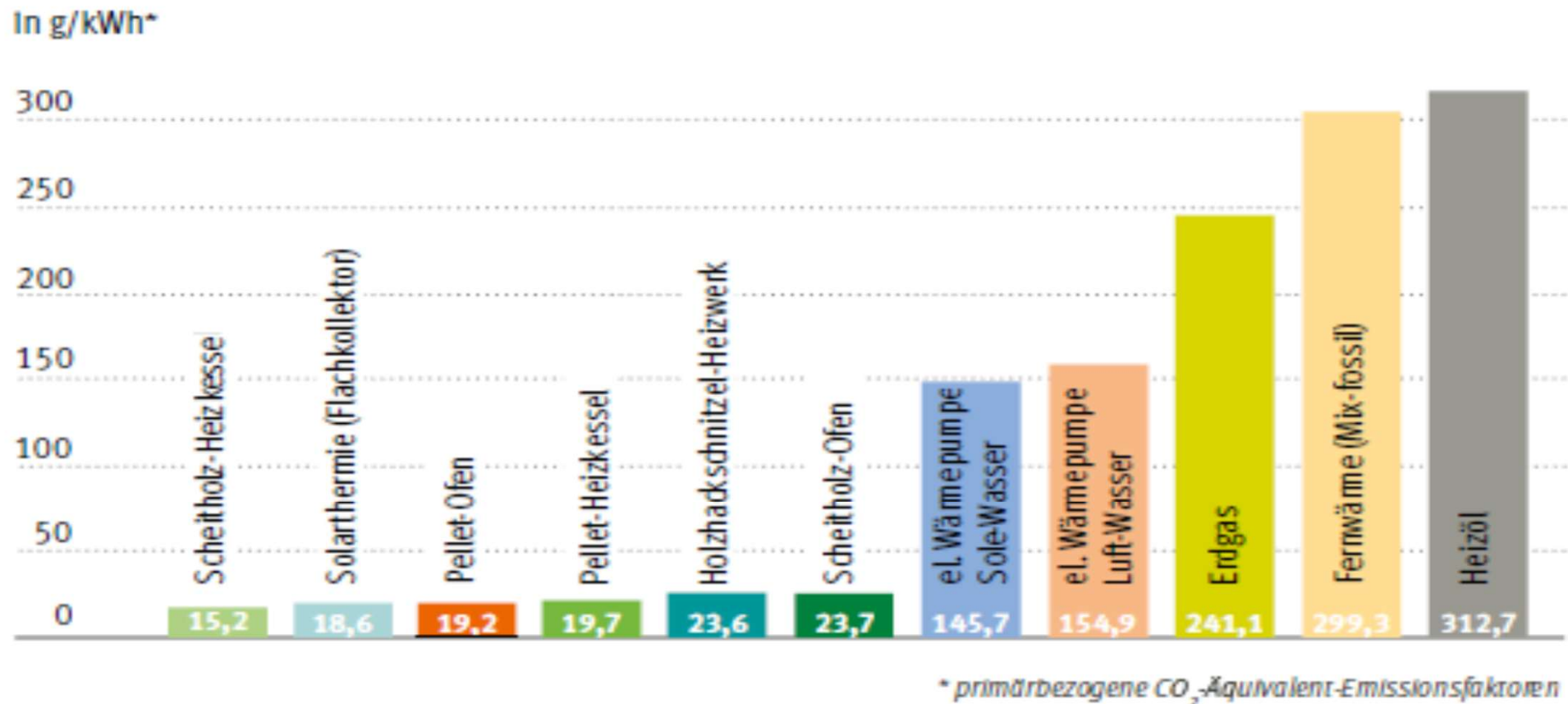
Quelle: KTBL (2011), UBA, AGEE-Stat (2020)
© FNR 2020

Weitere Erläuterungen unter Grafiken Biogas in mediathek.fnr.de

CO₂- Emissionsfaktoren der Wärmebereitstellung nach Energieträgern in Deutschland 2020

Beispiel: Erdgas 241,1 g/kWh*

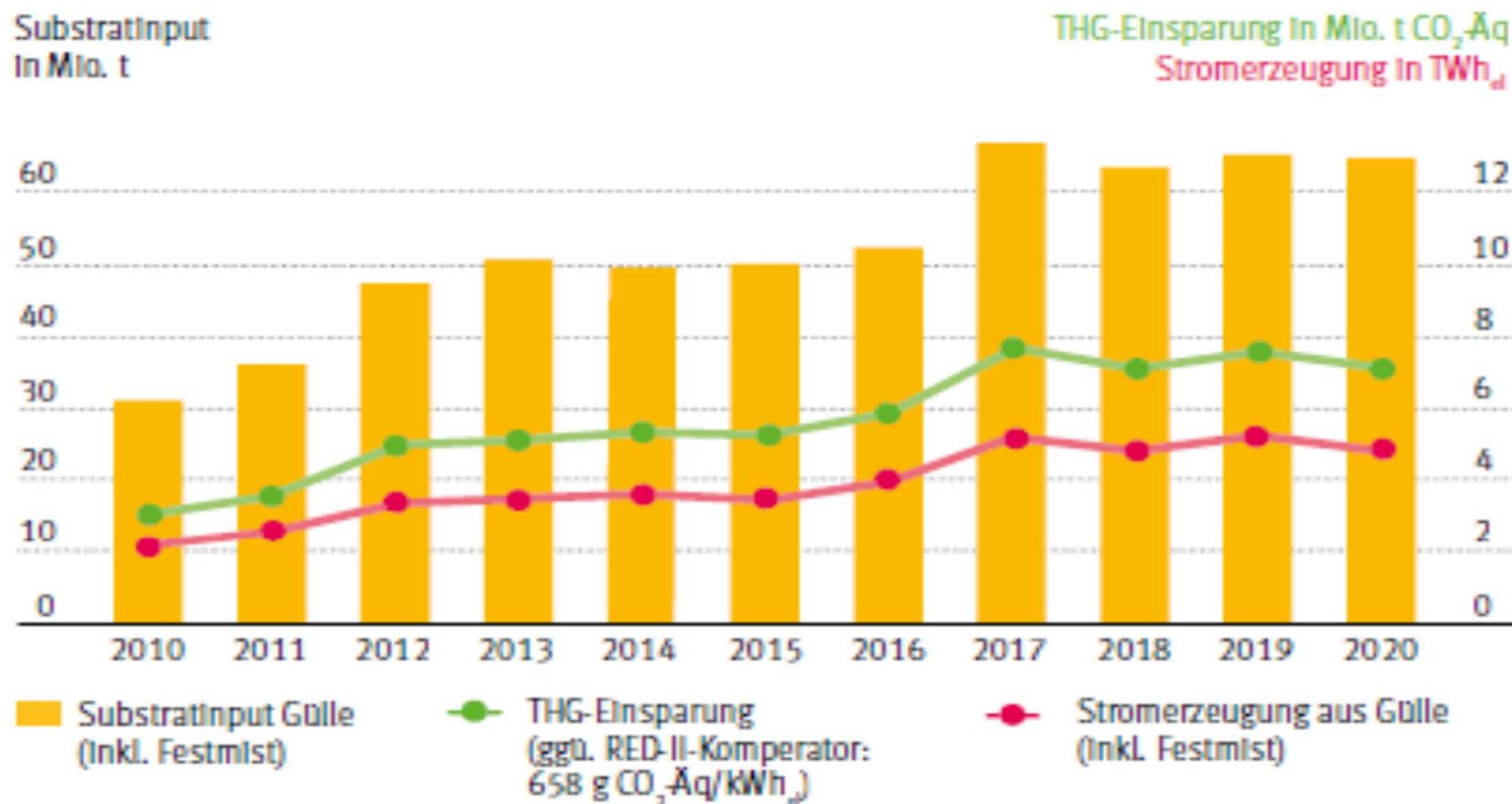
CO₂-Emissionsfaktoren der Wärmebereitstellung 2020



Quelle: FNR 2022, UBA 2021: Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger 2020
© FNR 2022

Entwicklung der THG-Vermeidung und Stromerzeugung durch Gülleverwertung in Deutschland 2010-2020

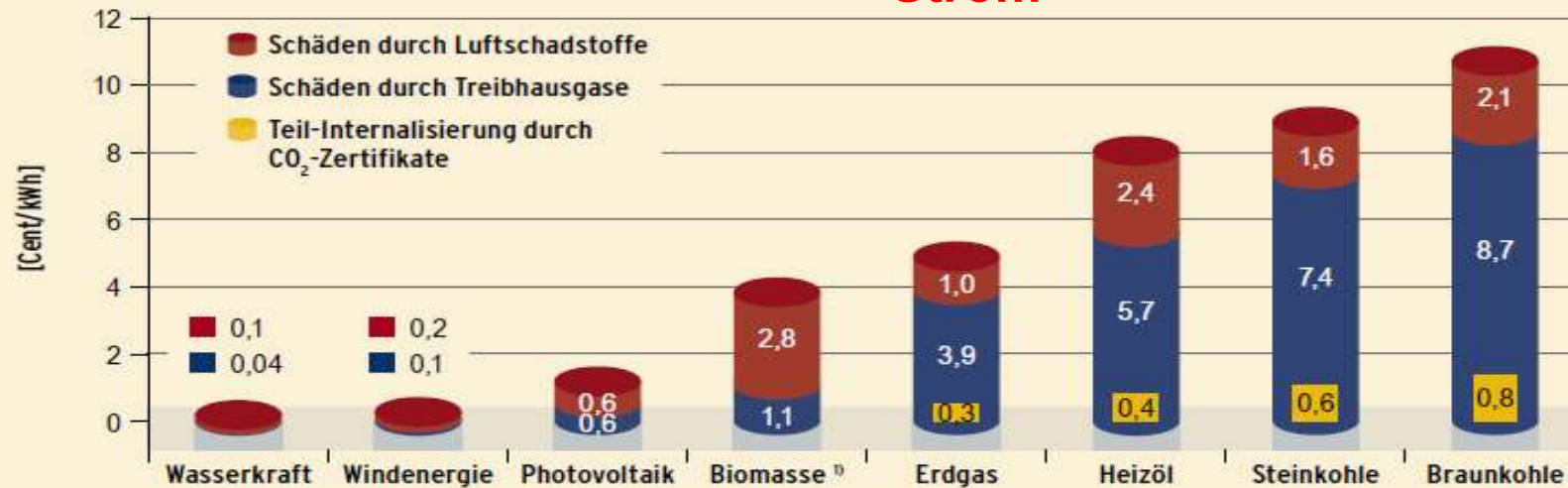
Entwicklung der THG-Vermeidung und Stromerzeugung durch Güllevergärung



Quelle: FNR nach UBA, DBFZ (2022)
© FNR 2022

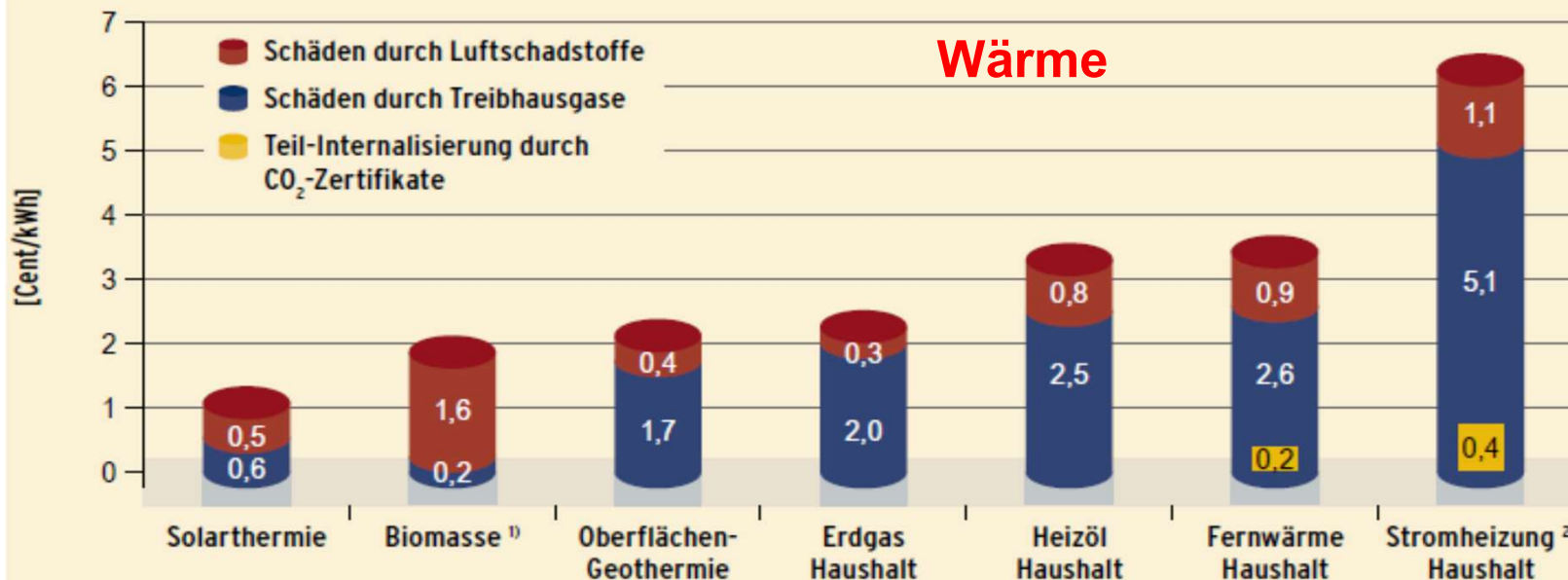
Spezifische Umweltschäden und CO₂-Kosten in Cent pro Kilowattstunde Strom bzw. Wärme nach Energieträgern in Deutschland 2012

Strom



vorläufige Werte;
Anmerkung:
durchschnittlicher Preis
für CO₂-Zertifikate (2012)
von 7,35 Euro/Tonne
1) gewichteter Durchschnittswert für
Biomasse fest, flüssig
und gasförmig,
Bandbreite von
1,9 bis 7,2 Cent/Kilowattstunde

Wärme



vorläufige Werte;
Anmerkung:
durchschnittlicher Preis
für CO₂-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

Beispiele aus der Praxis

Demonstrationsprojekt **Holzgas**-Heizkraftwerk Senden/Iller in Bayern 2012, Inbetriebnahme 2012 (1)

Holzgas-Heizkraftwerk

Mit knapp 6,6 Millionen Euro fördert das BMELV den Bau des 33 Millionen Euro teuren Holzgas-Heizkraftwerks in Senden.

Die im Zeitraum 2010 bis 2012 errichtete Anlage nimmt im Juli 2012 den Probetrieb auf.

Das Projekt der Stadtwerke Ulm/ Neu-Ulm (SWU) hat innovativen Modellcharakter, denn erstmals wird in Deutschland das Verfahren zur Strom- und Wärmeerzeugung aus Holzgas im Megawatt-Maßstab kommerziell umgesetzt.

So erzeugt die Anlage zukünftig Strom und Wärme mit einem Gesamtwirkungsgrad von rund 80 Prozent, das übertrifft die Werte herkömmlicher Biomassekraft und -Heizkraftwerke deutlich.

Gleichzeitig ist das Vorhaben mit einer Gesamtenergieleistung von gut 15 MW die erste Holzvergasungsanlage in Deutschland in diesem Maßstab.

Anlagedaten	
elektrische Leistung	4,9 MW
BHKW je (2 St.)	2.115 kW
ORC	707 kW
thermische Leistung/Fernwärme	6,00 MW
Feuerungswärmeleistung vor Trockner	13,53 MW
Feuerungswärmeleistung Vergaser	15,10 MW
Brennstoffdurchsatz	6,1 t/h bzw. 40.000–45.000 t/a
Anlieferung	ca. 10 LKW Holzhackschnitzel pro Tag
Wirkungsgrade	
elektrisch	33 %
thermisch	47 %
gesamt	80 %

Demonstrationsprojekt **Holzgas**-Heizkraftwerk Senden/Iller in Bayern, Inbetriebnahme 2012 (2)



Als Brenn- bzw. Vergasungsstoff kommt Waldrestholz aus der regionalen Forstwirtschaft und Landschaftspflege sowie Schwemmholz aus den stadtwerkeeigenen Wasserkraftwerken zum Einsatz.

Bei Nennleistung werden im Holzvergaser stündlich vier Tonnen Holz (atro) umgesetzt. Das Holzgas entsteht in einem zirkulierenden Wirbelschichtreaktor. Bei rund 1.000 Grad Celsius und unter sehr geringem Sauerstoffgehalt entsteht ein Gasgemisch aus Wasserstoff, Methan und Kohlenmonoxid. Das gekühlte und gereinigte Gas verbrennt in zwei BHKW- (Blockheizkraftwerks)-Gasmotoren. Mittels Generatoren wird es verstromt.

Der Strom, ausreichend zur Versorgung von rund 10.000 Haushalten, wird ins Stromnetz geleitet, die gewonnene Wärme ins Fernwärmenetz der Stadt eingespeist.

Pro Jahr spart dieser Vorgang etwa 40.000 Tonnen Kohlendioxid im Vergleich zu einer erdgasbefeuerten Anlage.

Beispiel geförderte Modellgemeinde Jühnde mit Strom- und Wärmeversorgung aus Biogas 2005

Ausgangslage: Innovatives Energiedorf mit 800 Einwohner bei Göttingen mit bundesweiter Signalwirkung und Ausstrahlung.

Ziel: Selbstversorgung mit Wärme und Strom aus nachwachsenden Rohstoffen aus den umliegenden Äckern im Jahr 2005.

Projekt: Biogas-Anlage mit Blockheizkraftwerk und Wärme-Nahversorgung

Investition und Förderung: Investition von 5 Mio. €, die Finanzierung wird größtenteils aus Förderkrediten, aus Zuschüssen des Bundes und des Landes Niedersachsen sowie 10% von den Bürger aufgebracht.

Laufende Förderung: durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG); es wird vom Netzbetreiber 20 Jahre eine Mindestvergütung zur Einspeisung von Strom aus Biogas garantiert. Erlös dient ebenfalls zur Finanzierung.

Stromerzeugung: Es wird doppelt soviel Strom erzeugt wie verbraucht.

Biogas Reinigungsanlage von der Firma MT BioMethan zur Einspeisung ins Erdgasnetz durch Betreiber Stadtwerke Detmold GmbH

Anlagengröße 2.000 Nm³/h, Baujahr 2009



Flexibilisierung des Biogasbetriebes in Deutschland, Stand 9/2019

Die Betreiber von Biogasanlagen haben seit 2012 ihre Anlagen flexibler gemacht und so auch den Bestand modernisiert.

VON THOMAS GAUL

Betreiber von Biogasanlagen stehen unter zunehmendem ökonomischen Druck. Zwei schlechte Ernten infolge von Trockenheit haben Substrate – also die pflanzlichen Rohstoffe für den Biogasprozess, wie zum Beispiel Mais – verteuert, erläuterte Peter Krabbe, Vorstand der Interessengemeinschaft (IG) Biogasmotoren, auf dem Fachsymposium Biogasmotoren in Hamburg: „Die Betreiber stehen unter erheblichem Druck, von irgendwoher Substrate zu vertretbaren Preisen zu bekommen.“ Die Flexibilisierung der Anlagen kann offenbar nicht den erhofften Beitrag zur Verbesserung der Liquidität beitragen.

„Biogasanlagen sind eine Flexibilitätsreserve“, stellte Harald Donner, Abteilungsleiter Dezentrale Energielösung des Energieversorgungsunternehmens Natgas AG, fest. „Sie verdienen Geld, wenn die Motoren stehen“, beschrieb er den Paradigmenwechsel. Denn Strom soll nur noch in den Zeiten eingespeist werden, in denen die Preise an der Strombörse einen wirtschaftlich auskömmlichen Betrieb erwarten lassen. In früheren Zeiten, bis zur Novelle des Erneuerbare-Energien-Gesetzes 2012, lieferten Biogasanlagen vor allem grundlastfähigen Ökostrom.

Statt einer preisgeführten Fahrweise herrsche in der Praxis eine speichergeführte Fahrweise vor, so Natgas-Experte Donner. Dabei bestimmt der Füllungsgrad des Gasspeichers, wann der Motor des Blockheizkraftwerkes (BHKW) startet. Bei einem Speicherfüllungsgrad von 85 % muss der Motor starten, da sonst das Gas über die Notfackel ungenutzt verbrennt.

Der Grund für diese Fahrweise ist in den zu kleinen Biogasspeichern zu sehen. Doch der Bau größerer, externer Speicher ist für die Betreiber mit hohen Kosten verbunden. Die Fahrweise führt aber auch dazu, dass die BHKW zwei- bis dreimal am Tag starten – häufiger, als sie dies bei einer preisgeführten Fahrweise tun müssten.

Beispiel: Moritz Raben hat in einen großen Gasspeicher investiert. Er besitzt in Oebelitz (Mecklenburg-Vorpommern) eine Biogasanlage, deren installierte Leistung er im Zuge der Flexibilisierung von 600 kW auf 2,1 MW gesteigert hat. „Die Kosten je zusätzlichem kW sind bei einer großen Flexibilisierung geringer, und wir erzielen die maximale Flexprämie“, begründet er den Schritt, der für ihn mit Investitionskosten von insgesamt 2 Mio. € verbunden war.

Um das Biogas für die Verstromung in den Hochpreisphasen speichern zu können, ließ er einen

externen Gasspeicher mit einem Fassungsvermögen von 18.000 m³ auf dem Anlagengelände errichten. Die neuen Motoren laufen statt bisher 8000 h im Jahr nur noch 2000 h jährlich. Raben geht daher von einer längeren Lebensdauer aus und hat die Wartungsintervalle entsprechend angepasst.

Viele Betreiber haben mit ihren Motorenlieferanten Wartungsverträge abgeschlossen. Diese werden zunehmend auf Instandhaltungsverträge umgestellt, bei dem der zu erwartende Verschleiß die Wartungstermine und den Austausch bestimmter Komponenten wie Zylinderkopfdichtungen vorgibt. Möglich ist dies, weil eine Vielzahl eingebauter Sensoren eine Fülle an Daten liefert.

„Von unseren 6000 Motoren gehen in der Woche 400 Mio. Sensorwerte ein“, sagte Frank Grewe, Geschäftsführer der 2G Energy. Die Firma liefert im Leistungsbereich bis 550 kW eigene Motoren, darüber hinaus werden die Aggregate der Hersteller Jenbacher und MWM verkauft.

Grewe Angaben zufolge sind 95 % der nach 2012 ausgelieferten Motoren vernetzt. Das bedeutet, dass der Hersteller nicht nur die Daten erhält, sondern umgekehrt auch neue Software aufspielen kann.

Moderne Biogasmotoren fahren längst nicht mehr nur Grundlast, sondern können Erzeugungsschwankungen von Wind- und Solarkraftwerken ausgleichen.

Flexibilisieren des Biogasbetriebs

- **Blockheizkraftwerke (BHKW)** sind Motorenkraftwerke, die sich flexibel dem Bedarf anpassen lassen (regelbare Erzeuger).
- **Früher liefen Biogas-BHKW als Grundlasterzeuger** oft Tag und Nacht durch. Laut Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) wird seit dem Jahr 2000 Strom aus Biogas entsprechend zu einem festen Tarif vergütet.
- **Das EEG 2012 führte eine Direktvermarktung von Biogasstrom und eine „Flexprämie“ ein.** Mit Biogas sollen sich Versorgungslücken bei der Stromerzeugung aus Wind und Photovoltaik schließen lassen. Dafür müssen bestehende Anlagen nachträglich mit Leistung und Speichern erweitert werden. Das ermöglicht die „Flexprämie“.
- **Das EEG 2014 führte eine Obergrenze für den Leistungszubau** durch Flexibilisierung von 1350 MW in der Summe aller Anlagen ein, den sogenannten Flexdeckel.
- **Das Energiesammelgesetz senkte 2018 den Flexdeckel auf 1000 MW.** Dieser wurde im August 2019 erreicht, so die zuständige Bundesnetzagentur. Nach Angaben des Fachverbandes Biogas entfallen damit für Biogasanlagenbetreiber „nach einer Übergangsfrist der wirtschaftliche Anreiz, auf eine flexible Fahrweise umzustellen“. swe

Fazit und Ausblick

Müllverwertung Bioabfall – die unterschätzte Energiequelle in Deutschland, Stand 8/2022

Müllverwertung Bioabfall – die unterschätzte Energiequelle

Inzwischen haben 5 Leser einen Kommentar hinterlassen.

Täglich produzieren wir Müll und entsorgen ihn – im besten Fall sortenrein in den dafür vorgesehenen, farbigen Tonnen oder auch Säcken. Doch was steckt drin in den Hinterlassenschaften des modernen Haushalts?

Blau für Papier, grau für Restmüll, gelb für Wertstoffe, braun oder grün für Bioabfälle, Glas landet im Container – laut Statistischem Bundesamt sind in Deutschland im Jahr 2020 pro Einwohner circa 480 Kilogramm (kg) Haushaltsabfälle angefallen. Davon 160 kg Hausmüll, 150 kg Wertstoffe und 130 kg Bioabfälle. Dies sind insgesamt vier Prozent mehr als im Vorcoronajahr 2019. Schauen wir uns nun einmal an, was mit den organischen Abfällen, also dem Bioabfall, passiert.

Sortenreine Trennung: nicht nur gut für die Umwelt

Bioabfall macht den kleinsten Anteil am Müllaufkommen aus. Gemäß § 11 Kreislaufwirtschaftsgesetz ist die flächendeckende Sammlung von Bioabfall seit dem 01. Januar 2015 Pflicht. Bis dahin landeten jedes Jahr rund fünf Millionen Tonnen dieser Ressource im Restmüll oder – noch schlimmer – in der Toilette. Letzteres teils aus Gedankenlosigkeit der Verbraucherinnen und Verbraucher oder weil die Kommunen noch keine Biotonnen zur Verfügung gestellt hatten.

Selbst im Jahr 2019 verfügten laut einer Studie des Umweltbundesamts erst die Hälfte aller Haushalte über eine Biotonne. Glücklicherweise ist, wer einen Komposthaufen im Garten hat und dafür sogar finanzielle Unterstützung erhält. Einige Gemeinden bezuschussen den Kauf eines Komposts, um die kommunale Müllentsorgung zu entlasten. Wer kann, sollte seinen Bioabfall im eigenen Garten recyceln. Aber im Bioabfall steckt noch viel mehr als die Grundlage für selbst produzierten Dünger.

Inzwischen hat sich die Anzahl der Biotonnen erhöht. Das Potenzial des Bioabfalls wird mehr und mehr erkannt – sortenreine Trennung vorausgesetzt. Was heißt das konkret und warum ist gerade Bioabfall eine so wertvolle Ressource?

So viel passt in ein Müllfahrzeug

Fangen wir mit der Abfuhr an: Ein Müllfahrzeug fasst bis zu 12 Tonnen Hausmüll, das entspricht einer Ladung von 400 bis 500 Mülltonnen. Diese enorme Menge wird erst möglich, weil der Müll mit einer hydraulischen Presse im Inneren des Müllfahrzeugs verdichtet wird. Müllfahrzeuge der neuesten Generation verfügen an der Schütte über einen Scanner, der die Biotonnen durchleuchtet, bevor sie geleert werden. Werden nicht-kompostierbare Stoffe, wie vor allem Metalle, erkannt, ertönt ein Signalton.

Die Tonne wandert ungeleert zurück an den Straßenrand, und die „Müllsündigen“ werden darauf hingewiesen, künftig nur sortenreinen Bioabfall in die Tonne zu geben. Bei wiederholtem Verstoß werden die Tonnen nicht mehr geleert. Dann müssen die Betroffenen ihren Bioabfall künftig in der deutlich teureren Restmülltonne entsorgen.

Übrigens: Selbst Tüten aus sogenanntem Biokunststoff verunreinigen den Bioabfall. Durch schlechtes bis nicht vorhandenes Rottevermögen verhindern sie, dass hochwertiger Kompost hergestellt werden kann. Außerdem lässt jeder zusätzliche Sortieraufwand die Gebühren steigen. Korrekte Mülltrennung, gerade beim Bioabfall, lohnt sich also für die Umwelt und fürs eigene Portemonnaie.

Aus der Tonne in die Lampe

Am Ende des Abfuhrtags wird der überwiegende Anteil des komprimierten Bioabfalls zur Weiterverarbeitung in eine Kompostieranlage verbracht, wo er, als Ersatz für Mineraldünger und Torf zu Kompost verarbeitet wird – ein wichtiger Beitrag zum Beispiel zum Schutz der Moore. Nachhaltiger und obendrein klimaneutral ist die sogenannte Kaskadennutzung des Bioabfalls, also eine stoffliche und zusätzlich energetische Verwertung. Aktuell wird das allerdings erst für circa ein Viertel des gesamten Bioabfallaufkommens praktiziert.

Die übrigbleibenden Gärreste des Bioabfalls können dazu in einer Kompostieranlage weiterverarbeitet und als Kompost verwertet werden. Bevor es dazu kommt, wird der Bioabfall zunächst für die Strom- und Wärme Gewinnung eingesetzt: Bakterien bauen organische Abfälle in einer fast sauerstofffreien Umgebung biologisch ab, wodurch ein energiereiches Biogas entsteht.

In einem Blockheizkraftwerk wird mithilfe dieses Biogases Strom und Wärme erzeugt (Kraft-Wärme-Kopplung). Ein Motor, der das Gas verbrennt und damit nutzbare Wärme liefert, treibt einen Generator an, der Strom erzeugt. Dieser wird anschließend in das Stromnetz eingespeist. Als Beispiel: Eine Bananenschale liefert geschätzt 34 Minuten Licht beim Betrieb einer 11-Watt-Lampe, Essensreste wegen des hohen Nährstoffgehalts noch mehr – wem da kein Licht aufgeht ...

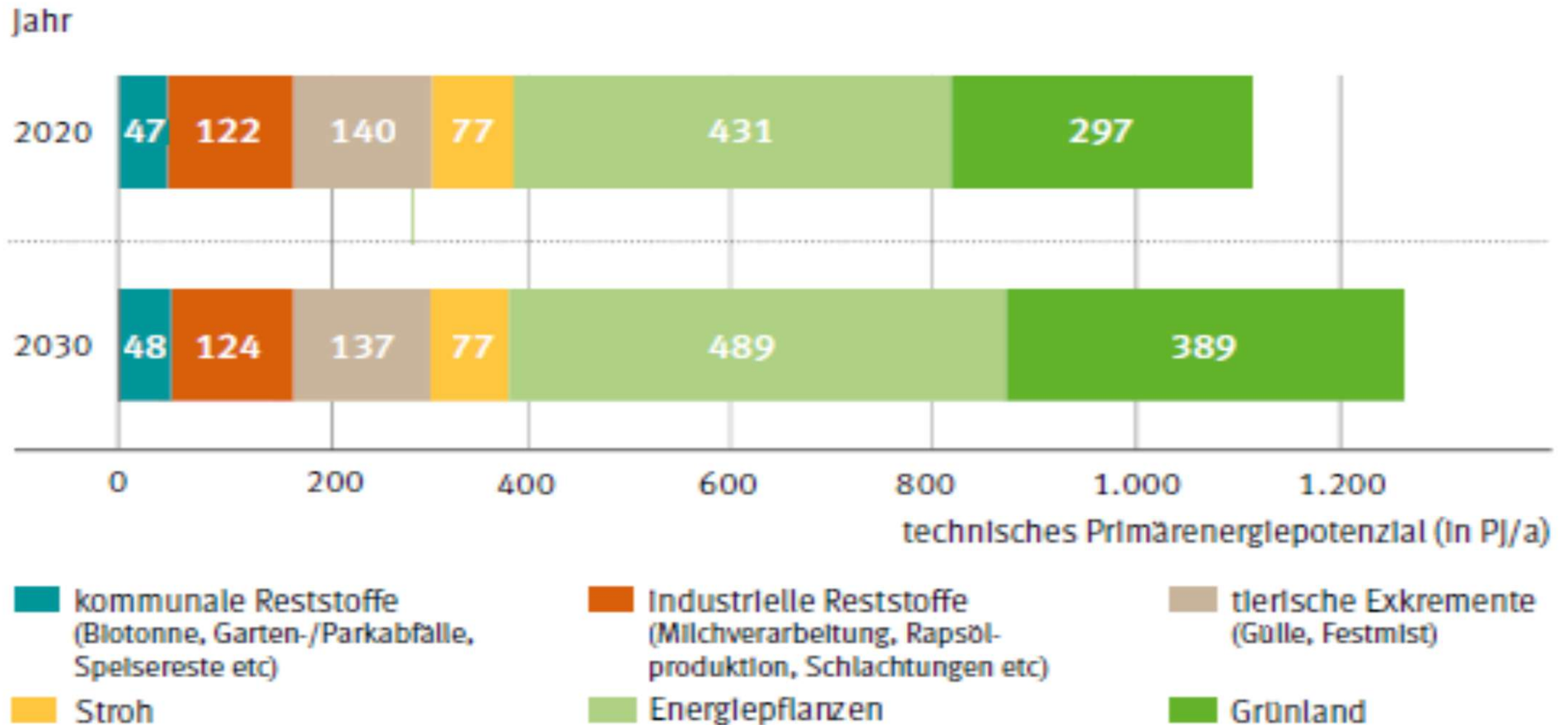
Hinweis

Zum Thema „Biogasanlagen“ haben die zuständigen Fachbereiche der VDI-Gesellschaft Energie und Umwelt sowie der VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft zahlreiche Richtlinien erarbeitet: VDI 4630 (Vergärung organischer Stoffe), VDI 4631 (Gütekriterien) und VDI 3475 (Richtlinienreihe zur Emissionsminderung). In die Neufassung 2021 der Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA-Luft) hat die Redaktion unter anderem die Biogasanlagen mit aufgenommen.

Quelle: VDI Nachrichten vom August 2022

Technisches Primärenergiepotenzial für Biogas in Deutschland 2020/2030

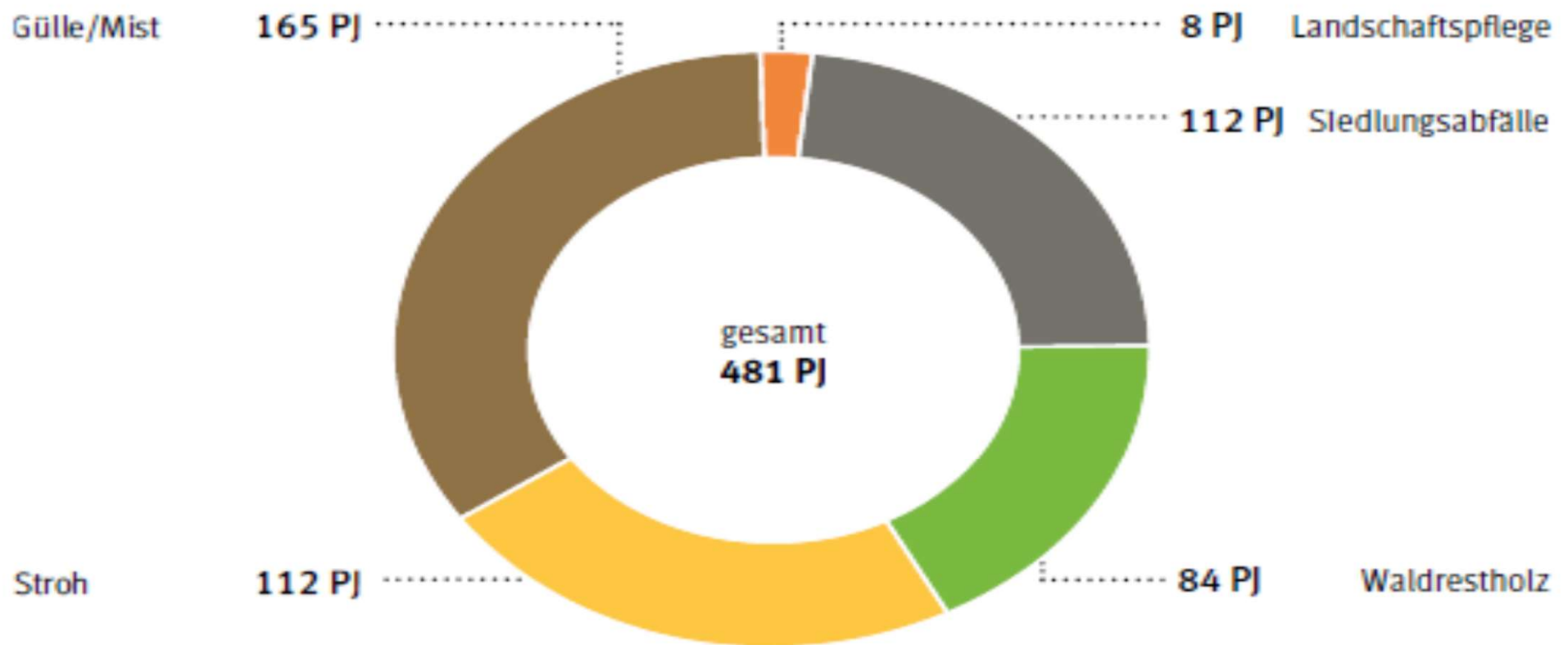
Technisches Primärenergiepotenzial für Biogas



Quelle: FNR nach DBFZ (2019)
© FNR 2019

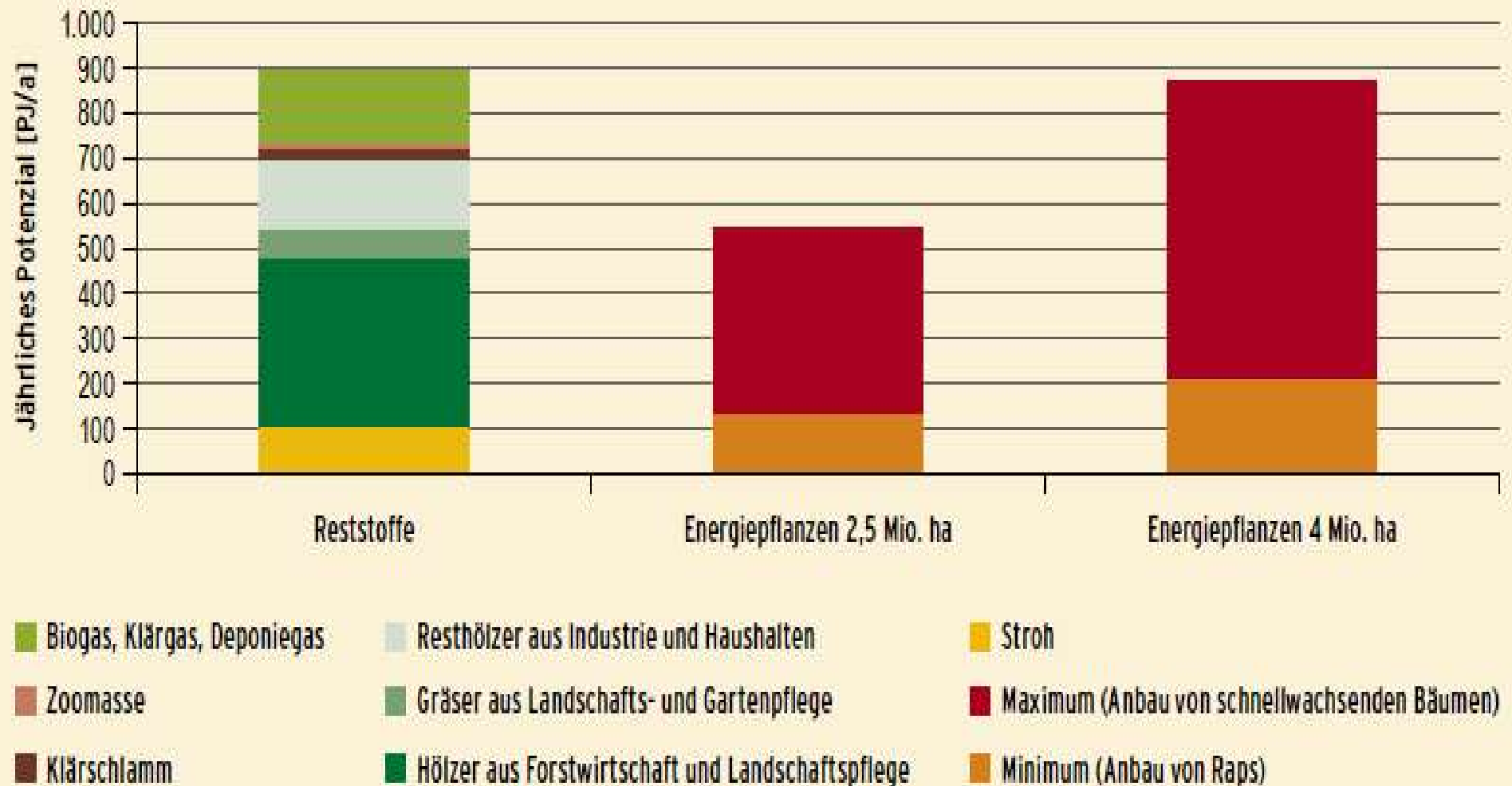
Mobilisierbare Potenziale biogener Rest- und Abfallstoffe in Deutschland

Mobilisierbare Potenziale biogener Rest- und Abfallstoffe



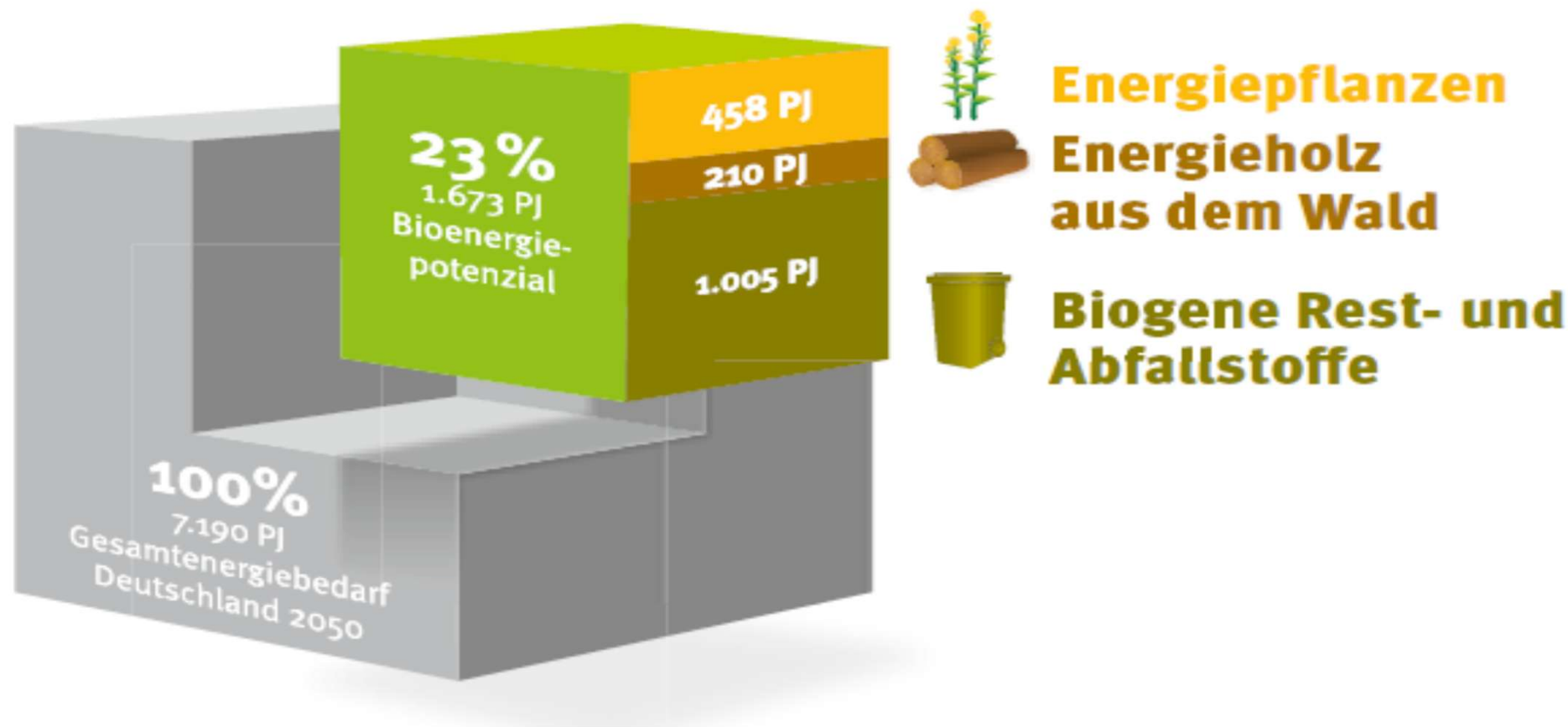
Quelle: DBFZ Rohstoffdatenbank
© FNR 2021

Potenzial biogener Brenn- und Kraftstoffe in Deutschland



Biomasse kann in vielfältiger Form zur Energiegewinnung genutzt werden.

Bioenergiepotenzial 2050 – Was kann Bioenergie leisten?



Quelle: FNR; TI, DBFZ
© FNR 2021

Biogase plus **in Europa (EU-28/27)**

Einleitung und Ausgangslage

Einleitung und Ausgangslage

Erneuerbare Energien in der Europäischen Union (EU-28), Stand 9/2018 (1)

Mit der Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen, die im Juni 2009 in Kraft getreten ist, hat sich die EU ehrgeizige Ziele gesetzt: Im Jahr 2020 sollen die erneuerbaren Energien 20 Prozent des Bruttoendenergieverbrauchs und einen Mindestanteil von 10 Prozent im Verkehrssektor decken. Die EU erhöht nun das Tempo bei der Energiewende: Energie soll sauberer und weniger verbraucht werden – hierfür hat die EU neue Regeln beschlossen.

Seit dem 25. Juni 2009 ist die Richtlinie 2009/28/EG des Europäischen Parlaments und des Rates zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen in Kraft. Diese ist Teil des Europäischen Klima- und Energiepakets, das auf die Beschlüsse des Frühjahrsgipfels der Staats- und Regierungschefs (Europäischer Rat) vom 9. März 2007 zurückging. Verbindliches Ziel der Richtlinie ist es, den Anteil der erneuerbaren Energien am gesamten Bruttoendenergieverbrauch in der EU von ca. 8,5 Prozent im Jahr 2005 auf 20 Prozent bis zum Jahr 2020 zu steigern.

Zur Untersetzung des EU-Ziels von 20 Prozent wurden in der Richtlinie auch verbindliche nationale Ziele der einzelnen Mitgliedstaaten für den Anteil von erneuerbaren Energien am Bruttoendenergieverbrauch im Jahr 2020 festgelegt. Diese wurden auf Basis der jeweiligen Ausgangswerte im Jahr 2005 unter Berücksichtigung der nationalen Potenziale ermittelt. Für Deutschland wurde ein nationales Ziel von 18 Prozent festgelegt. Die Berechnung des Anteils folgt bestimmten Regeln: So wird die Stromerzeugung aus Wasserkraft und Windenergie, die witterungsbedingt jährlich schwankt, normalisiert, d. h. auf durchschnittliche Niederschlags- und Windverhältnisse umgerechnet.

Weiter sieht die Richtlinie ein für alle Mitgliedstaaten zu erreichendes Mindestziel von 10 Prozent Energie aus erneuerbaren Quellen am Energieverbrauch im Verkehrssektor vor. Auch die Anteilsberechnung im Verkehr folgt bestimmten Regeln, z. B. für die Gewichtung einzelner Energieträger. Neben Biokraftstoffen fließt auch Strom aus erneuerbaren Energien, der im Schienenverkehr oder von Elektroautos genutzt wird, in die Anteilsberechnung ein.

Zur Zielerreichung setzt die Richtlinie in erster Linie auf die nationalen Fördersysteme, für deren Ausgestaltung durch die Mitgliedstaaten in der Richtlinie keine weitergehenden Vorgaben gemacht werden. Darüber hinaus hat die Richtlinie flexible Kooperationsmechanismen eingeführt. Mit diesen erhalten die Mitgliedstaaten die Möglichkeit, bei Bedarf zusammenzuarbeiten, um ihre Ziele zu erfüllen. Diese Kooperationsmechanismen umfassen den statistischen Transfer von Überschuss-mengen erneuerbarer Energien, gemeinsame Projekte zur Förderung erneuerbarer Energien oder die (Teil-)Zusammenlegung von nationalen Fördersystemen mehrerer Mitgliedstaaten.

Weiterhin schreibt die Richtlinie vor, dass Strom aus erneuerbaren Energiequellen ein vorrangiger Netzzugang zu gewähren ist. Für die Nutzung von Biokraftstoffen und flüssigen Bioenergieträgern zur energetischen Verwendung werden zudem Nachhaltigkeitsanforderungen definiert.

Mit der Richtlinie wurde erstmals eine einheitlich für die EU geltende Gesamtregelung für alle energetischen Einsatzbereiche erneuerbarer Energieträger eingeführt. Auf diese Weise wurden ein verlässlicher EU-weiter Rechtsrahmen sowie ein klarer Ausbaupfad für die notwendigen Investitionen und damit der Grundstein für einen erfolgreichen Ausbau erneuerbarer Energien bis zum Jahr 2020 gesetzt.

Im Juni 2018 haben die Mitgliedsstaaten der EU, die Europäische Kommission sowie das Europäische Parlament eine Trilog-Einigung zum ersten Teil des Gesetzespakets „Saubere Energie für alle Europäer“ erzielt. Dieses erste Verhandlungspaket enthält die Neufassung der Erneuerbare-Energien-Richtlinie für die Jahre 2021 bis 2030, die Neufassung der Energieeffizienz-Richtlinie für die Jahre 2021 bis 2030 und eine neue Verordnung über ein Governance- System der Energieunion. Alle drei Rechtsakte sollen noch im Jahr 2018 final verabschiedet werden. Im zweiten Halbjahr 2018 soll das zweite Unterpaket des Clean Energy-Pakets mit den entsprechenden Legislativakten zum Strommarkt beschlossen werden. Mit dem Clean Energy-Gesetzespaket insgesamt gestaltet die Europäische Union ihren künftigen Rechtsrahmen für Energie neu.

Einleitung und Ausgangslage

Erneuerbare Energien in der Europäischen Union (EU-28), Stand 9/2018 (2)

Mit der neu gefassten Erneuerbare-Energien-Richtlinie gibt sich die EU einen neuen Förderrahmen für erneuerbare Energien bis zum Jahr 2030 vor. Danach soll der Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttoendenergieverbrauch in der EU bis zum Jahr 2030 auf mindestens 32 Prozent erhöht werden. Um dieses Ziel zu erreichen, sieht die Richtlinie verschiedene Maßnahmen im Strom-, Wärme- und Verkehrssektor vor. Danach soll der Anteil der erneuerbaren Energien im Wärme- und Kältesektor ab dem Jahr 2021 jährlich um 1,3 Prozentpunkte steigen. Der Anteil der erneuerbaren Kraftstoffe im Verkehrssektor soll bis zum Jahr 2030 auf 14 Prozent erhöht werden – vor allem durch neue Technologien und Kraftstoffe, beispielsweise Elektromobilität und „Power to X“ (strombasierte synthetische Kraftstoffe). Das verbindliche EU-Ziel in Höhe von 32 Prozent im Jahr 2030 wird nicht – wie noch im Rechtsrahmen des Jahres 2000 – auf verbindliche nationale Ziele für die Mitgliedstaaten heruntergebrochen. Die Mitgliedstaaten melden stattdessen freiwillige Zielbeiträge im Rahmen ihrer nationalen Energie- und Klimapläne (s. u.). Sollten diese freiwilligen Beiträge nicht ausreichen, um das EU-Ziel gemeinschaftlich zu erreichen, wurde im Rahmen der Governance-Verordnung ein Mechanismus verankert, der im Falle einer Lücke Korrekturmaßnahmen aktiviert (sog. „Gapfiller“-Mechanismus): Falls die geplanten Zielbeiträge bereits zu Beginn nicht ausreichen, gibt die Kommission auf Basis einer konkreten Formel Empfehlungen an weniger ambitionierte Mitgliedstaaten, ihre Beiträge zu erhöhen. Bei unzureichendem Fortschritt auf EU-Ebene zwischen den Jahren 2021 und 2030 müssen nur diejenigen Mitgliedstaaten zusätzliche Maßnahmen ergreifen, die keine ausreichenden Fortschritte auf nationaler Ebene gemacht haben.

Entsprechend der neuen Verordnung über ein Governance-System der Energieunion sollen die Mitgliedstaaten einen integrierten Nationalen Energie- und Klimaplan (National Energy and Climate Plan – NECP) für das Jahr 2030 erarbeiten, einschließlich Langfriststrategien bis zum Jahr 2050. Die Entwürfe der NECP sollen der EU-Kommission bereits bis Ende Dezember 2018, die finalen Pläne bis Ende Dezember 2019 übermittelt werden. Die nationalen Pläne sollen außerdem regional mit den jeweiligen Nachbarstaaten konsultiert werden.

Mit den Entscheidungen in Brüssel zum Gesetzespaket „Saubere Energie für alle Europäer“ wurde der erste Teil eines mehrjährigen, intensiven Prozesses in den Abstimmungen zwischen den Mitgliedstaaten, dem Europäischen Parlament sowie der EU-Kommission abgeschlossen.

Fortschrittsberichte nach der Richtlinie 2009/28/EG

Auf Grundlage der EU-Richtlinie zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen (2009/28/EG) haben die Mitgliedstaaten nationale Aktionspläne zur Umsetzung ihrer Ziele verabschiedet und müssen nach Artikel 22 der Richtlinie alle zwei Jahre über die erzielten Fortschritte der Kommission berichten. Die Fortschrittsberichte der Mitgliedstaaten sind auf den Internetseiten der Europäischen Kommission unter <https://ec.europa.eu/energy/node/70> veröffentlicht und können von dort heruntergeladen werden.

Nach Eurostat [2] lag der Anteil der erneuerbaren Quellen in der Europäischen Union im Jahr 2016 bei 17,0 Prozent. Im Jahr 2004 lag der Anteil noch bei nur 8,5 Prozent. Seit dem Jahr 2004 erhöhte sich damit der Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttoendenergieverbrauch in ausnahmslos allen Mitgliedsstaaten beträchtlich. Von den 28 EU-Mitgliedsstaaten hatten bis zum Jahr 2016 bereits 14 ihre nationalen Ziele für das Jahr 2020 erreicht.

Auch die Europäische Kommission erstellt nach Artikel 23 der Richtlinie im zweijährigen Turnus einen Fortschrittsbericht, in dem die nationalen Fortschritte im Hinblick auf den durch die EU-Richtlinie vorgegebenen Zielerreichungspfad dokumentiert werden. Den letzten, vierten Fortschrittsbericht hat die Europäische Kommission im Februar 2017 veröffentlicht [23]. Er findet sich als Download im Internet unter <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/renewable-energy/progress-reports>.

Anmerkung:

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.

Ausgewählte Schlüsseldaten von erneuerbaren Energien (EE) mit Beitrag Bioenergie in der EU-28 im Jahr 2016, Ziele 2020

Erneuerbare Energien (EE) in der EU-28 im Jahr 2016 und Ziele 2020* 1)

- PEP-EE: 2.551 TWh = 8.825 PJ = 210,8 Mtoe (PEP-Anteil 27,9%)
- PEV-EE: 2.527 TWh = 9.058 PJ = 217,3 Mtoe (PEV-Anteil 13,2%)
- EEV-EE: 2.448 TWh = 8.811 PJ = 210,4 Mtoe (EEV-Anteil 17,7%); direkt 8,0%
- BEEV-EE: k.A. (BEEV-Anteil 17,0%)
- BEEV-EE_Strom: 951,4 TWh (BEEV-Anteil 29,6%); (BSE-Anteil 29,2%; BSV-Anteil 29,1%)
- BEEV-EE_Wärme, Kälte: 1.155,0 TWh (BEEV-Anteil 19,1%)
- BEEV-EE_Verkehr 2) : 167,3 TWh (BEEV-Anteil 7,1%)
- Anlageninvestitionen & Umsatzerlös aus dem Betrieb: 149,3 Mrd. €
- Beschäftigte: 1,43 Mio

EE-Zielanteile 2020: B-EEV 20%, BSV 34% 3), EEV-Verkehr 10%

Bioenergie in der EU-28 im Jahr 2016 und Ziele 2020* 1)

- PEP-Bio: 1.563 TWh = 5.627 PJ (PEE-Anteil 17,8%) 4)
- PEV-Bio: 1.739 TWh = 6.259 PJ (PEV-Anteil 9,4%) 4 (2015)
- EEV-Bio: 1.035 TWh = 3.725 PJ (EEV-Anteil 8,7%) 4) (2015)
- BSE-Bio: 180,4 TWh (BSE-Anteil 5,5%) bzw. BSV-Anteil 5,5%)
- EEV-Wärme/Kälte-Bio: 1.005 TWh (EEV-Wärme 16,6%)
- EEV-Verkehr (Kraftstoffe) Bio: 167,3 TWh (EEV-Verkehr- Kraftstoffe 7,1%)

- 1) Bezugsgrößen: PEP 31.628 PJ = 8.786 TWh = 755,4 Mtoe;
 PEV 68.688 PJ = 19.080 TWh = 1.593 Mtoe;
 EEV 46.376 PJ = 12.882 TWh = 1.108 Mtoe ;
 EEV-Wärme/Kälte 21.767 PJ = 6.047 TWh = 519,9 Mtoe
 EEV-Verkehr 8.482 PJ = 2.356 TWh = 202,6 Mtoe
 BSE 3.255 TWh; **BSV 3.273 TWh; SVE 2.784 TWh**

2) ohne Flugkraftstoff, Militär und Binnenschifffahrt

3) Schätzdaten nach NREAP

4) Bioenergie: Gesamte Biomasse mit biogene und nicht biogene Abfälle

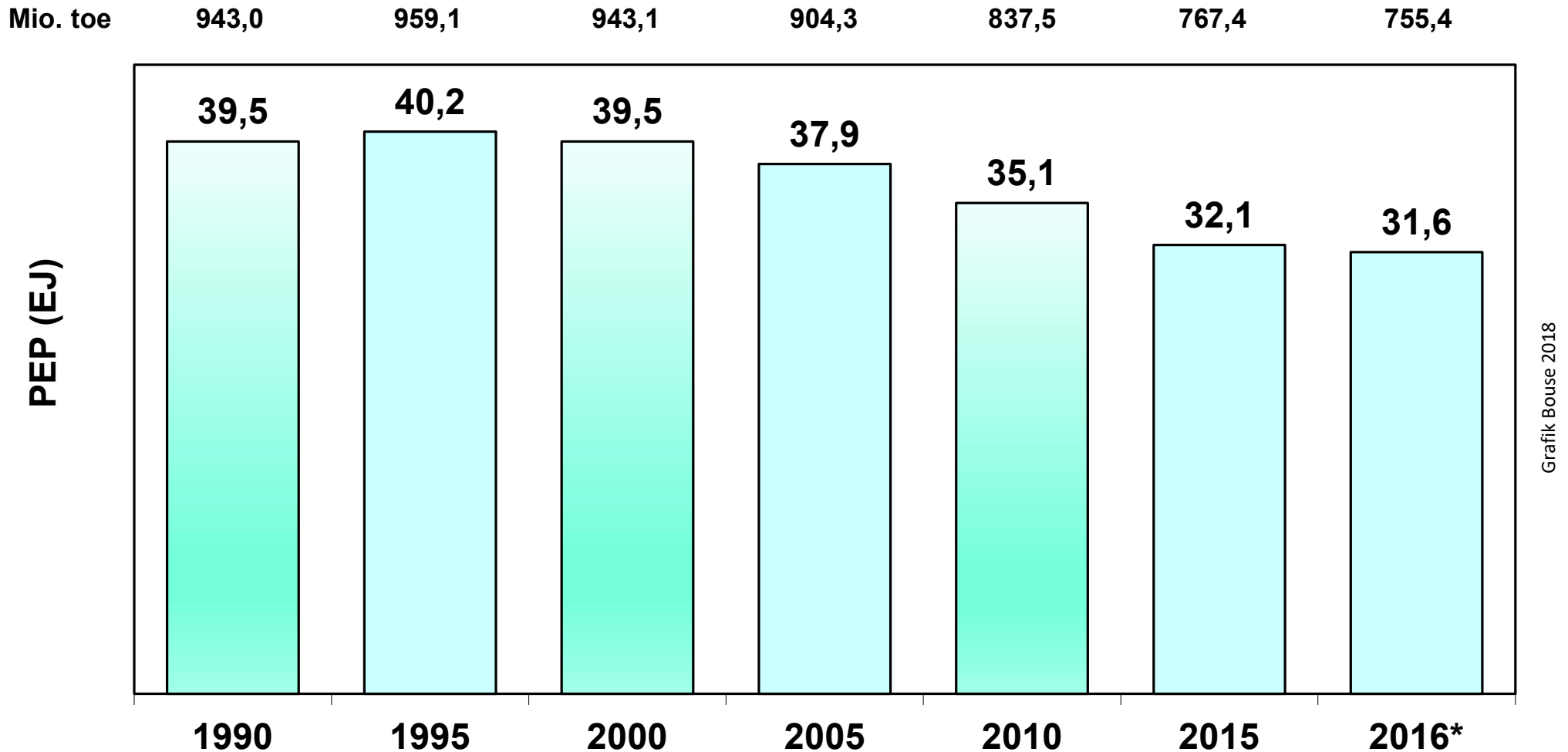
* Daten 2016 vorläufig, Ziele der EU 2020, Stand 12/2018 Wechselkurse im Jahr 2016: 1 € = 1,1069 US-\$; 1 US-\$ = 0,9034 €

Nutzung der Biogase

Biogas, Deponie- und Klärgas, Klärschlamm, Biomethan

Entwicklung Primärenergieproduktion (PEP) in der EU-28 von 1990 bis 2016 **nach Eurostat** (1)

Jahr 2016: 31.628 PJ = 31,6 EJ = 8.786 Mrd. kWh = 755,4 Mtoe; Veränderung 1990/2016 - 19,9%
61,9 GJ/Kopf = 17,2 MWh/Kopf



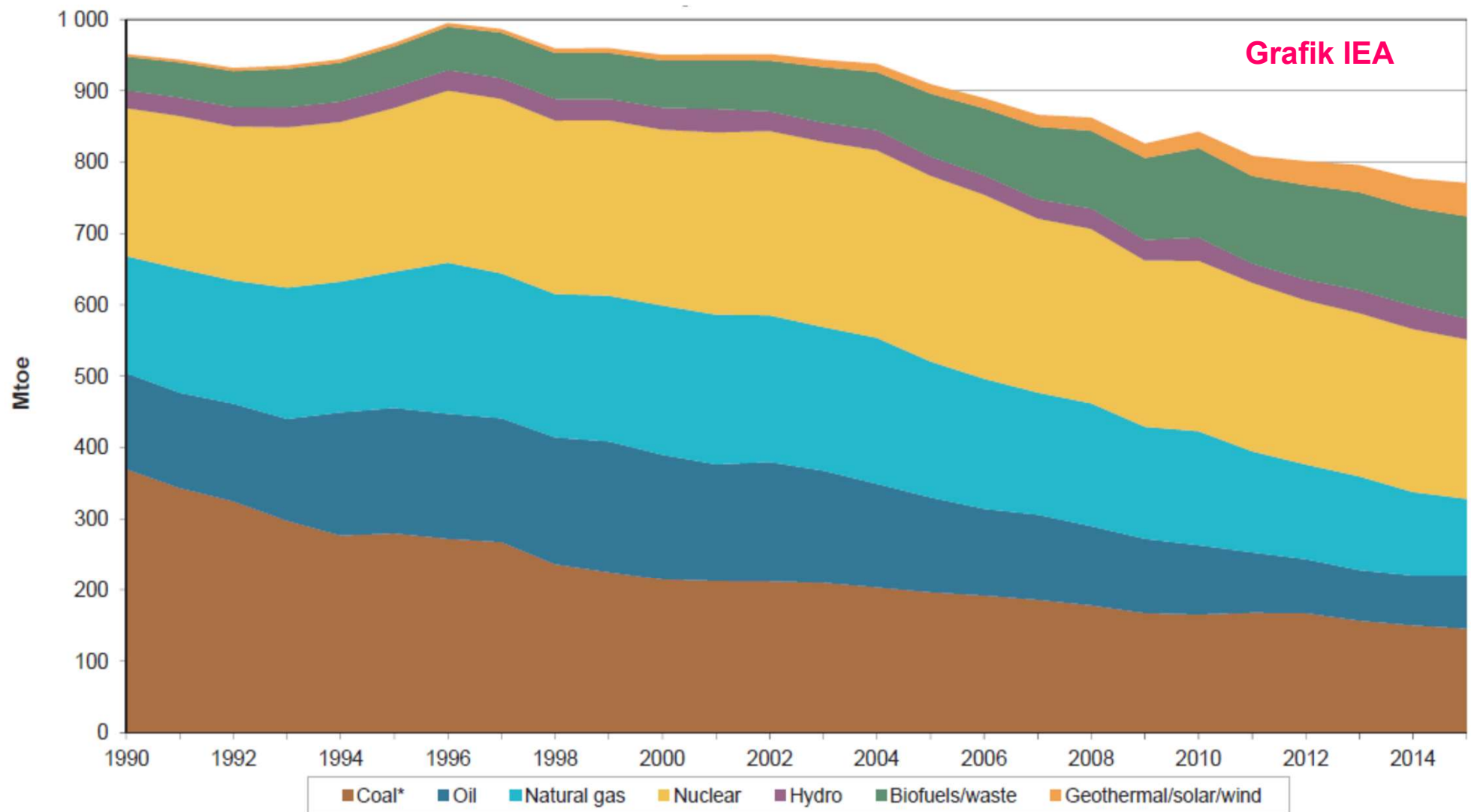
* Daten 2016 vorläufig, Stand 11/2018

Energieeinheiten: 1 Mio. t RÖE (Mtoe) = 1,429 Mio. t SKE = 11,63 Mrd. kWh (TWh) = 41,869 PJ

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2016: 510,9 Mio.

Entwicklung Primärenergieproduktion (PEP) nach Energieträgern in der EU-28 von 1990-2016 **nach IEA, Eurostat (2)**

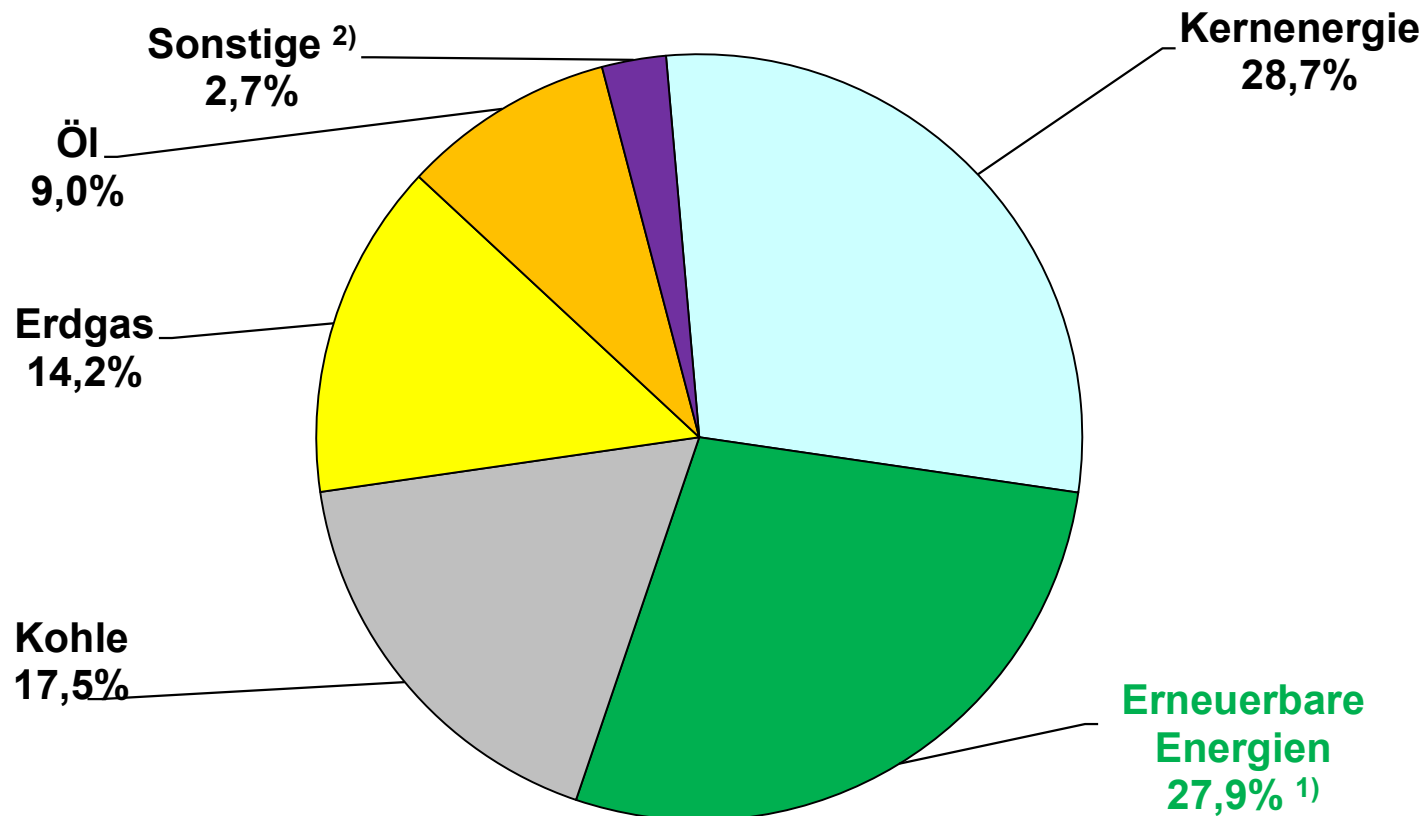
Jahr 2016: 31.628 PJ = 31,6 EJ = 8.786 Mrd. kWh = 755,4 Mtoe; Veränderung 1990/2016 - 19,9%
61,9 GJ/Kopf = 17,2 MWh/Kopf



* In this graph, peat and oil shale are aggregated with coal, when relevant.

Primärenergieproduktion (PEP) nach Energieträgern in der EU-28 im Jahr 2016 **nach Eurostat (3)**

Jahr 2016: 31.628 PJ = 31,6 EJ = 8.786 TWh = 755,4 Mtoe; Veränderung 1990/2016 - 19,9%
61,9 GJ/Kopf = 17,2 MWh/Kopf



Beitrag fossiler Energien 40,7%

* Daten 2016 vorläufig, Stand 12/2018

Energieeinheiten: 1 Mio. t RÖE (Mtoe) = 1,429 Mio. t SKE = 11,63 Mrd. kWh (TWh) = 41,869 PJ;

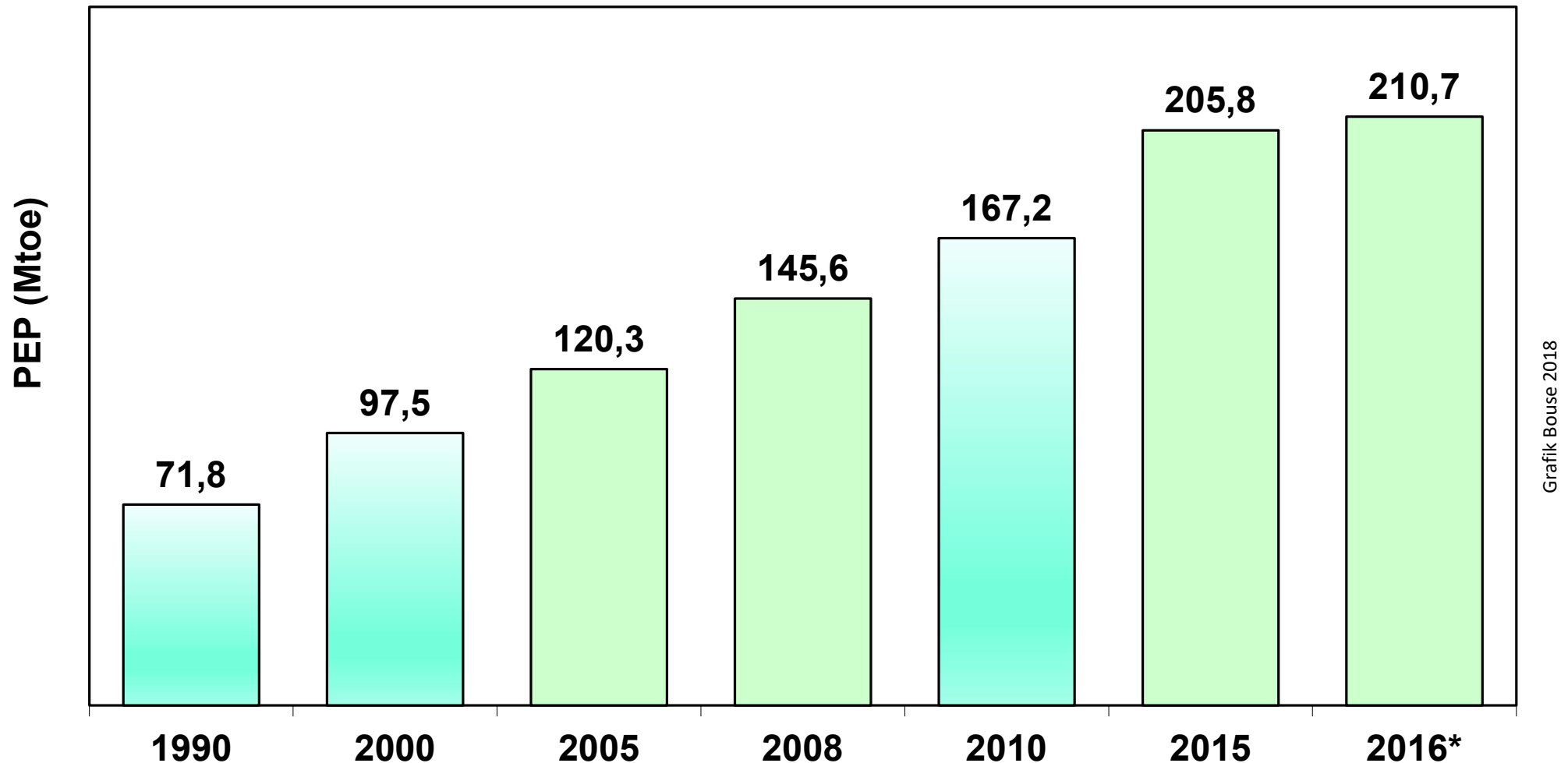
1) Bioenergie + biogener Abfall, Geothermie, Solar, Windkraft, reg. Wasserkraft

2) Sonstiges: nicht erneuerbarer Abfall, Wärme u.a. (2,7%)

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 510,9 Mio.

Entwicklung Primärenergieproduktion (PEP) aus erneuerbaren Energien (EE) in der EU-28 von 1990 bis 2016 nach Eurostat (1)

Jahr 2016: Gesamt 210,7 Mtoe = 8.822 PJ = 2.450 TWh; Veränderung 1990/2016 + 193,5%
Anteil EE 27,9% von Gesamt PEP 755,4 Mtoe



* Daten 2016 vorläufig, Stand 12/2018

Energieeinheiten: 1 Mio. t RÖE (Mtoe) = 1,429 Mio. t SKE = 11,63 Mrd. kWh (TWh) = 41,869 PJ;

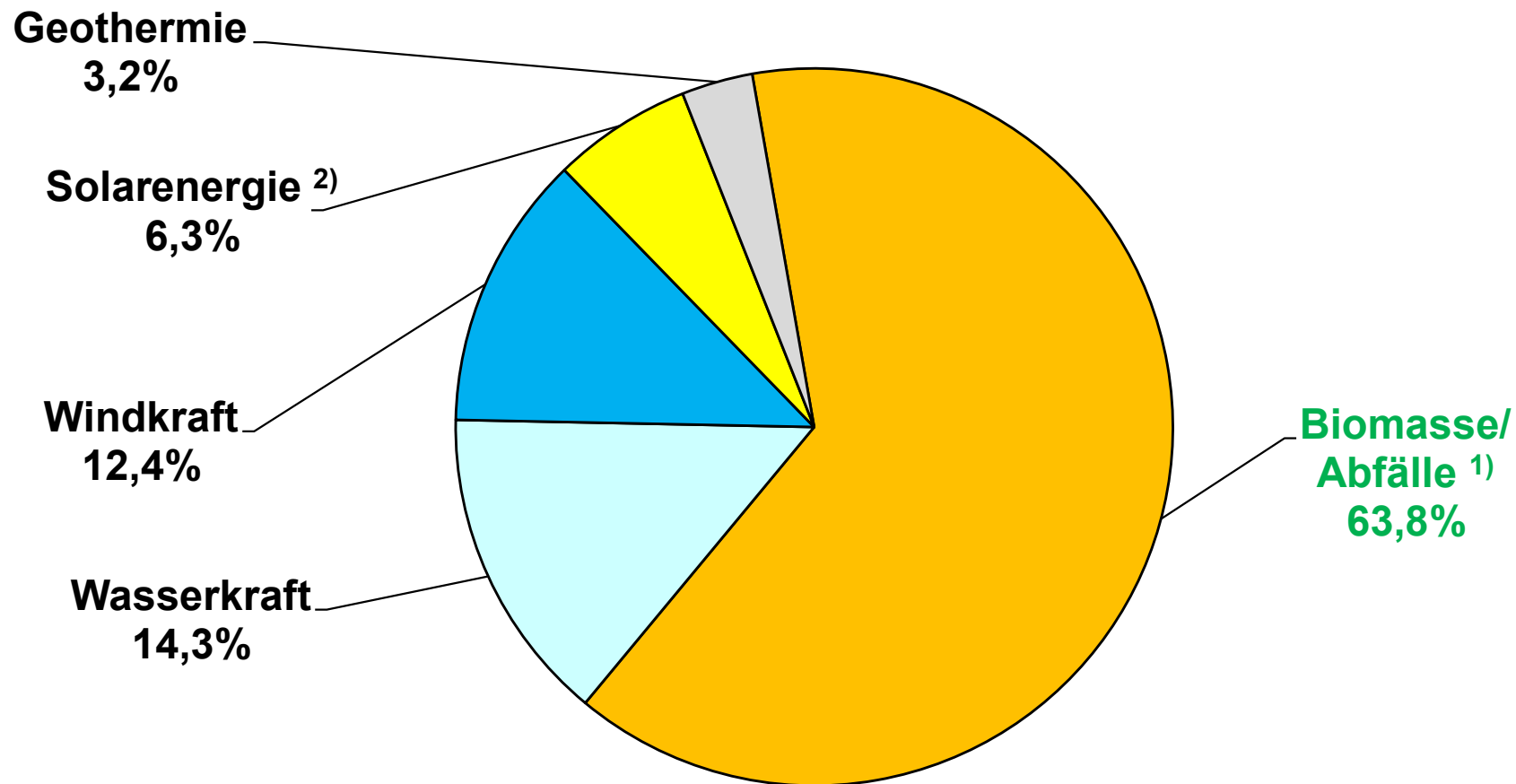
Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2016: 510,9 Mio.

Quellen: Eurostat - Energy, transport and environment indicators 2018, Tab. 1.35 S. 37, Ausgabe 12/2018 EN; Eurostat 12/2018 aus <http://epp.eurostat.ec.europa.eu>

Struktur Primärenergieproduktion (PEP) aus erneuerbaren Energien in der EU-28 im Jahr 2016 nach Eurostat (2)

Gesamt 210,7 Mtoe = 8.822 PJ = 2.450 TWh; Veränderung 1990/2016 + 193,5%

Anteil EE 27,9% von Gesamt PEP 755,4 Mtoe



Grafik Bouse 2018

* Daten 2016 vorläufig, Stand 12/2018

Energieeinheiten: 1 Mio. t RÖE (Mtoe) = 1,429 Mio. t SKE = 11,63 Mrd. kWh (TWh) = 41,869 PJ;

1) Biomasse/Abfälle, davon feste Biomasse, Biogas, Biokraftstoffe, flüssige Biomasse, biogene Abfälle

2) Solarenergie PV und TS

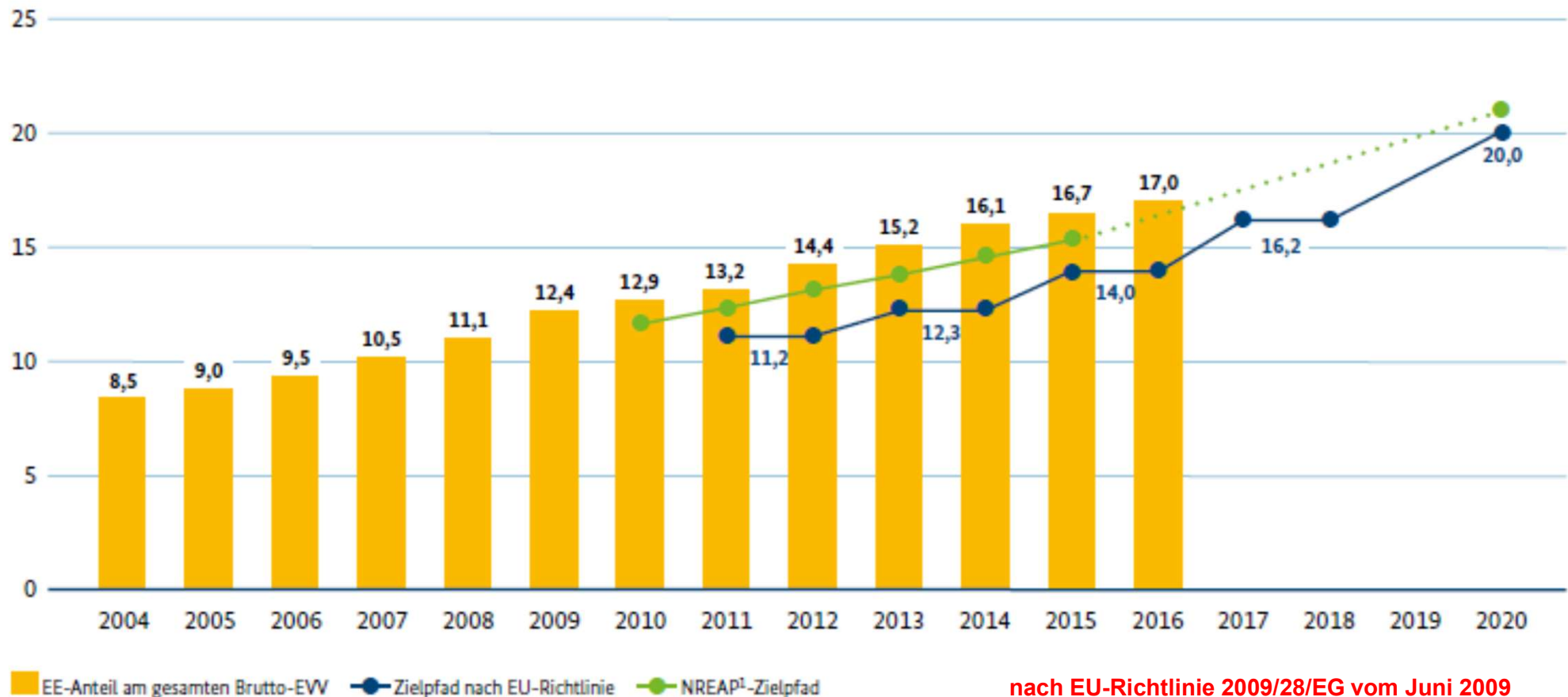
Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 510,9 Mio.

Entwicklung Anteile der **erneuerbaren Energien** am Bruttoendenergieverbrauch (B-EEV) in der EU-28 von 2004-2016, Ziel 2020 (1)

Jahr 2016: EE-Anteil am B-EEV 17,0%

Abbildung 40: Anteile der erneuerbaren Energien am Bruttoendenergieverbrauch in der EU und Zielvorgaben der Richtlinie über Energie aus erneuerbaren Quellen und der nationalen Aktionspläne für erneuerbare Energie (NREAP)

Anteil in Prozent

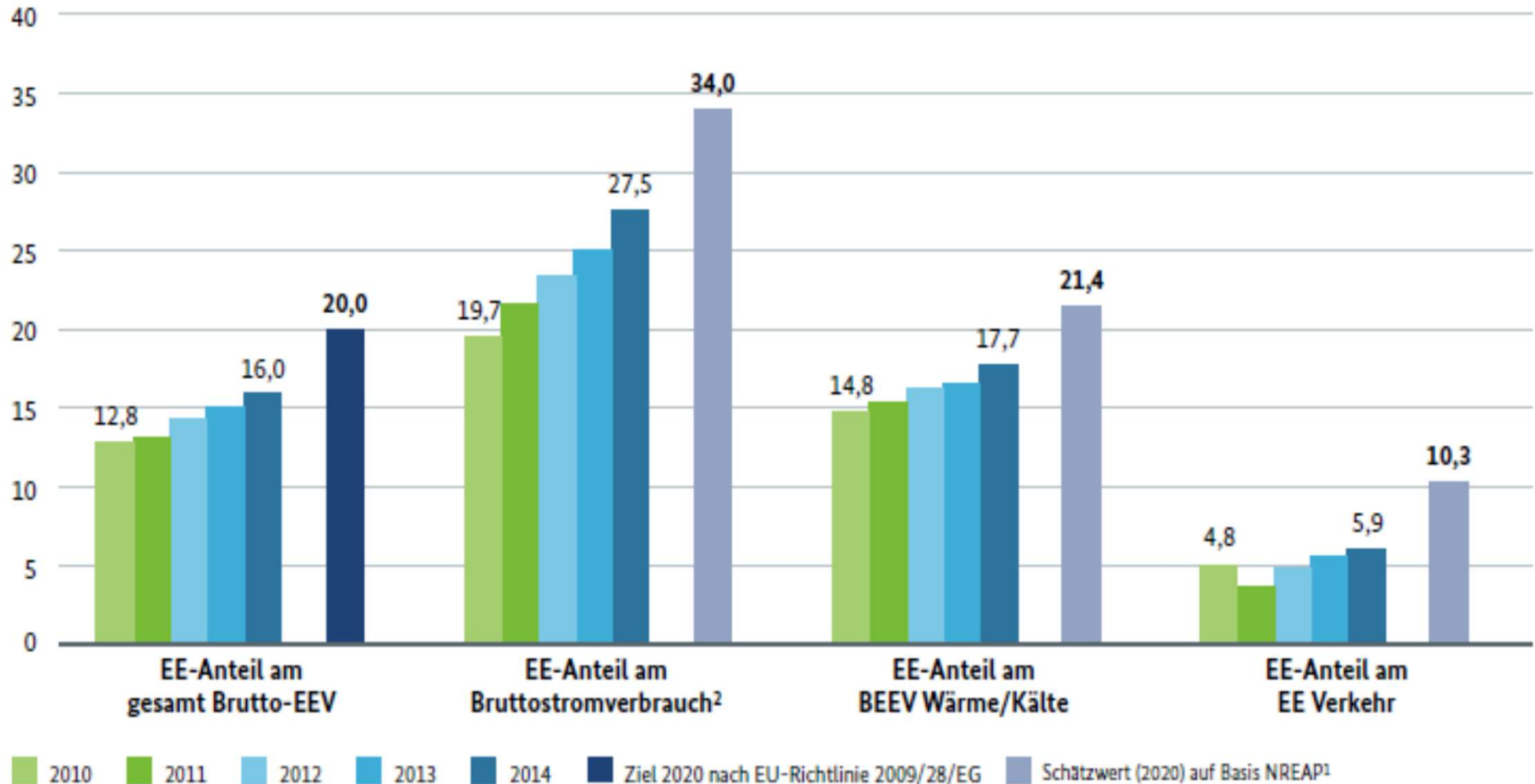


nach EU-Richtlinie 2009/28/EG vom Juni 2009

¹ Das Energie Research Center of the Netherlands (ECN) wurde von der European Environment Agency mit der Aufarbeitung und Auswertung der nationalen Aktionspläne für erneuerbare Energie (NREAP) der EU-Mitgliedstaaten beauftragt, mit dem Ziel, Schätzungen für die EU 27 zu generieren.

Anteile **erneuerbarer Energien** am Bruttoendenergieverbrauch (BEEV) und in den Bereichen Strom, Wärme und Verkehr in der EU-28 von 2010-2014/16, Ziel 2020 (2)

Anteil in Prozent **Jahr 2016: EE-Anteil am B-EEV 17,0%; BSV 29,1%, B-EEV-W/K 19,1%, EEV-Verkehr 7,1%**

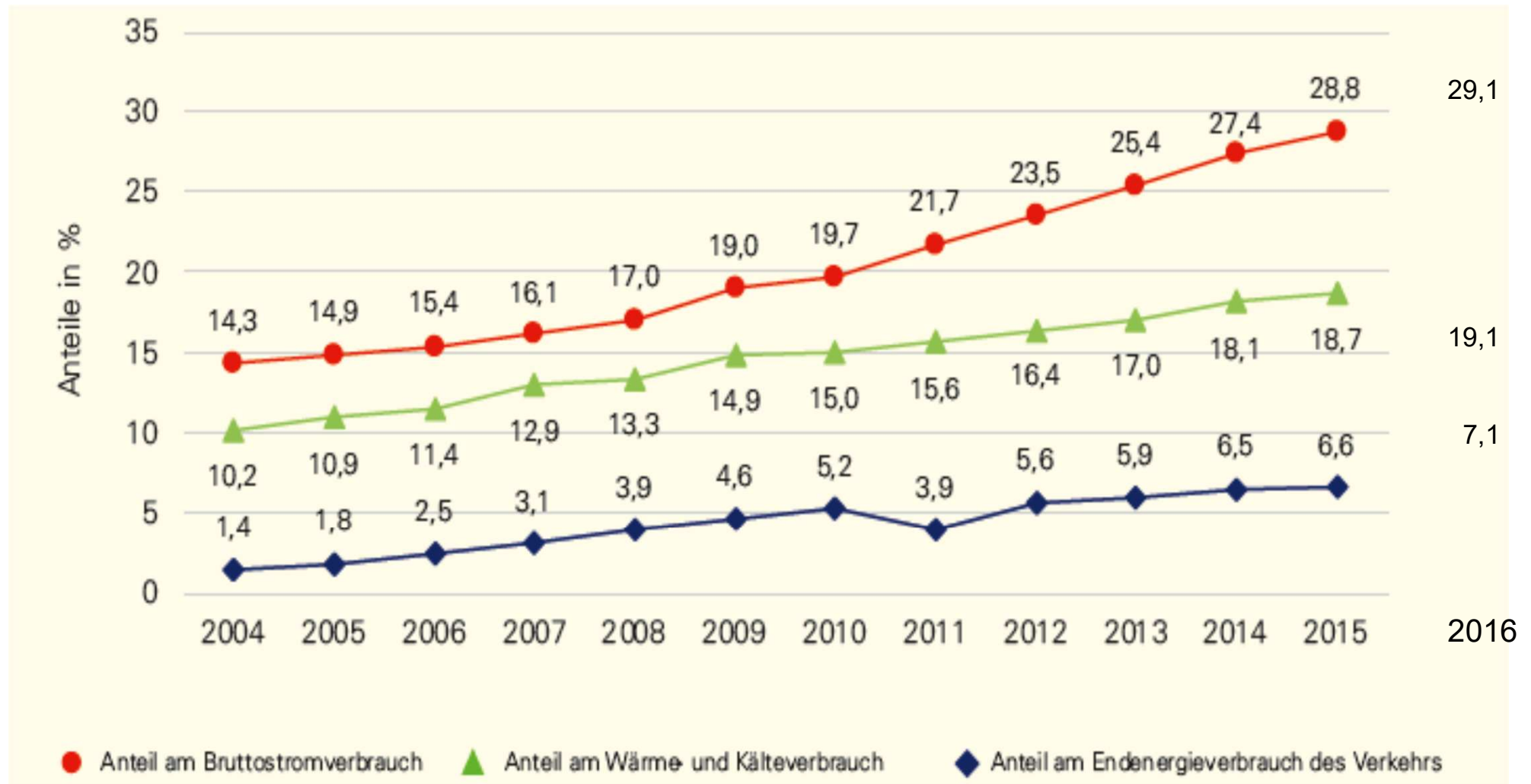


1 Das Energy Research Centre of Netherlands (ECN) wurde von der European Environment Agency mit der Aufarbeitung und Auswertung der nationalen Aktionspläne für erneuerbare Energie (NREAP) der EU-Mitgliedstaaten beauftragt, mit dem Ziel, Schätzungen für die EU 27 zu generieren. Die hieraus resultierenden Anteilswerte für die Sektoren Wärme/Kälte, Strom und Transport wurden hier als Zielwerte aufgenommen. Der Anteilswert für den Verkehrssektor aus dem NREAP übersteigt den in der Richtlinie 2009/28/EG definierten Zielwert von 10 % für den Verkehrssektor leicht.

2 Für die Berechnung der Anteile der Erneuerbaren am Bruttostromverbrauch wurde die Stromerzeugung aus Windenergie und Wasserkraft mittels der in der EU-Richtlinie definierten Normalisierungsregel berechnet.

Entwicklung ausgewählter Anteile **erneuerbarer Energien** am gesamten **Bruttoendenergieverbrauch (BEEV)** in der EU-28 von 2004-2016 (3)

Jahr 2016: BSV 29,6%



* Daten 2015 vorläufig, Stand 10/2018

Bruttostromverbrauch (BSV) = Bruttoendenergieverbrauch Strom (BEEV- Strom) 28,8%

Quellen: UM BW & ZSW - Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2017, 10/2018(Grafik); BMWI – Erneuerbare Energien in Zahlen, Nationale und internationale Entwicklung 2017, S. 40, 10/2018

Entwicklung **EE-Anteile** am gesamten Bruttoendenergieverbrauch (**BEEV**) der Länder EU-28 von 2005-2016, Ziel 2020 **nach Eurostat** (4)

Jahr 2016: EE-Anteile am B-EEV in der EU-28 17,0%, Ziel 2020 20%

	EE-Anteile am Bruttoendenergieverbrauch gesamt (%)					
	2005	2010	2014	2015	2016	Ziel
Belgien	2,3	5,7	8,0	7,9	8,7	13
Bulgarien	9,4	14,1	18,0	18,2	18,8	16
Dänemark	16,0	22,1	29,6	31,0	32,2	30
Deutschland	6,7	10,5	13,8	14,6	14,8	18
Estland	17,5	24,6	26,3	28,6	28,8	25
Finnland	28,8	32,4	38,7	39,2	38,7	38
Frankreich	9,6	12,7	14,7	15,1	16,0	23
Griechenland	7,0	9,8	15,3	15,3	15,2	18
Irland	2,9	5,7	8,7	9,2	9,5	16
Italien	7,5	13,0	17,1	17,5	17,4	17
Kroatien	23,8	25,1	27,8	29,0	28,3	20
Lettland	32,3	30,4	38,7	37,6	37,2	40
Litauen	16,8	19,6	23,6	25,8	25,6	23
Luxemburg	1,4	2,9	4,5	5,0	5,4	11
Malta	0,1	1,0	4,7	5,0	6,0	10
Niederlande	2,5	3,9	5,5	5,8	6,0	14
Österreich	23,7	30,2	33,0	32,8	33,5	34
Polen	6,9	9,3	11,5	11,7	11,3	15
Portugal	19,5	24,2	27,0	28,0	28,5	31
Rumänien	17,3	23,4	24,8	24,8	25,0	24
Schweden	40,6	47,2	52,5	53,8	53,8	49
Slowakische Republik	6,4	9,1	11,7	12,9	12,0	14
Slowenien	16,0	20,4	21,5	21,9	21,3	25
Spanien	8,5	13,8	16,1	16,2	17,3	20
Tschechische Republik	7,1	10,5	15,0	15,0	14,9	13
Ungarn	6,9	12,7	14,6	14,4	14,2	13
Vereinigtes Königreich	1,3	3,7	7,0	8,5	9,3	15
Zypern	3,1	6,0	8,9	9,4	9,3	13
Region EU 28	9,0	12,9	16,1	16,7	17,0	20

Daten vorläufig, Stand 9/2018

Zur Berechnung der Anteile siehe auch Anhang - Methodische Hinweise

Quellen: Eurostat & ECN aus BMWI „Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung 2017“ ; S. 41; 9/2018;

Anteil erneuerbare Energien am Bruttoendenergieverbrauch (B-EEV) und indikativer Richtkurs in Ländern der EU-28 in 2016 und 2017

EE-Anteile EU-28 = 2016/17 17,0/17,5%

Share of energy from renewable sources in gross final energy consumption in 2016 and 2017
and indicative trajectory

Countries	2016	2017	Indicative trajectory 2017-2018
Sweden	53.8%	54.5%	45.8%
Finland	39.0%	41.0%	34.7%
Latvia	37.1%	39.0%	37.4%
Denmark	32.6%	35.8%	25.5%
Austria	33.0%	32.6%	30.3%
Estonia	28.6%	29.2%	22.6%
Portugal	28.4%	28.1%	27.3%
Croatia	28.3%	27.3%	17.4%
Lithuania	25.6%	25.8%	20.2%
Romania	25.0%	24.5%	21.8%
Slovenia	21.3%	21.5%	21.9%
Bulgaria	18.8%	18.7%	13.7%
Italy	17.4%	18.3%	12.9%
Spain	17.4%	17.5%	16.0%
Greece*	15.1%	16.3%	14.1%
France	15.9%	16.3%	18.6%
Germany	14.9%	15.5%	13.7%
Czechia	14.9%	14.8%	10.6%
Hungary	14.3%	13.3%	10.0%
Slovakia	12.0%	11.5%	11.4%
Poland	11.3%	10.9%	12.3%
Ireland	9.3%	10.7%	11.5%
United Kingdom	9.2%	10.2%	10.2%
Cyprus	9.3%	9.9%	9.5%
Belgium	8.6%	9.1%	9.2%
Malta	6.2%	7.2%	6.5%
Netherlands	5.9%	6.6%	9.9%
Luxembourg	5.4%	6.4%	7.5%
Total EU 28	17.0%	17.5%	-

* estimated, provisional for Greece.

(voraussichtlich vorläufig für Griechenland.)

Note: SHARES tool version 2017 that takes into account specific calculation provisions as in place in Directive 2009/28/EC following its amendment by Directive (EU) 2016/1513 of the European Parliament and of the Council of 9 September 2016 amending Directive 98/70/EC relating to the quality of petrol and diesel fuels and amending Directive 2009/28/EC on the promotion of the use of energy from renewable sources. Source: SHARES 2017 (updated 4 February 2019)

Hinweis: SHARES-Toolversion 2017, die bestimmte Berechnungsbestimmungen berücksichtigt. In der Richtlinie 2009/28 / EG nach der Änderung durch die Richtlinie (EU) 2016/1513 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. September 2016 zur Änderung der Richtlinie 98/70 / EG über die Qualität von Otto- und Dieselmotoren und zur Änderung Richtlinie 2009/28 / EG zur Förderung der Nutzung von Energie aus Erneuerbaren

Quelle:
AKTIEN 2017 (aktualisiert am 4. Februar 2019)

Primärenergieproduktion (PEP) aus gesamte Biogase in der EU-28 im Jahr 2016/17 nach EurObserv'ER (1)

Jahr 2016: Gesamt 16,742 Mtoe = 701 PJ = 194,7 TWh ¹⁾

Anteil gesamte Biogase: 2,2% von 755,4 Mtoe

Primary energy production from biogas in the European Union in 2016 and 2017 (in ktce)

	2016					2017				
	Landfill gas	Sewage sludge gas	Other biogas from anaerobic fermentation	Thermal biogas	Total	Landfill gas	Sewage sludge gas	Other biogas from anaerobic fermentation	Thermal biogas	Total
Germany	83.5	464.3	7547.2	0.0	8095.0	132.0	460.4	7252.1	0.0	7844.6
United Kingdom	1400.8	303.4	938.7	0.0	2642.9	1277.1	311.6	1130.2	0.0	2718.9
Italy	365.5	53.1	1449.9	6.6	1875.1	349.8	53.5	1488.0	6.4	1897.7
France	290.1	25.4	473.3	0.0	788.8	311.1	27.4	561.0	0.0	899.5
Czechia	25.4	41.5	534.0	0.0	601.0	23.1	43.1	541.4	0.0	607.7
Netherlands	16.2	57.6	244.9	0.0	318.6	16.9	57.6	246.4	0.0	320.8
Austria	3.7	15.1	287.6	0.0	306.4	2.4	14.5	229.1	0.0	246.1
Denmark	4.7	25.2	186.2	74.2	290.3	4.7	26.3	235.5	122.5	389.0
Poland	57.6	119.8	83.7	0.0	261.1	48.0	115.0	117.5	0.0	280.6
Spain	138.6	62.1	20.5	23.9	245.2	149.9	64.7	22.8	23.9	261.4
Belgium	21.9	26.3	179.8	5.9	233.9	20.0	24.9	174.1	5.3	224.3
Sweden	6.7	75.6	91.2	0.0	173.5	4.7	78.6	94.6	0.0	177.8
Slovakia	11.9	10.6	129.4	0.0	151.8	9.9	12.5	130.1	0.0	152.5
Finland	22.8	15.1	25.0	49.3	112.1	20.9	16.1	31.4	56.1	124.5
Greece	72.5	16.6	12.6	0.0	101.7	68.8	16.1	22.2	0.0	107.1
Latvia	7.8	2.6	79.5	0.0	89.9	8.1	2.4	82.7	0.0	93.2
Hungary	18.4	23.2	46.9	0.0	88.6	15.1	29.0	47.9	0.0	91.9
Portugal	68.2	2.7	9.4	0.0	80.3	73.5	3.0	8.6	0.0	85.1
Bulgaria	0.1	0.2	59.7	0.0	60.0	0.0	2.8	44.0	0.0	46.8
Ireland	38.9	8.4	7.5	0.0	54.8	38.1	9.2	7.2	0.0	54.6
Croatia	5.3	3.5	37.9	0.0	46.6	5.0	3.5	55.3	0.0	63.8
Lithuania	8.5	7.5	16.0	0.0	32.0	5.1	7.2	19.9	0.0	32.2
Slovenia	3.7	2.2	24.3	0.0	30.2	1.9	2.1	21.8	0.0	25.7
Luxembourg	0.0	2.3	17.6	0.0	19.9	0.0	1.8	18.7	0.0	20.5
Romania	0.0	0.0	17.7	0.0	17.7	0.0	0.0	18.0	0.0	18.0
Cyprus	0.0	0.6	11.1	0.0	11.8	0.0	0.7	11.4	0.0	12.0
Estonia	7.2	3.5	0.0	0.0	10.7	9.5	3.4	0.0	0.0	12.9
Malta	0.0	0.0	1.9	0.0	1.9	0.0	0.0	2.3	0.0	2.3
Total EU 28	2679.9	1368.5	12533.3	159.9	16741.6	2595.5	1387.4	12614.4	214.3	16811.6

Source: Eurostat

Anteile EU-28: 16,0% 8,2% 74,9% 1,0% 100% 15,4% 8,3% 75,0% 1,3% 100%

* Daten 2017 vorläufig, Stand 3/2019

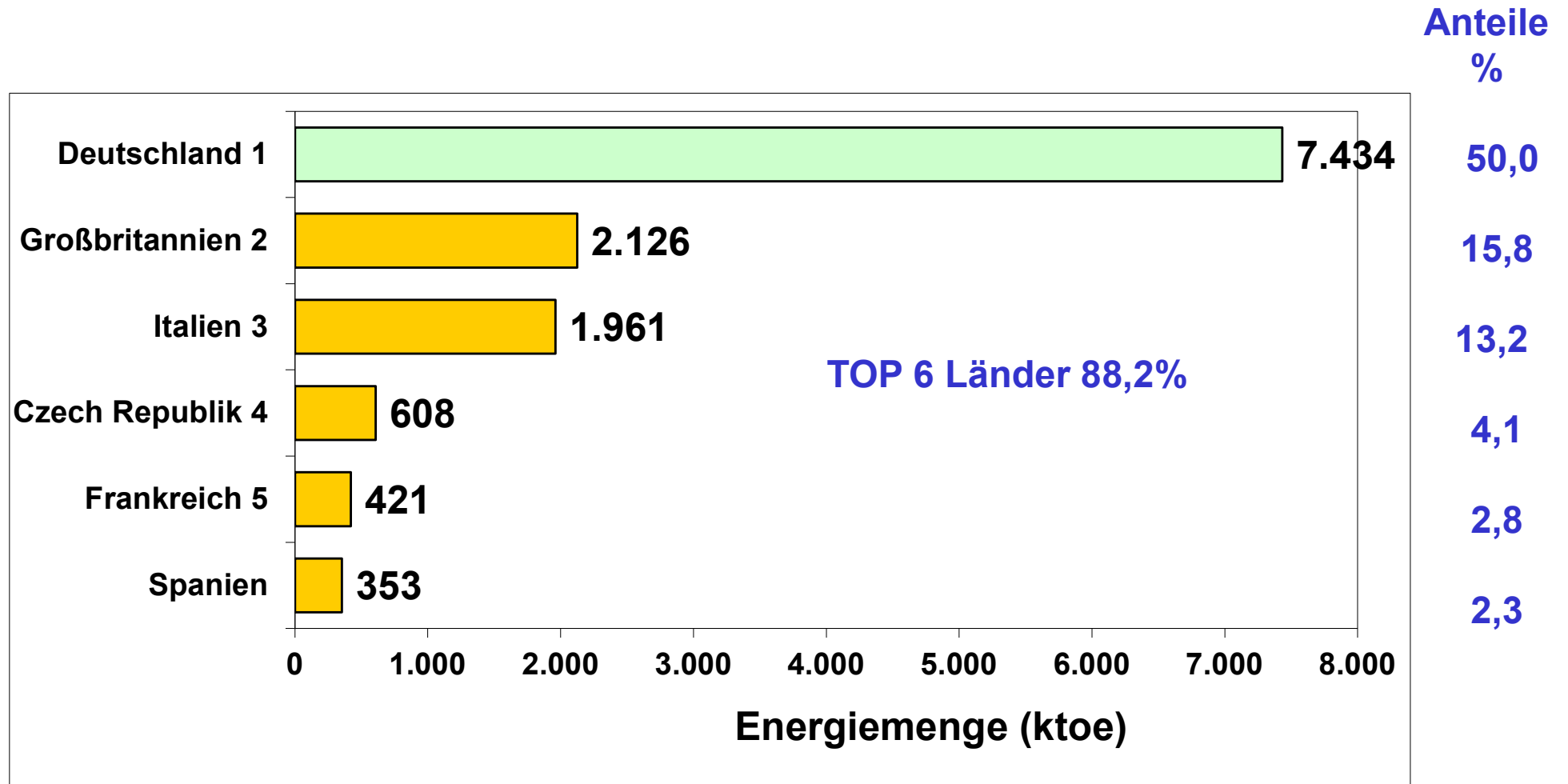
Energieeinheiten: 1 Mio. t RÖE (Mtoe) = 1,429 Mio. t SKE = 11,63 Mrd. kWh (TWh) = 41,869 PJ

1) Gesamt-Biogase setzen sich zusammen aus Landfillgas (Deponie- und Klärgas), Sewagesludge gas (Klärschlamm) und Other biogas (anderes Biogas), Thermal biogas

Quellen: EurObserv'ER – Stand EE in Europa 2018, S. 44, 3/2019

TOP-6 Rangfolge der Primärenergieproduktion (PEP) aus **gesamte Biogase** ¹⁾ nach Ländern in der EU-28 im Jahr 2017* (2)

Gesamt 14.862 ktoe = 14,9 Mtoe = 622,2 PJ = 172,8 TWh



* Daten 2017 vorläufig, Stand 3/2019

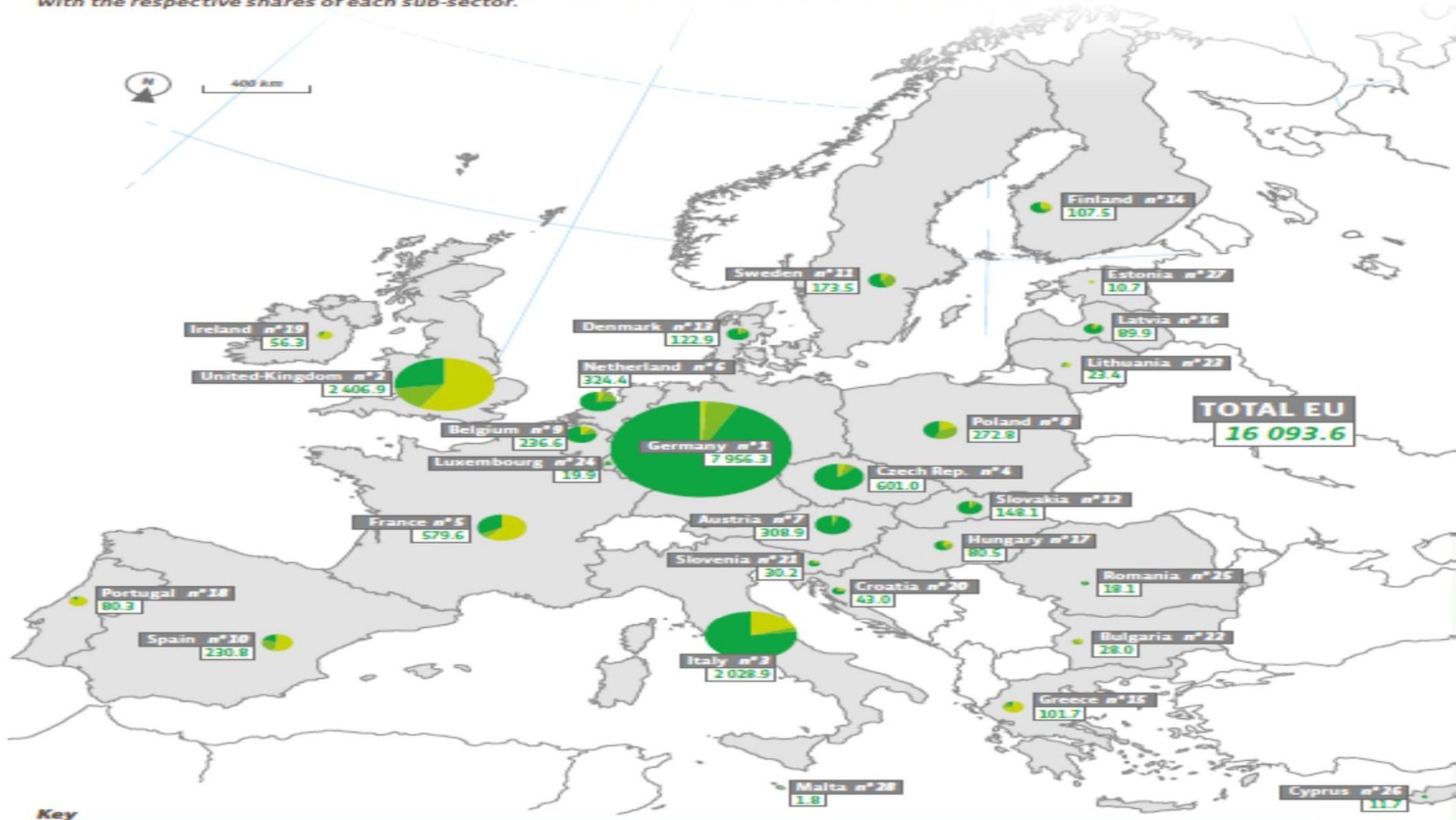
Energieeinheiten: 1 Mio. t RÖE (Mtoe) = 1,429 Mio. t SKE = 11,63 Mrd. kWh (TWh) = 41,869 PJ

1) Gesamte Biogase setzen sich zusammen aus Landfillgas (Deponie- und Klärgas), Sewagesludge gas (Klärschlamm) und Other biogas (anderes Biogas), Thermal biogas

Quelle: EurObserv'ER – Stand EE in Europa 2018, S. 44, Ausgabe 3/2019 EN

Primärenergieproduktion (PEP) aus gesamte Biogase ¹⁾ in den Ländern der EU-28 im Jahr 2016 nach EurObserv'ER (3)

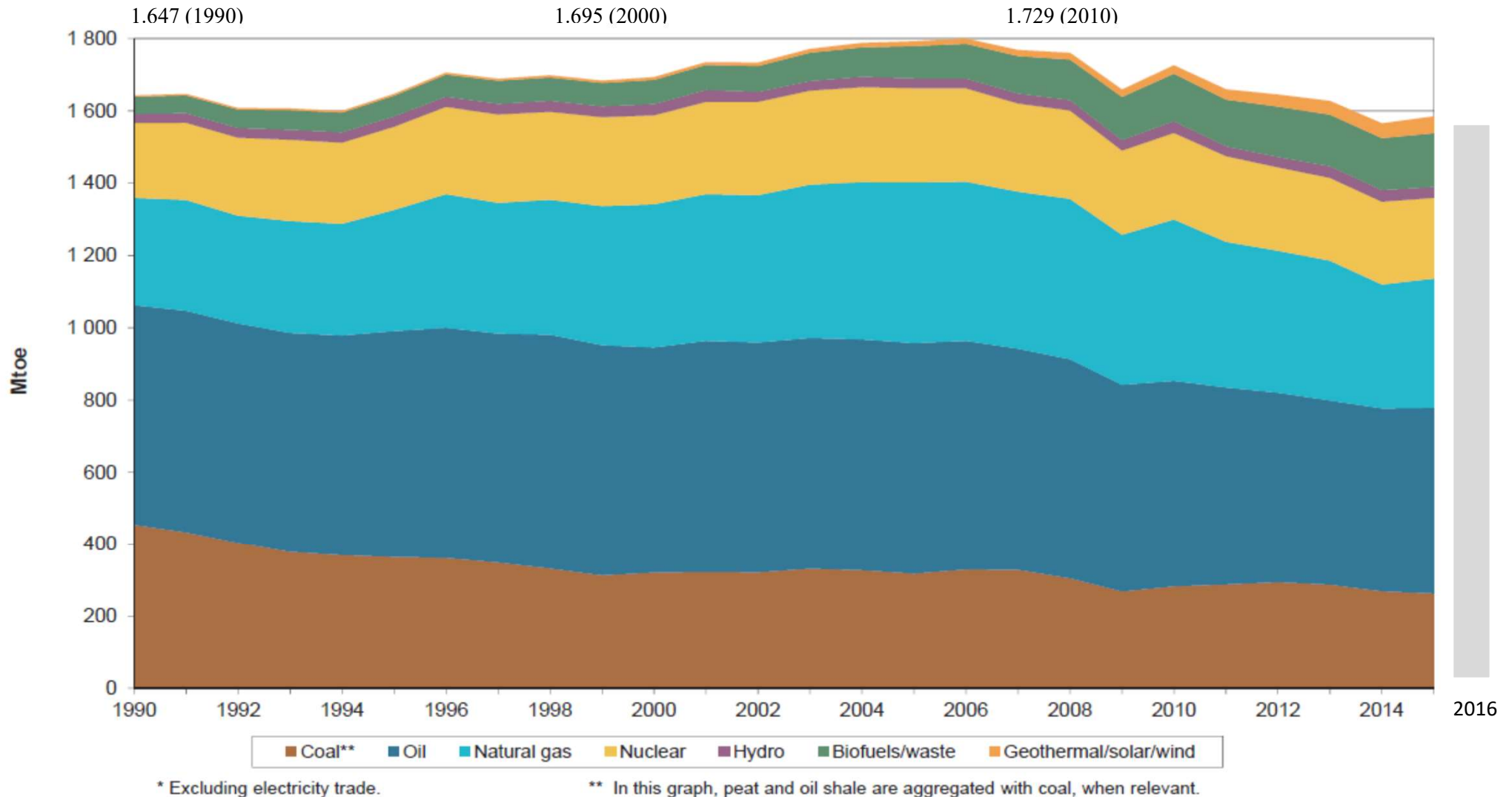
Primary energy production from biogas in the European Union countries at the end of 2016* (in ktoe), with the respective shares of each sub-sector.



*Estimations. Note: Whenever the information was not available, the breakdown between the different types of biogas was estimated by EurObserv'ER for the year 2016 on the basis of the breakdown observed in 2015. A biomethane production by thermal processes has been included in the "other biogas" category in Italy, Finland and Sweden. Source: EurObserv'ER 2017

Entwicklung Primärenergieverbrauch (PEV) in der EU-28 von 1990 bis 2016 **nach IEA (1)**

Jahr 2016: Gesamt 66,9 EJ = 18.583 Mrd. kWh = 1.598 Mtoe ; Veränderung 1990/2016 – 2,9%
 \varnothing 130,9 GJ/Kopf = 36,4 MW/Kopf = 3,1 toe/Kopf



* Daten 2016 vorläufig, Stand 9/2018

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2016 = 510,9 Mio.

Energieeinheiten: 1 Mio. t RÖE (Mtoe) = 1,429 Mio. t SKE = 11,63 Mrd. kWh (TWh) = 41,869 PJ

Quelle: OECD/IEA – Statistik/Grafik Energiebilanz EU-28 1990-2015, 9/2017 aus www.iea.org; OECD/IEA Statistik, 9/2018 www.iea.org;

Entwicklung Primärenergieverbrauch (PEV) nach Energieträgern mit Anteil erneuerbare Energien in der EU-28 von 2008-2016 nach Eurostat (2)

Jahr 2016: Gesamt 68.688 PJ = 68,7 EJ = 19.080 Mrd. kWh = 1.593 Mtoe ; Veränderung 2008/16 – 9,1%

Ø 134,5 GJ/Kopf = 36,3 MW/Kopf = 3,1 toe/Kopf

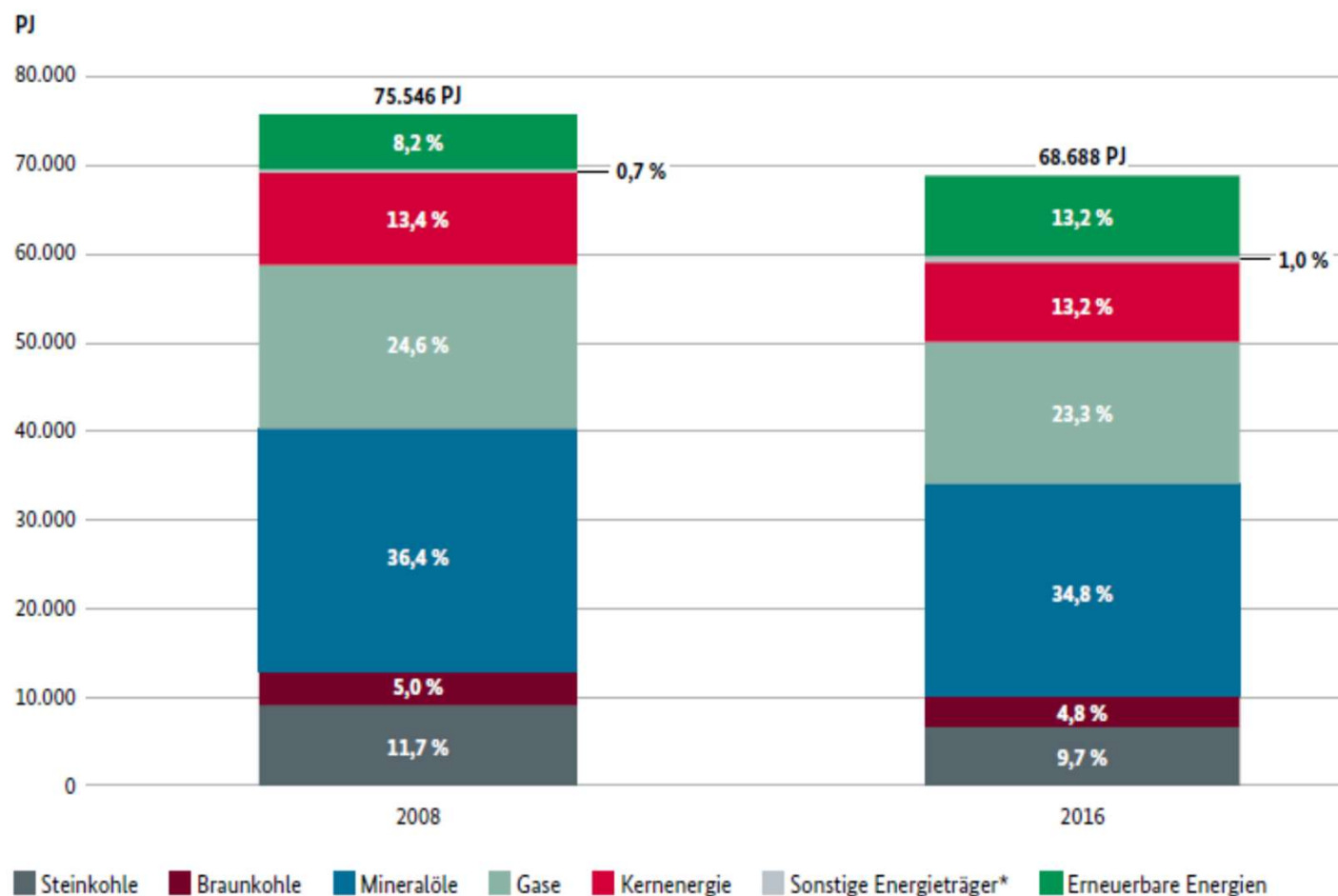
Weltanteil 11,6%

Energieverbrauch & Produktivität ¹⁾

Die EU-28 hat von 2008 bis 2016 den Primärenergieverbrauch um 9,1% auf 6.858 PJ reduziert und die Primärenergieproduktivität um 15,8 Prozent gesteigert.

Im selben Zeitraum ging der europäische Endenergieverbrauch um 3.007 PJ zurück und die Endenergieproduktivität der EU-28 stieg um 12,1 Prozent.

Die EU-28 hat von 2008 bis 2016 den Anteil Erneuerbare Energien beim Primärenergieverbrauch von 8,2% auf 13,2% gesteigert.



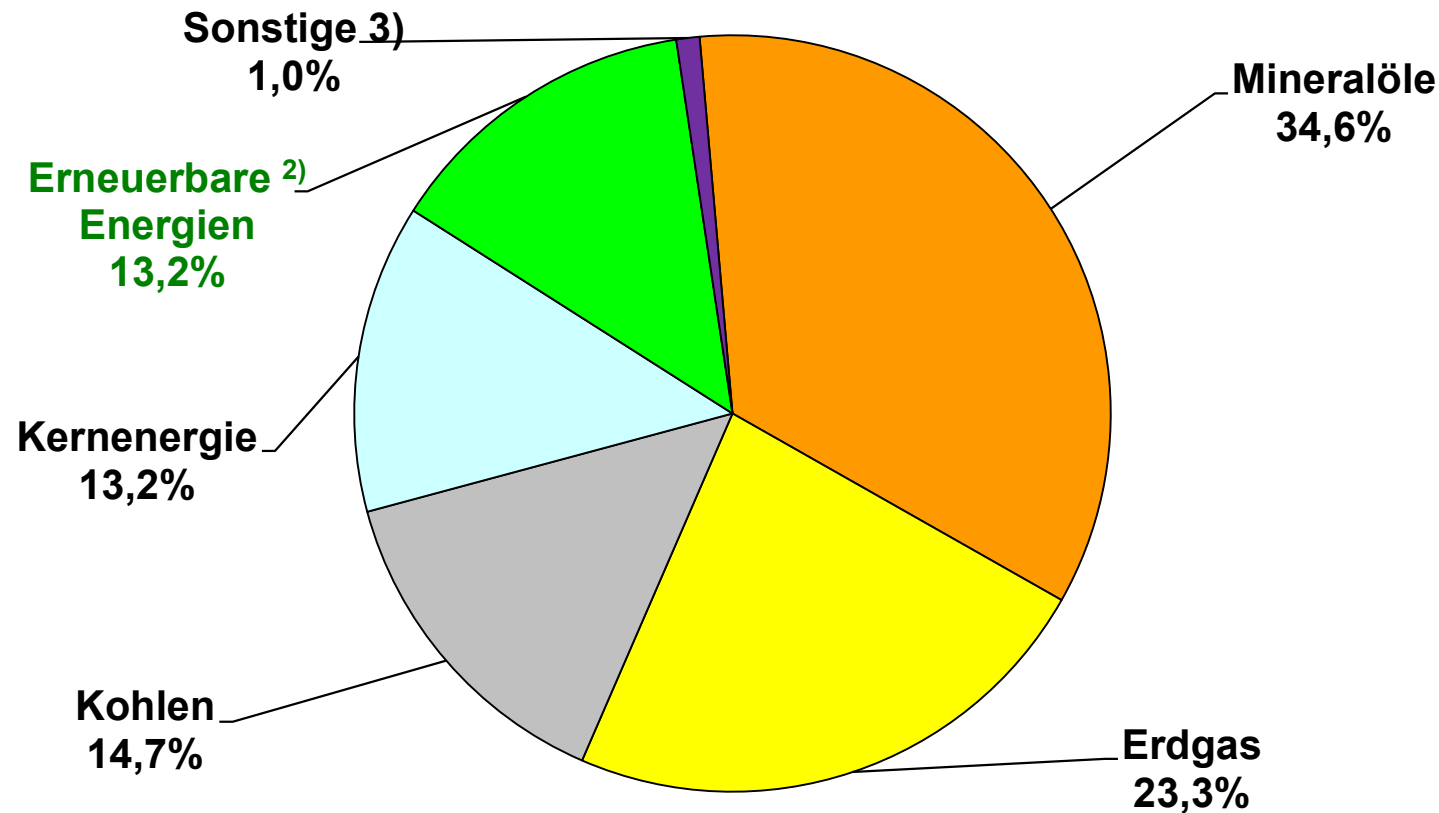
* Sonstige Energieträger: Nichterneuerbare Abfälle, Abwärme, Strom- und Fernwärmeaustauschsaldo

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2016: 510,9 Mio.

1) Die Ermittlung des Primärenergieverbrauchs durch Eurostat unterscheidet sich methodisch zu dem Vorgehen der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanz (bzgl. nicht-energetischen Verbräuchen). Dementsprechend unterscheidet sich der von Eurostat ausgewiesene PEV für Deutschland im Jahr 2016 (13.283 PJ) um 168 PJ gegenüber dem ermittelten PEV der AGEb (13.451 PJ). Gleiches gilt für den Endenergieverbrauch. Der EEV Deutschlands der AGEb liegt mit 9.152 PJ rund 90 PJ über dem Wert von Eurostat für Deutschland (9.062 PJ).

Struktur Primärenergieverbrauch (PEV) nach Energieträgern in der EU-28 im Jahr 2016 **nach Eurostat (3)**

Jahr 2016: 68.688 PJ = 68,7 EJ = 19.080 Mrd. kWh = 1.641 Mtoe; Veränderung 1990/2016 – 1,7%,
134,5 GJ/Kopf = 37,3 MWh/Kopf = 3,1 toe/Kopf
Weltanteil 11,9%



Anteil fossile Energien 72,6%

* Daten 2016 vorläufig, Stand 8/2018

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 510,9 Mio.

Energieeinheiten: 1 Mio. t RÖE (Mtoe) = 1,429 Mio. t SKE = 11,63 Mrd. kWh (TWh) = 41,869 PJ

1) PEV einschließlich nicht gehandelte Energien

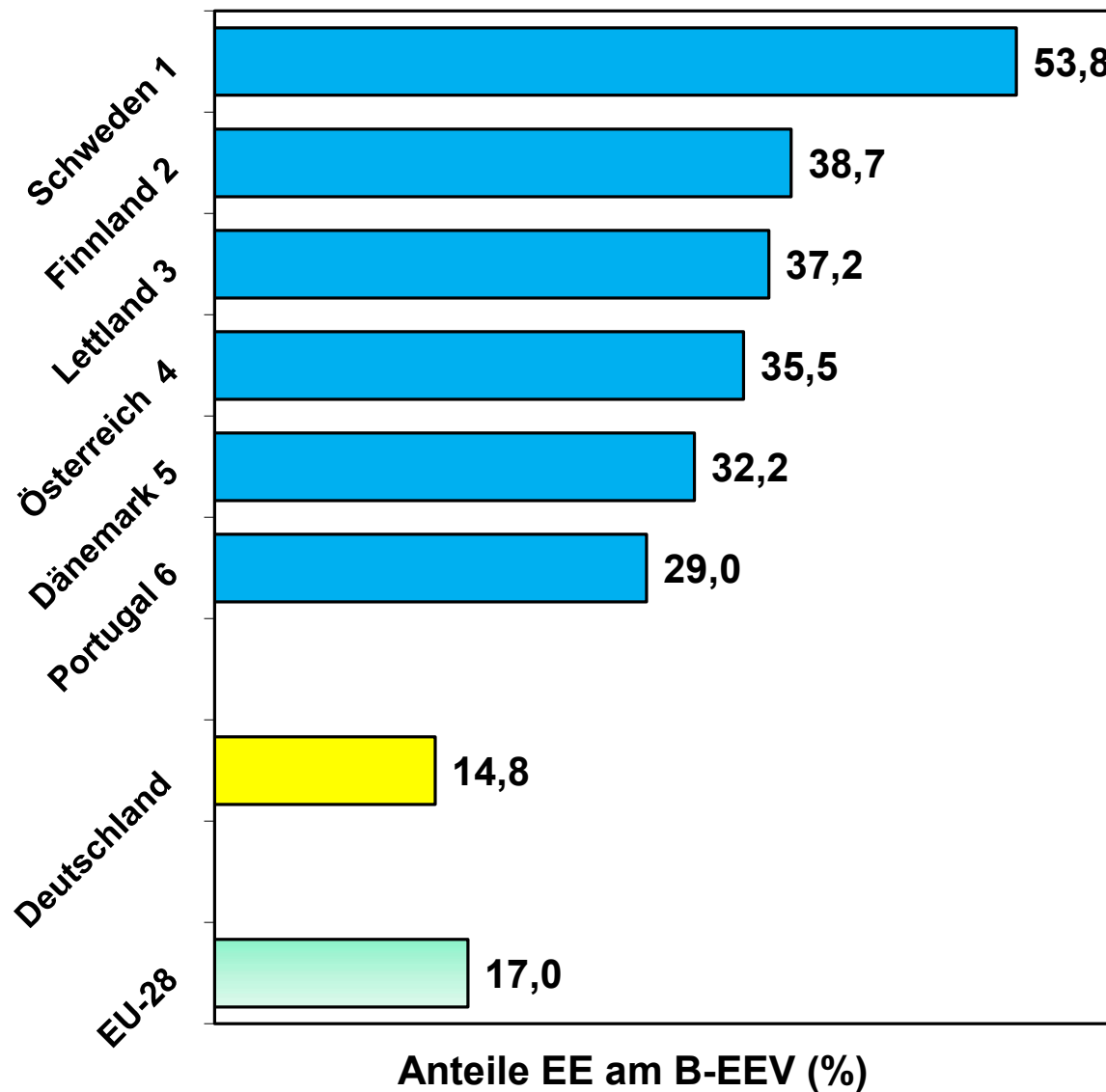
2) Erneuerbare Energien: reg. Wasserkraft 1,8% und Biomasse mit biogenen Abfall, Geothermie/Solar/Wind u.a. 11,4%

3) Sonstige = nicht biogener Abfall 0,9%, Wärme, Speicherstrom u.a. 0,1%

Quellen: Eurostat 8/2018

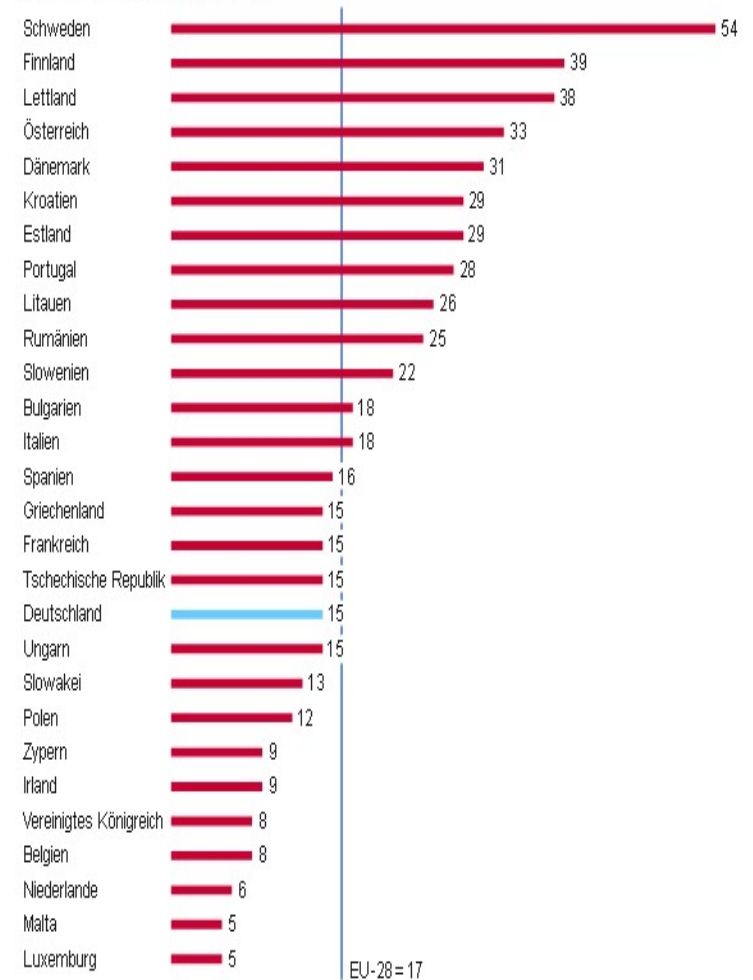
Top 6 Länder-Rangfolge der Anteile **erneuerbarer Energien (EE)** am **Brutto-Endenergieverbrauch (BEEV)** in der EU-28 2015/16, Ziele 2020/30

Jahr 2016: EU-28 17,0%, Ziele 2020/30 = 20%/27%



Erneuerbare Energien 2015

in % des Bruttoendenergieverbrauchs



Quelle: Eurostat

© Statistisches Bundesamt (Destatis), 2017

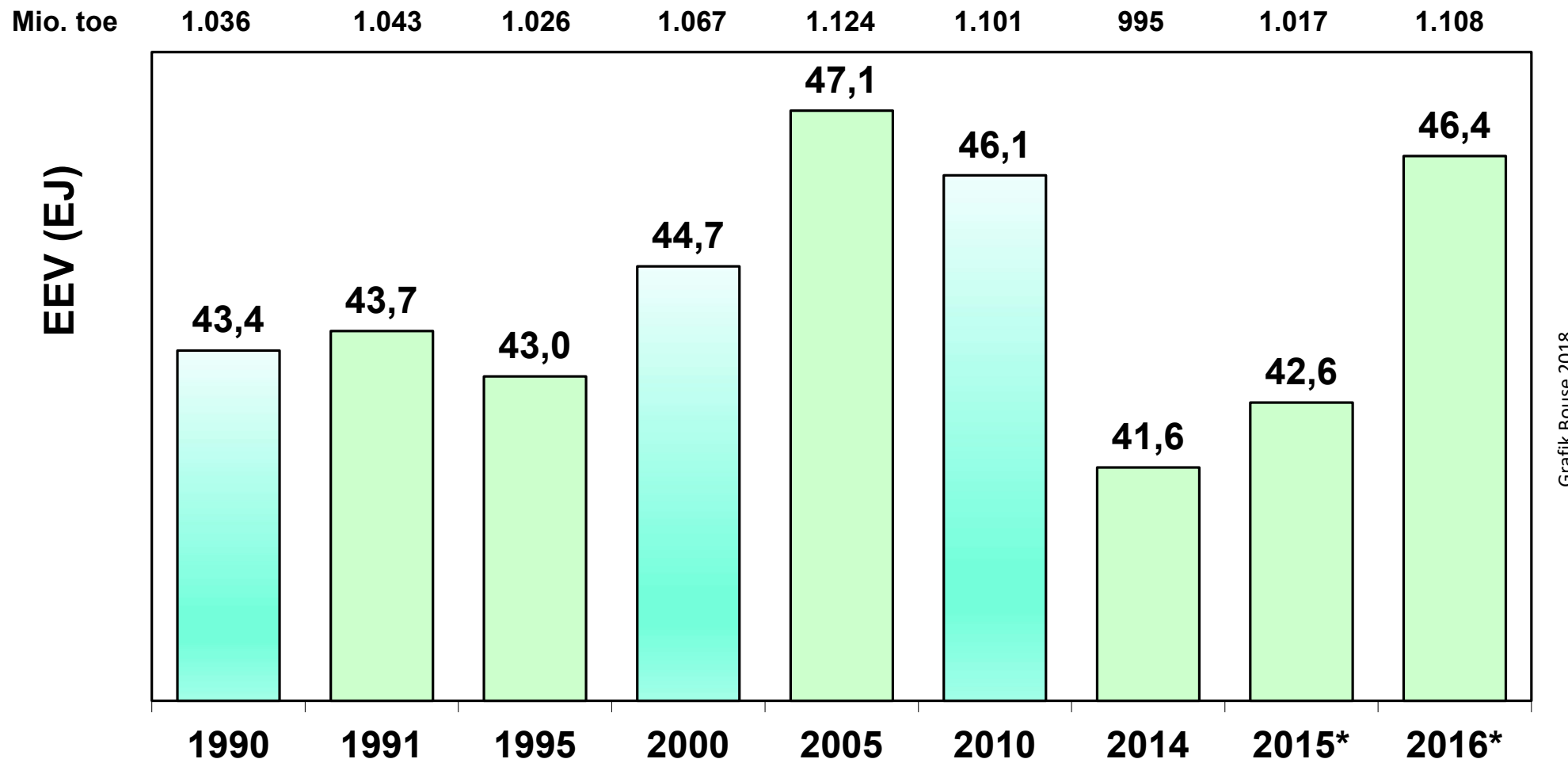
Grafik Bouse 2018

Entwicklung Endenergieverbrauch (EEV) in der EU-28 von 1990 bis 2016 **nach IEA/Eurostat (1)**

Jahr 2016: Gesamt 46.376 PJ = 46,4 EJ = 12.882 Mrd. kWh = 1.108 Mtoe ; Veränderung 1990/2016 + 6,9%

Ø 90,8 GJ/Kopf = 25,2 MW/Kopf = 2,2 toe/Kopf

Weltanteil k.A. %



* Daten 2016 vorläufig, Stand 9/2018;

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2016: 510,9 Mio.

Energieeinheiten: 1 Mio. t RÖE (Mtoe) = 1,429 Mio. t SKE = 11,63 Mrd. kWh (TWh) = 41,869 PJ;

Quellen: Internationale Energieagentur (IEA) – Energiebilanz EU-28 im Jahr 2015, 9/2017 aus www.iea.org ; BMWI – Energieeffizienz in Zahlen 2018, S. 70, 8/2018

Entwicklung Endenergieverbrauch (EEV) nach Energieträgern mit Anteil erneuerbare Energien in der EU-28 von 2008-2016 nach Eurostat (2)

Jahr 2016: Gesamt 46.376 PJ = 46,4 EJ = 12.882 Mrd. kWh = 1.108 Mtoe ; Veränderung 2008/16 – 6,1%

Ø 90,8 GJ/Kopf = 25,2 MW/Kopf = 2,2 toe/Kopf

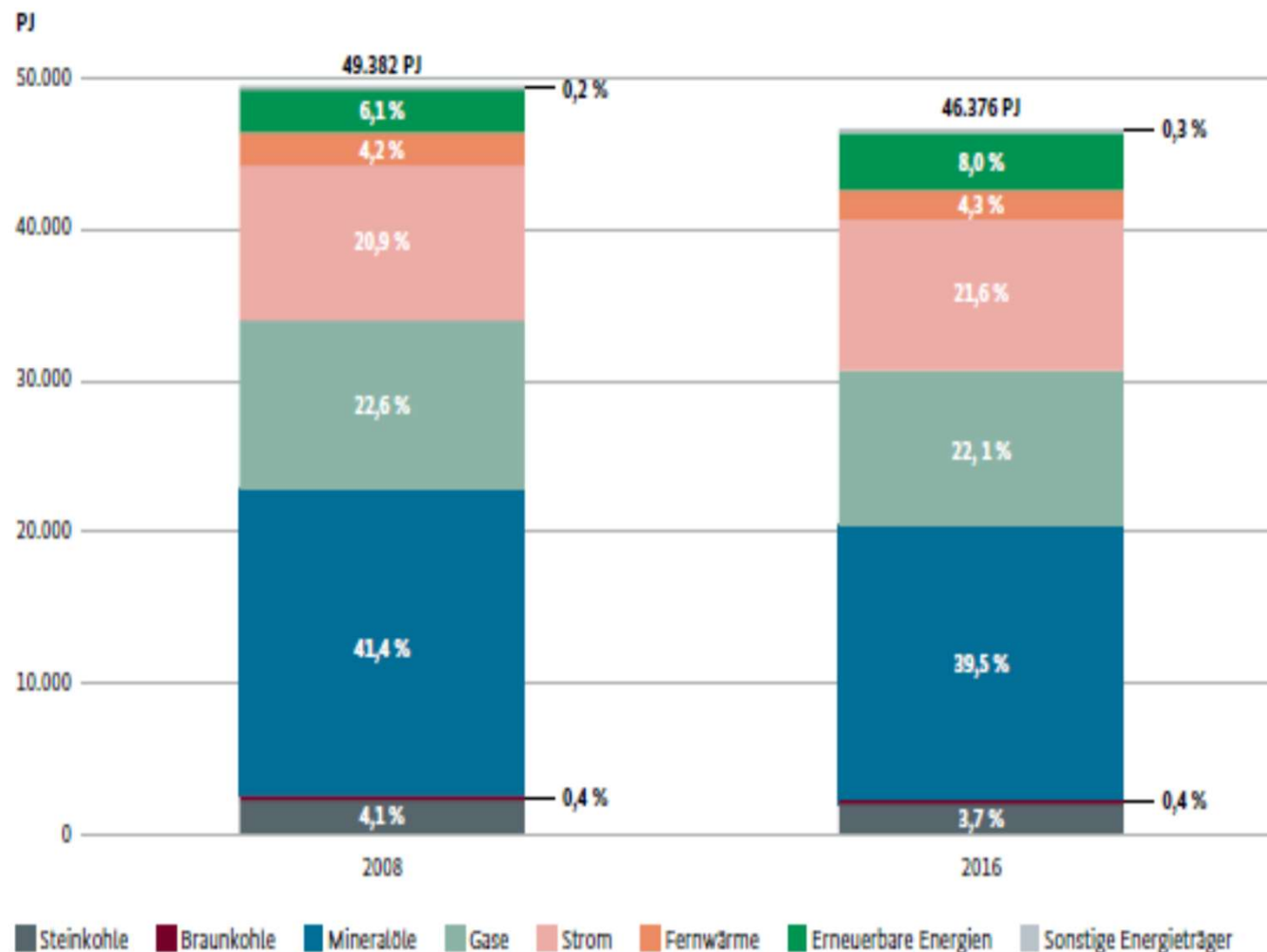
Weltanteil k.A. %

Energieverbrauch & Produktivität ¹⁾

Die EU-28 hat von 2008 bis 2016 den Primärenergieverbrauch um 9,1% auf 6.858 PJ reduziert und die Primärenergieproduktivität um 15,8 Prozent gesteigert.

Im selben Zeitraum ging der europäische Endenergieverbrauch um 3.007 PJ zurück und die Endenergieproduktivität der EU-28 stieg um 12,1 Prozent.

Die EU-28 hat von 2008 bis 2016 den Anteil der direkten Erneuerbaren Energien beim Endenergieverbrauch von 6,1% auf 8,0% gesteigert.

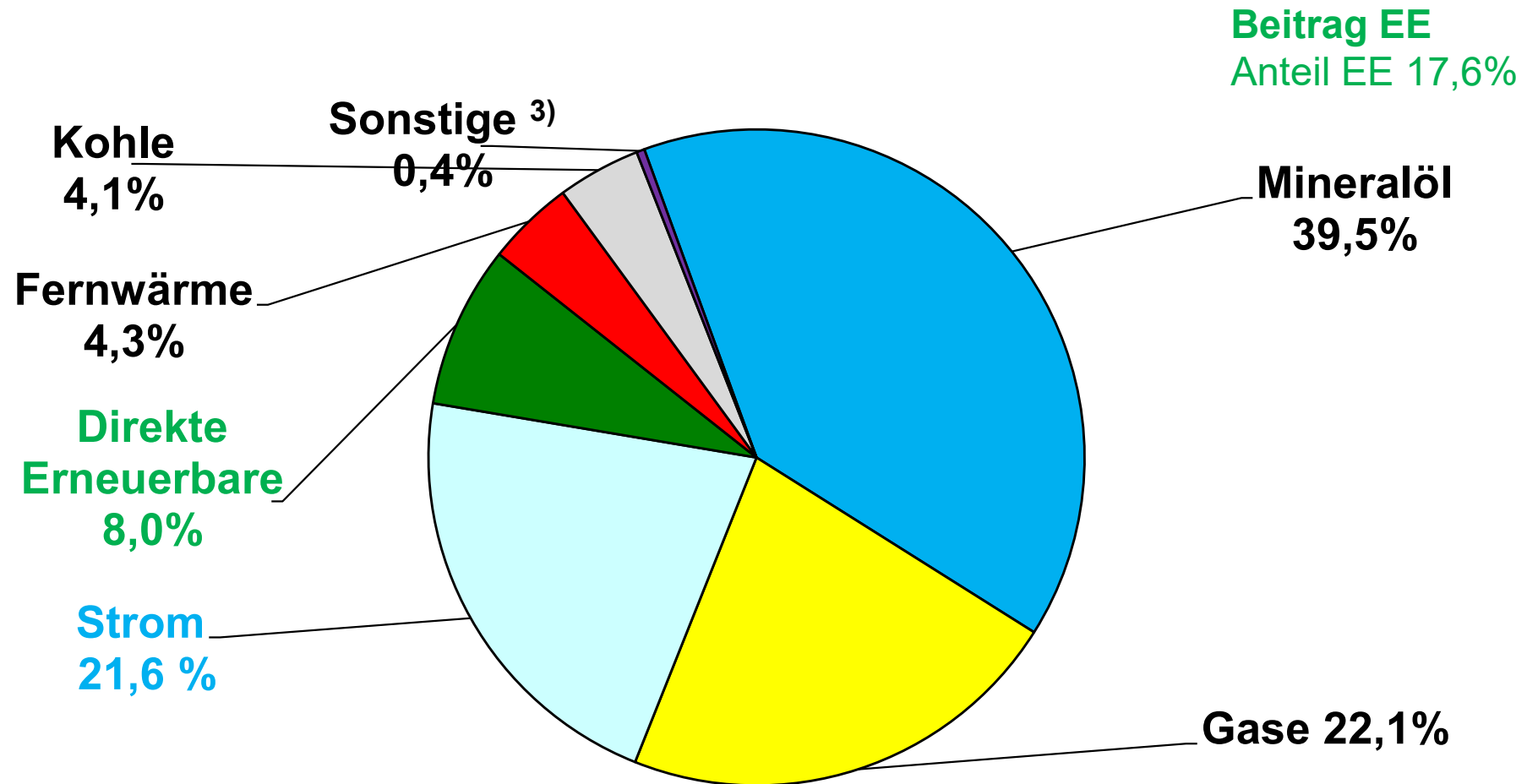


* Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2016: 510,9 Mio.

1) Die Ermittlung des Primärenergieverbrauchs durch Eurostat unterscheidet sich methodisch zu dem Vorgehen der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanz (bzgl. nicht-energetischen Verbräuchen). Dementsprechend unterscheidet sich der von Eurostat ausgewiesene PEV für Deutschland im Jahr 2016 (13.283 PJ) um 168 PJ gegenüber dem ermittelten PEV der AGEB (13.451 PJ). Gleiches gilt für den Endenergieverbrauch. Der EEV Deutschlands der AGEB liegt mit 9.152 PJ rund 90 PJ über dem Wert von Eurostat für Deutschland (9.062 PJ).

Struktur Endenergieverbrauch (EEV) ¹⁾ nach Energieträgern in der EU-28 im Jahr 2016 **nach Eurostat** (3)

Jahr 2016: Gesamt 46.376 PJ = 46,4 EJ = 12.882 Mrd. kWh = 1.107,6 Mtoe ; Veränderung 2008/16 – 6,1%
Ø 90,8 GJ/Kopf = 25,2 MW/Kopf = 2,2 toe/Kopf



Grafik Bouse 2018

* Daten 2016 vorläufig, Stand 12/2018

Energieeinheiten: 1 Mio. t RÖE (Mtoe) = 1,429 Mio. t SKE = 11,63 Mrd. kWh (TWh) = 41,869 PJ

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 510,9 Mio.

1) Erneuerbare Energie: Direkte EE 8,0% (Bioenergie einschl. biogener Abfall (50%), Geothermie, Solarthermie);
Indirekte EE 9,6% (in Wasserkraft, PV u.a. in Strom und Fernwärme enthalten)

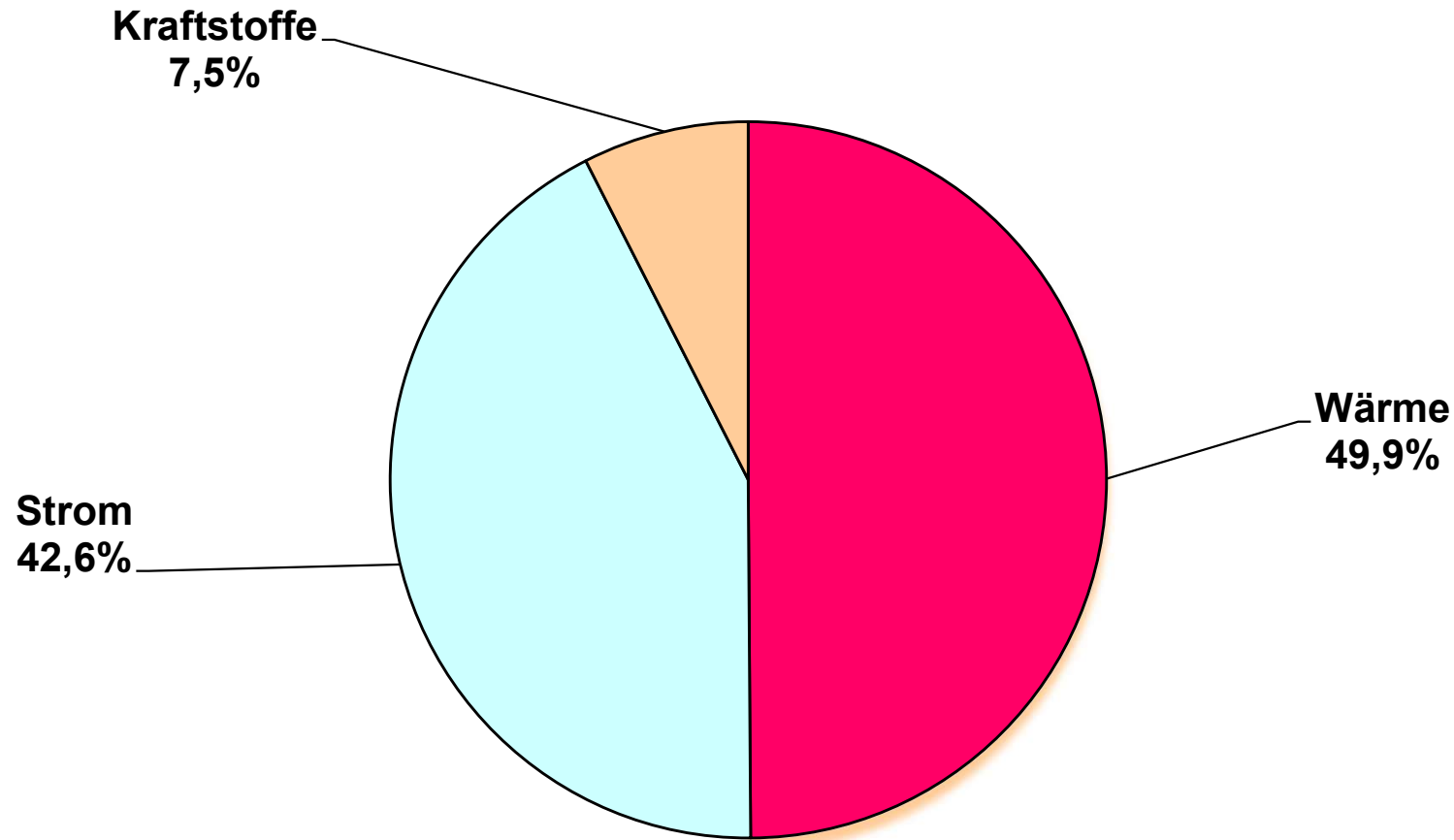
2) Sonstige: nicht biogener Abfall (50%), Abwärme u.a. 0,4%

Quelle: Eigene Darstellung UBA auf Basis Eurostat, Energiebilanzen, verschiedene Jahrgänge, Stand 02/2018 aus BMWI – Energieeffizienz in Zahlen 2018, S. 70, 8/2018

Struktur der Endenergiebereitstellung aus erneuerbaren Energien nach Nutzungsarten in der EU-28 im Jahr 2016

Gesamt 8.185 PJ = 2.274 TWh (Mrd. kWh) ¹⁾

Anteil EE 17,6% von 46.376 PJ = 12.882 TWh = 1.108 Mtoe



Grafik Bouse 2018

* Daten 2016 vorläufig, Stand 9/2018

1) EEV - Strom 951,4 TWh, Wärme + Kälte 1.155,0 TWh, Verkehr 167,3 TWh

Bevölkerung (Jahresmittel) 510,9 Mio.

Quellen: Eurostat aus BMU „Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung 2017“, 9/2018; EurObserv'ER: Stand erneuerbare Energien in Europa 2015, 12/2017

Beiträge Erneuerbare - Bioenergie zur Stromversorgung

Entwicklung Strombilanz und Stromerzeugung (BSE) aus erneuerbaren Energien (EE) in der EU-28 von 2005-2017

Jahr 2016: BSE 951,4 TWh, Anteil EE am BSV 29,1% von 3.273,3 TWh

Beitrag Bioenergie 180,4 TWh, Anteil am EE 19,0%; Bioenergie-Anteil am BSV 5,5%

	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
	(TWh)								
Biomasse ¹	69,8	124,1	133,0	148,6	157,4	167,2	177,8	180,5	
Wasserkraft ²	313,3	376,9	312,2	335,8	371,6	375,0	341,1	350,1	
Windenergie	70,5	149,4	180,0	206,0	236,8	253,1	301,9	302,9	353,5
Geothermie	5,4	5,6	5,9	5,8	5,9	6,2	6,5	6,6	
Photovoltaik	1,5	22,5	45,3	67,4	80,9	92,3	102,3	105,2	105,3
Solarthermie	0,0	0,8	2,0	3,8	4,8	5,5	5,6	5,6	
Meeresenergie	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	
EE gesamt	460,9	679,7	678,9	767,8	857,8	899,8	935,7	951,4	
EE-Anteil am Bruttostromverbrauch ³ (%)	13,8	20,1	20,5	23,2	26,1	28,1	28,8	29,1	

	(TWh)							
EU-Bruttostromerzeugung – Gesamt	3.325,8	3.366,6	3.301,4	3.296,2	3.270,9	3.191,2	3.235,2	3.255,1
Import	335,2	298,7	329,8	363,1	349,6	386,9	410,3	382,2
Export	319,4	291,2	322,6	344,4	337,0	371,4	396,1	364,0
Letztverbrauch Stromverbrauch Endenergie (SVE)	2.784,6	2.838,2	2.791,6	2.800,4	2.777,4	2.711,8	2.751,9	2.784,2

* Daten 2016/17, Stand 9/2018

1 einschließlich Biogas [47], flüssiger biogener Brennstoffe, fester Biomasse sowie des erneuerbaren Anteils des kommunalen Abfalls

2 für Pumpspeicherkraftwerke nur Erzeugung aus natürlichem Zufluss

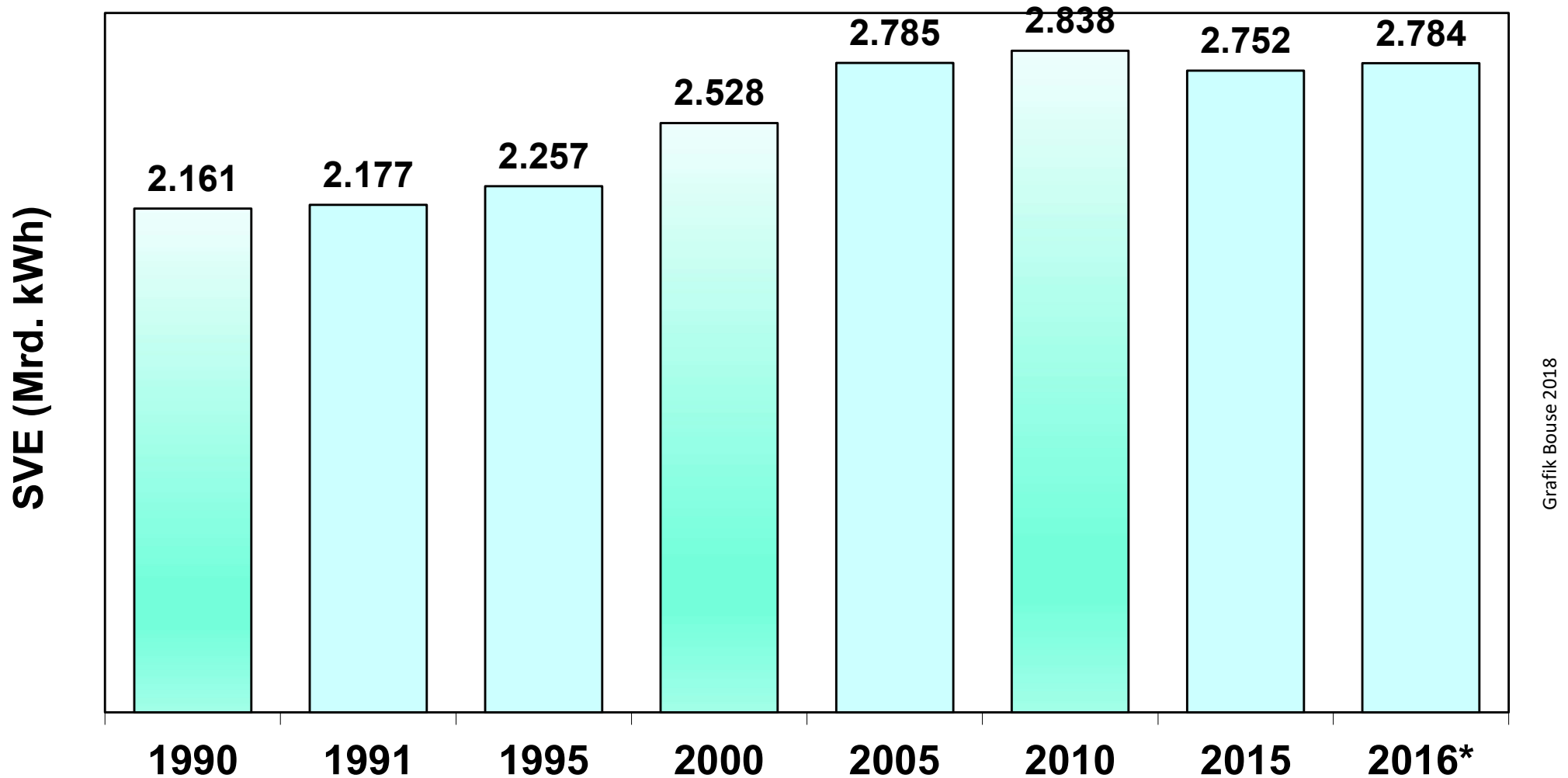
3 Bruttostromverbrauch = Bruttostromerzeugung plus Import minus Export; nicht nach Vorgaben der EU-Richtlinie berechnet, z. B. Jahr 2016 = 3.273,3 TWh

Die vorliegende Übersicht gibt den derzeitigen Stand verfügbarer Statistiken wieder (bis 2015 Eurostat, 2016 EurObserv'ER – Daten für Windenergie und Photovoltaik vorliegend).

Quellen: Eurostat und EurObserv'ER aus BMWI „Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung 2017“, S. 45; 9/2018,

Entwicklung Stromverbrauch Endenergie (SVE) in der EU-28 von 1990-2016 **nach IEA, Eurostat**

**Jahr 2016: Gesamt 2.784 TWh (Mrd. kWh), Veränderung 1990/2016 + 28,9%;
Ø 5.453 kWh/Kopf**



Grafik Bouse 2018

* Daten 2017 vorläufig, Stand 9/2018

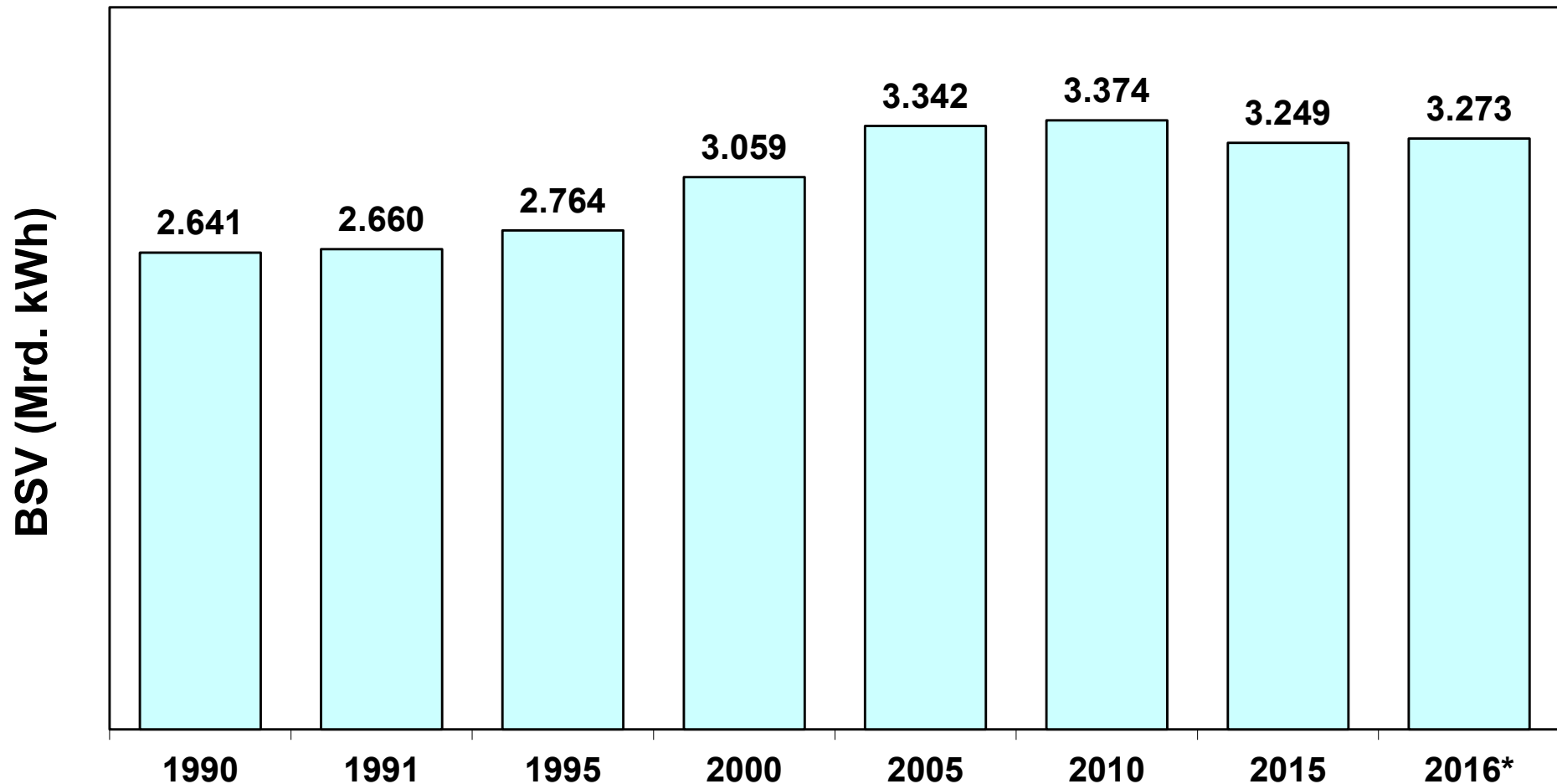
Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2016: 510,9 Mio.

Energieeinheiten: 1 Mio. t RÖE (Mtoe) = 1,429 Mio. t SKE = 11,63 Mrd. kWh (TWh) = 41,869 PJ

Quellen: IEA – Statistik Strom und Wärme EU-28 1990-2015, 9/2017 aus www.iea.org ; Eurostat und EurObserv'ER aus BMWI „Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung 2017“, S. 45; 9/2018,

Entwicklung Bruttostromverbrauch (BSV) in der EU-28 von 1990-2016 **nach IEA, Eurostat**

Jahr 2016: Gesamt 3.273,3 TWh (Mrd. kWh), Veränderung 1990/2016 + 23,9%;
Ø 6.407 kWh/Kopf



Grafik Bouse 2018

Bruttostromverbrauch (BSV) = Bruttostromerzeugung (BSE) + Einfuhr - Ausfuhr

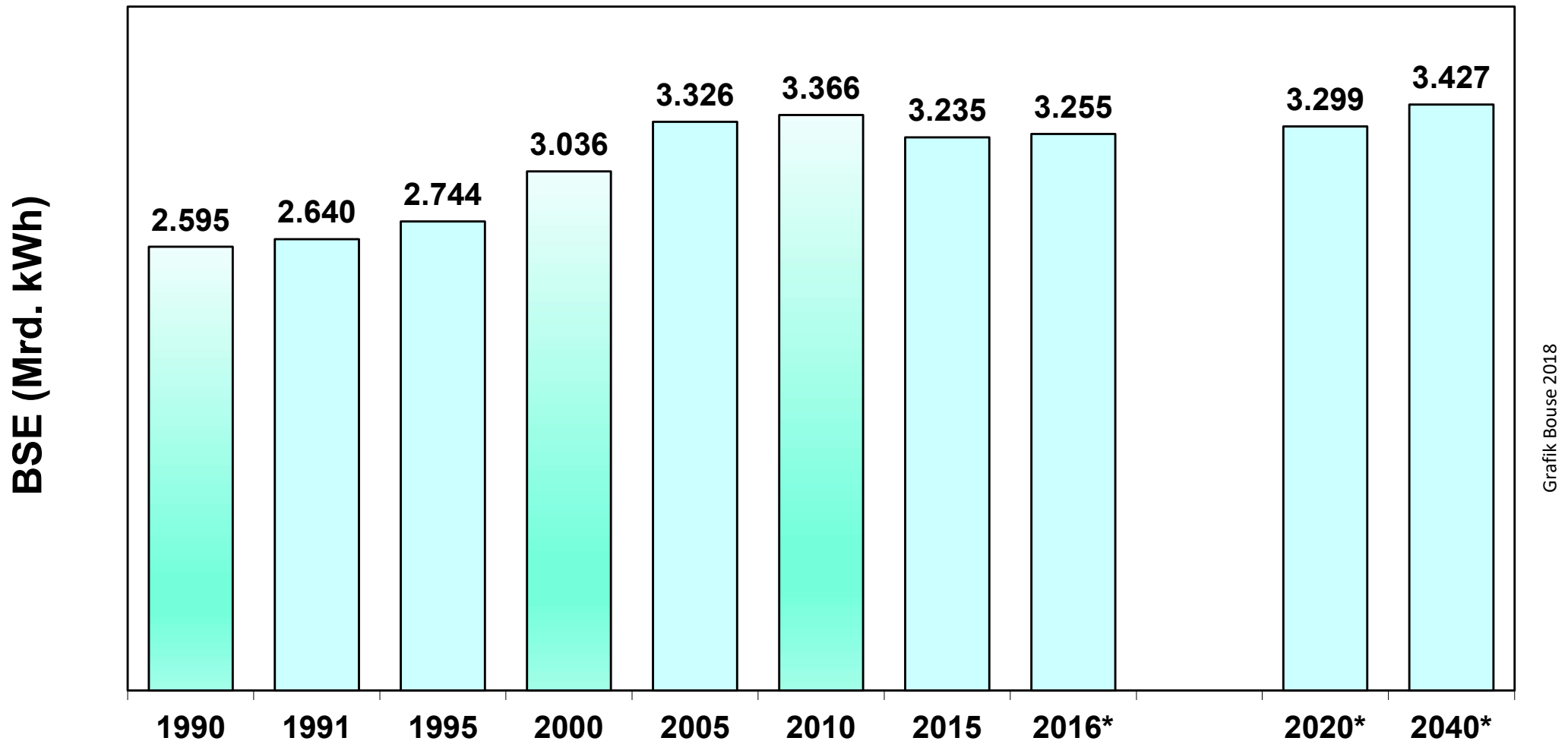
* Daten 2016 vorläufig, Stand 9/2018

Bevölkerung Jahresdurchschnitt 2016: 510,9 Mio.

Quellen: IEA – Statistik Indikatoren & Strom und Wärme EU-28 2015, 9/2017 aus www.iea.org; Eurostat & ECN aus BMWI „Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung 2017“; S. 45, 9/2018

Entwicklung Brutto-Stromerzeugung (BSE) in der EU-28 von 1990-2016, Prognose 2020/40 nach IEA/Eurostat (1)

Jahr 2016: Gesamt 3.255,1 Mrd. kWh (TWh), Veränderung 1990/2016 = + 25,4%
Ø 6.371 kWh/Kopf



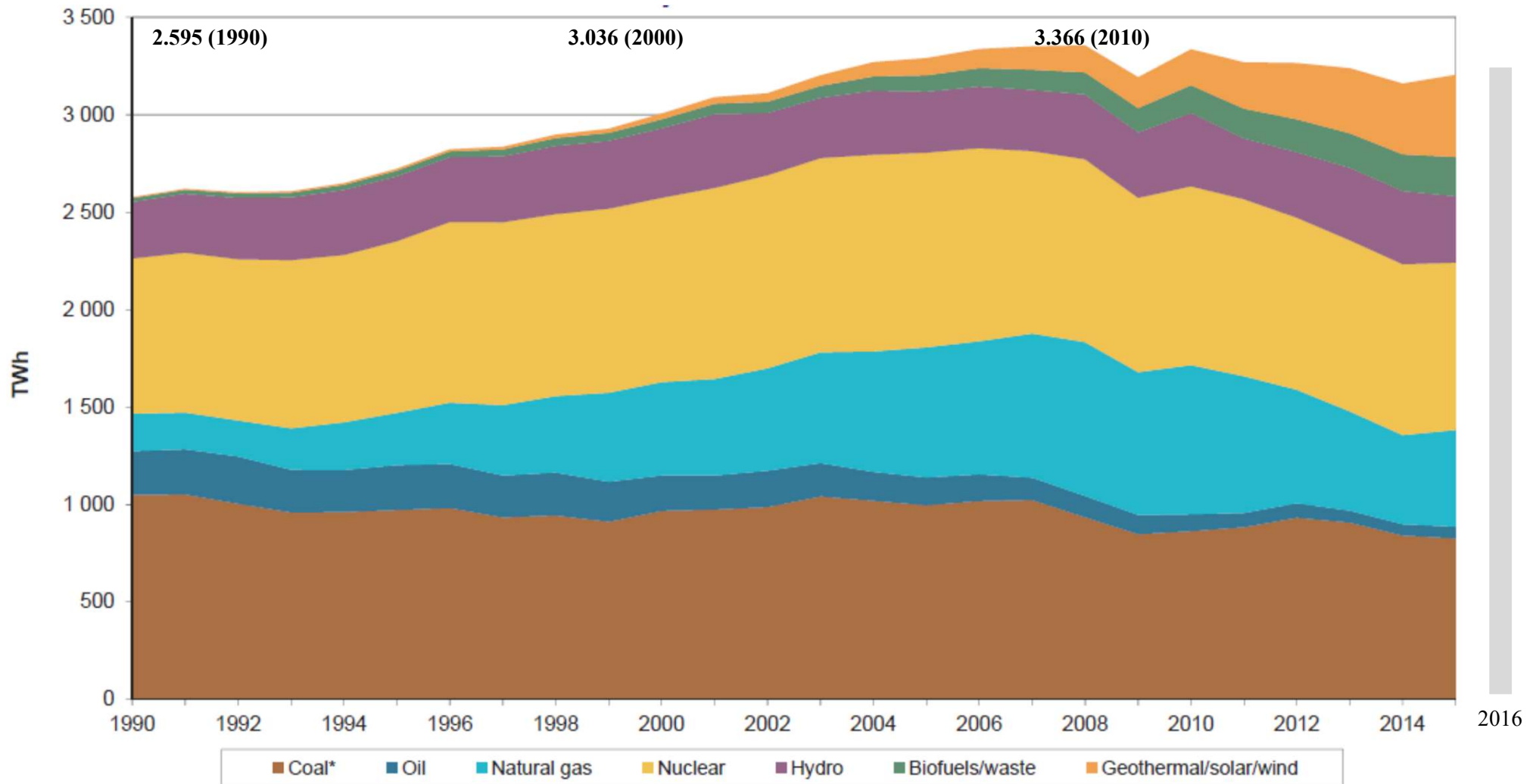
* Daten 2016 vorläufig, Stand 9/2018; Prognosen 2020/2040 nach IEA New-Policies-Szenario im World Energy Outlook 2016

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2016: 510,9 Mio.

Quellen: IEA – Statistik Strom & Wärme EU-28 1990-2015 9/2017; GVSt – Jahresbericht 2017, 11/2017; aus BMWI „Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung 2017, S. 44; 9/2018

Entwicklung Brutto-Stromerzeugung (BSE) nach Energieträgern in der EU-28 von 1990-2016 **nach IEA/Eurostat (2)**

Jahr 2016: Gesamt 3.255,1 Mrd. kWh (TWh), Veränderung 1990/2016 = + 25,4%
Ø 6.371 kWh/Kopf



* In this graph, peat and oil shale are aggregated with coal, when relevant.

Daten 2016 vorläufig, Stand 9/2018

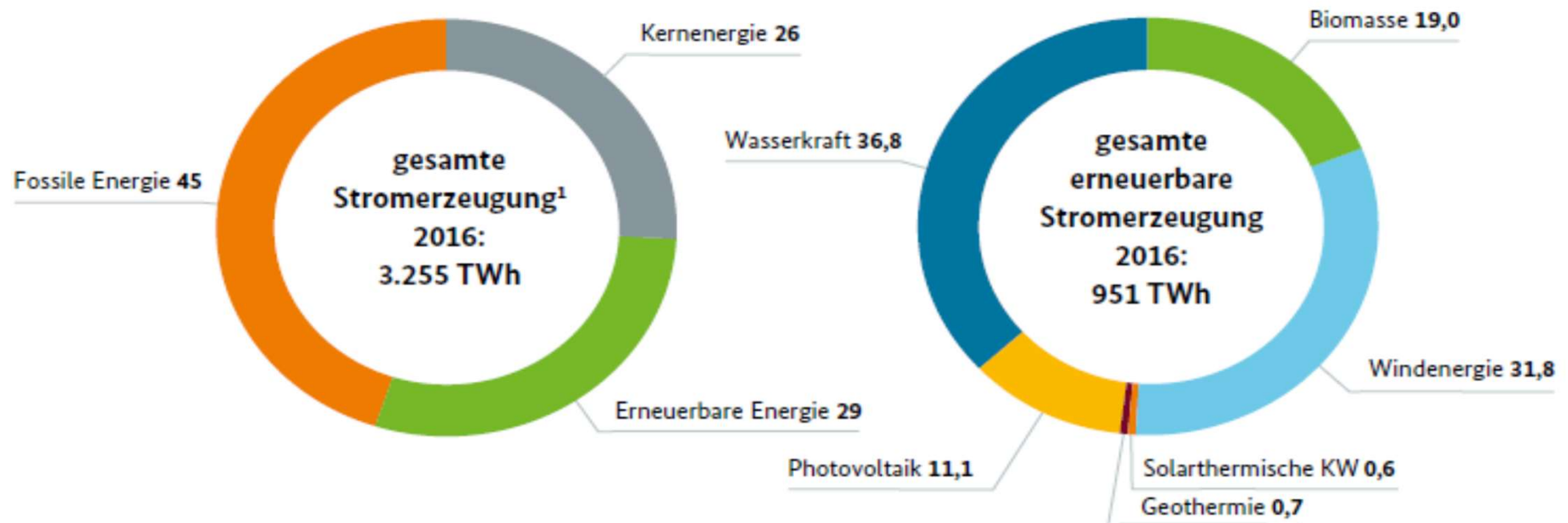
Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2016: 510,9 Mio.

Entwicklung Strombereitstellung nach Energieträgern mit Beitrag erneuerbare Energien in der EU-28 1990-2016 nach Eurostat (3)

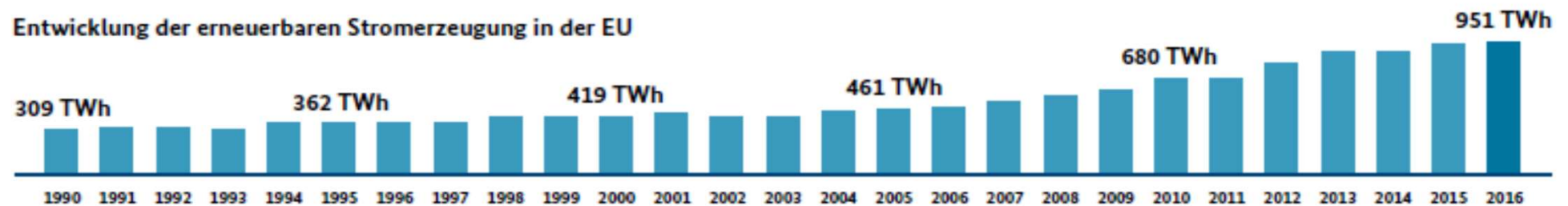
Jahr 2016: Gesamt 3.255,1 TWh, davon EE-Beitrag 951,4 TWh, Anteil EE 29,2%

Abbildung 45: Stromerzeugung in der EU im Jahr 2016

in Prozent



Entwicklung der erneuerbaren Stromerzeugung in der EU



Sonstige – Industriemüll, nicht erneuerbarer kommunaler Abfall, Pumpspeicher etc.

Meeresenergie ist auf Grund der geringen Menge nicht dargestellt

1 ohne Berücksichtigung der Nettoimporte

Quelle: EUROSTAT (Versorgung, Umwandlung, Verbrauch – Elektrizität – jährliche Daten [nrg_105a]) [34]

aus BMWI „Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung 2017, S. 44; 9/2018

Struktur Brutto-Stromerzeugung (BSE) nach Energieträgern in der EU-28 im Jahr 2016 **nach Eurostat** (4)

Jahr 2016: Gesamt 3.255,1 Mrd. kWh (TWh), Veränderung 1990/2016 = + 25,4%
Ø 6.371 kWh/Kopf

Table 1.8.3: Gross electricity generation by fuel, EU-28, in selected years, 1990-2016
(GWh)

	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016
Total gross electricity production	2 595 179	2 743 612	3 035 750	3 325 805	3 366 585	3 235 241	3 255 050
Solid fossil fuels	1 019 429	945 866	933 855	960 291	829 200	791 824	701 278
Anthracite	0	0	0	18 184	10 494	12 238	4 878
Coking Coal	52 696	59 159	37 874	37 230	16 232	1 073	8 638
Other Bituminous Coal	599 054	538 704	530 968	538 355	462 794	443 665	369 775
Sub-Bituminous Coal	7 679	10 640	6 380	5 771	3 378	4 722	2 634
Lignite/Brown Coal	337 807	320 479	344 081	341 162	313 437	313 662	297 590
Peat	5 137	7 843	5 902	7 486	9 332	5 835	5 491
Patent Fuel	0	0	0	0	0	0	0
Coke Oven Coke	837	0	0	0	2	1	0
Gas Coke	0	0	0	0	0	0	0
Coal Tar	0	0	64	100	23	14	17
BKB	1 510	765	923	2 715	2 463	2 616	2 631
Oil shale and oil sands	14 709	8 276	7 663	9 288	11 045	7 992	9 623
Peat products	0	0	0	0	0	6	1
Crude oil and petroleum products	224 199	230 303	181 296	142 772	86 897	60 982	59 507
Crude Oil and NGL	0	0	0	15	0	6	1
Refinery Gas	2 083	2 941	3 798	7 707	9 144	7 578	8 185
LPG (Liquefied Petroleum Gases)	23	186	22	490	460	414	544
Naphtha	0	0	0	0	99	0	0
Kerosene Type Jet Fuel	0	0	0	1	1	0	0
Other Kerosene	1	10	0	2	23	9	7
Gas / Diesel Oil	2 427	3 586	4 109	5 633	11 194	8 941	8 999
Residual Fuel Oil	149 056	172 760	140 496	103 923	46 881	28 631	27 513
Bitumen	0	2 231	3 776	223	0	0	0
Petroleum Coke	7	93	336	4 754	2 671	4 258	3 598
Other Oil Products	70 602	48 496	28 759	20 024	16 424	11 145	10 660

Beitrag EE ohne Pumpspeicherstrom 951,4 TWh,
Betrag EE mit Pumpspeicherstrom 951,4 + 30,1 TWh = 981,5 TWh

	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016
Total gross electricity production	2 595 179	2 743 612	3 035 750	3 325 805	3 366 585	3 235 241	3 255 050
Natural gas and derived gases	223 431	294 383	513 148	704 048	799 421	530 339	642 269
Natural Gas	192 561	268 361	479 559	668 288	765 027	497 036	609 596
Gas Works Gas	81	37	1 615	2 115	2 499	2 552	2 527
Coke Oven Gas	9 308	5 932	7 908	6 615	7 152	7 015	6 957
Blast Furnace Gas	20 971	19 398	23 447	25 494	23 400	21 908	21 613
Other Recovered Gases	510	655	619	1 536	1 343	1 828	1 576
Nuclear	794 863	880 821	944 993	997 699	916 610	857 129	839 684
Renewable energies	327 753	382 568	448 585	495 952	710 808	965 711	981 471
Hydrogesamt	308 897	353 037	386 881	348 400	408 006	371 167	380 180
of which Pumped hydro	18 470	21 039	29 988	35 085	31 069	30 083	30 059
Wind	778	4 068	22 225	70 453	149 388	301 876	302 894
Solar Photovoltaic	12	41	119	1 460	22 502	102 305	105 221
Solar Thermal	0	0	0	0	761	5 593	5 579
Tide, Wave and Ocean	503	507	507	481	478	489	501
Solid biofuels excluding charcoal	10 925	15 150	20 309	43 613	69 981	90 737	91 438
Biogases	915	2 472	6 427	12 818	32 149	61 013	62 706
Municipal Waste (Renewable)	2 497	3 815	7 332	11 562	16 969	20 524	21 045
Liquid Biofuels	0	0	0	1 768	4 972	5 484	5 267
Geothermal	3 226	3 478	4 785	5 397	5 602	6 523	6 640
Waste (non-renewable)	5 292	8 746	12 128	14 388	19 047	23 130	25 857
Industrial Waste	2 911	5 012	5 205	2 816	3 315	3 721	5 292
Municipal Waste (Non-Renewable)	2 381	3 734	6 923	11 572	15 732	19 409	20 565
Other	212	717	1 372	10 655	4 598	6 105	4 958
Heat from Chemical Sources	38	29	300	774	874	1 093	1 148
Other Sources	174	688	1 072	9 881	3 724	5 012	3 810

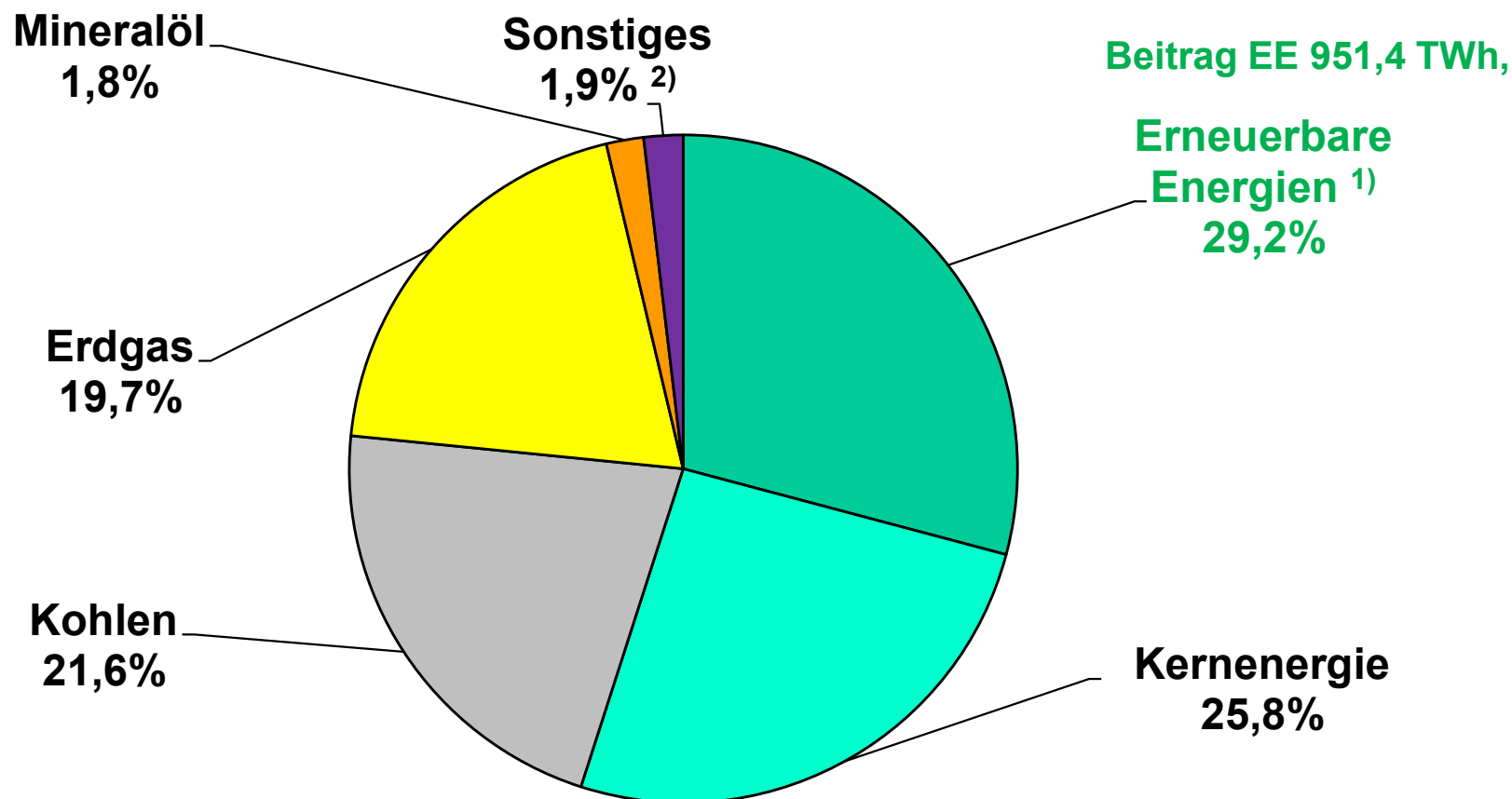
* Daten 2016 vorläufig, Stand 12/2018

Quelle: Eurostat – Energie, Transport und Umweltindikatoren 2018, Tab. 1.82.2, S. 74/75, 12/2018

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 510,9 Mio.

Struktur Brutto-Stromerzeugung (BSE) nach Energieträgern in der EU-28 im Jahr 2016 **nach Eurostat (5)**

Jahr 2016: Gesamt 3.255,1 Mrd. kWh (TWh), Veränderung 1990/2016 = + 25,4%
Ø 6.371 kWh/Kopf



Grafik Bouse 2018

Beitrag fossiler Energien zur Stromerzeugung 43,1%

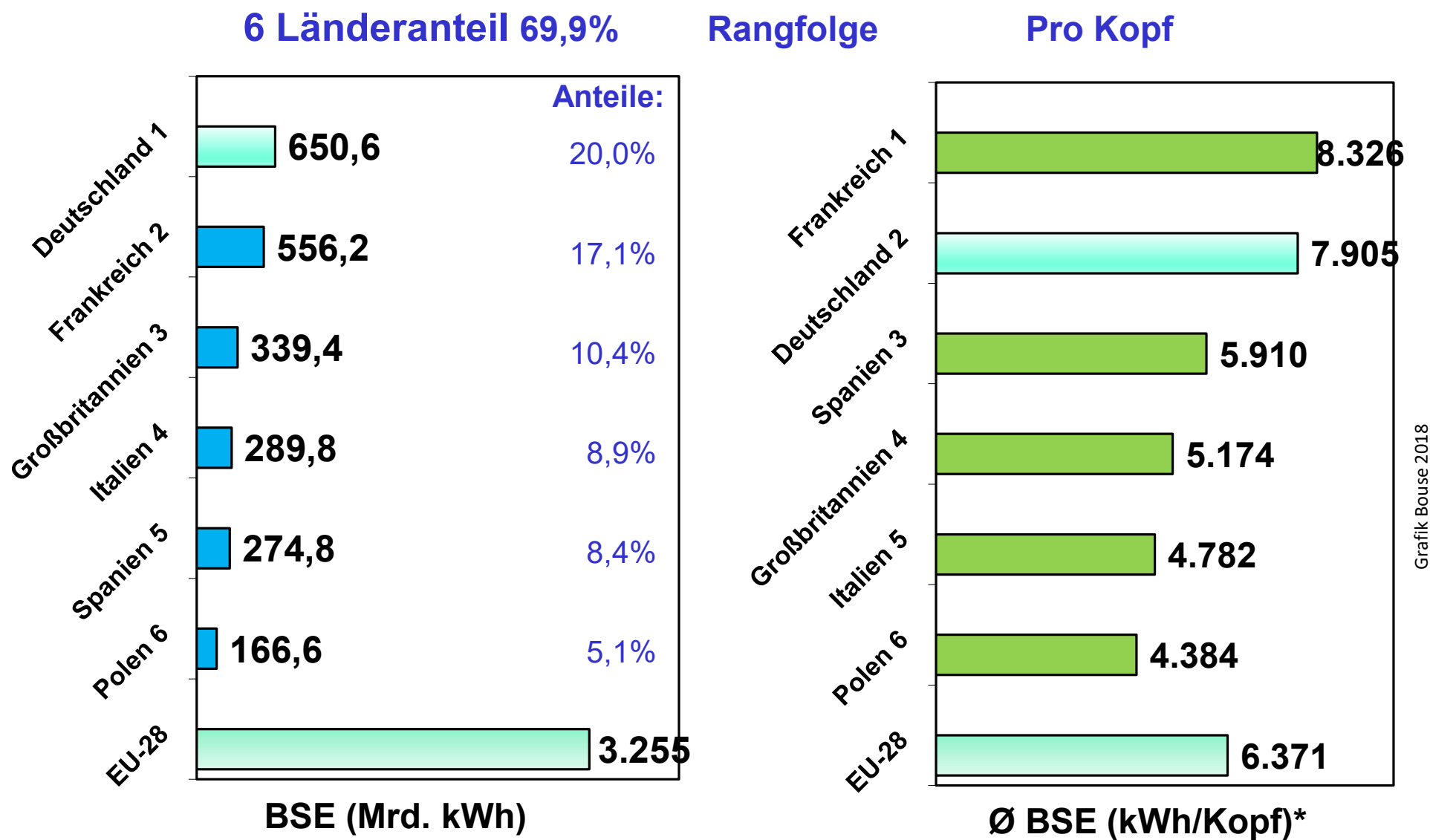
* Daten 2016 vorläufig, Stand 12/2018

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 510,9 Mio.

1) EE-Anteil an der Bruttostromerzeugung (BSE) 29,1%, davon Wasserkraft ohne Pumpspeicherstrom 10,7%, Windenergie 9,3%, Bioenergie + biogener Abfall 5,5%, Solar 3,4%, Geothermie 0,2%, Meeresenergie u.a. 0,1%

2) Sonstige Energien: nicht biogener Abfall u.a. 31 TWh (1,0%), Pumpspeicherstrom 30 TWh (0,9%)

6 Länder-Rangfolge bei der Brutto-Stromerzeugung (BSE) in der EU-28 im Jahr 2016 nach Eurostat (6)



* Daten 2016 vorläufig, Stand 9/2018;

Bevölkerung im Jahresmittel in Mio.: EU-28 = 510,9; D = 82,3; F = 66,8; GB = 65,6; I = 60,6; Spanien = 46,5; Polen = 38,0 sowie Norwegen 5,2, Schweiz 8,4

Quelle: Eurostat 9/2018; BMWI 8/2018

Entwicklung **EE-Anteile** am gesamten Bruttoendenergieverbrauch Strom (**BEEV-Strom**) der Länder EU-28 von 2005-2016 **nach Eurostat** (1)

Jahr 2016: EE-Anteile am B-EEV Strom in der EU-28 29,6%

	EE-Anteile am Bruttoendenergieverbrauch Strom ¹ (%)				
	2005	2010	2014	2015	2016
Belgien	2,4	7,1	13,4	15,5	15,8
Bulgarien	9,3	12,7	18,9	19,1	19,2
Dänemark	24,6	32,7	48,5	51,3	53,7
Deutschland	10,5	18,2	28,1	30,8	32,2
Estland	1,1	10,4	14,1	15,1	15,5
Finnland	26,9	27,7	31,4	32,5	32,9
Frankreich	13,7	14,8	18,3	18,7	19,2
Griechenland	8,2	12,3	21,9	22,1	23,8
Irland	7,2	14,6	22,9	25,2	27,2
Italien	16,3	20,1	33,4	33,5	34,0
Kroatien	35,6	37,6	45,3	45,4	46,7
Lettland	43,0	42,1	51,1	52,2	51,3
Litauen	3,8	7,4	13,7	15,5	16,8
Luxemburg	3,2	3,8	5,9	6,2	6,7
Malta	0,0	0,0	3,3	4,2	5,6
Niederlande	6,3	9,6	10,0	11,1	12,5
Österreich	61,9	65,7	70,1	70,3	72,6
Polen	2,7	6,6	12,4	13,4	13,4
Portugal	27,7	40,7	52,1	52,6	54,1
Rumänien	26,9	30,4	41,7	43,2	42,7
Schweden	50,9	56,0	63,2	65,8	64,9
Slowakische Republik	15,7	17,8	22,9	22,7	22,5
Slowenien	28,7	32,2	33,9	32,7	32,1
Spanien	19,1	29,8	37,8	37,0	36,6
Tschechische Republik	3,7	7,5	13,9	14,1	13,6
Ungarn	4,4	7,1	7,3	7,3	7,2
Vereinigtes Königreich	4,1	7,5	17,8	22,3	24,6
Zypern	0,0	1,4	7,4	8,4	8,6
Region EU 28	14,8	19,7	27,4	28,8	29,6

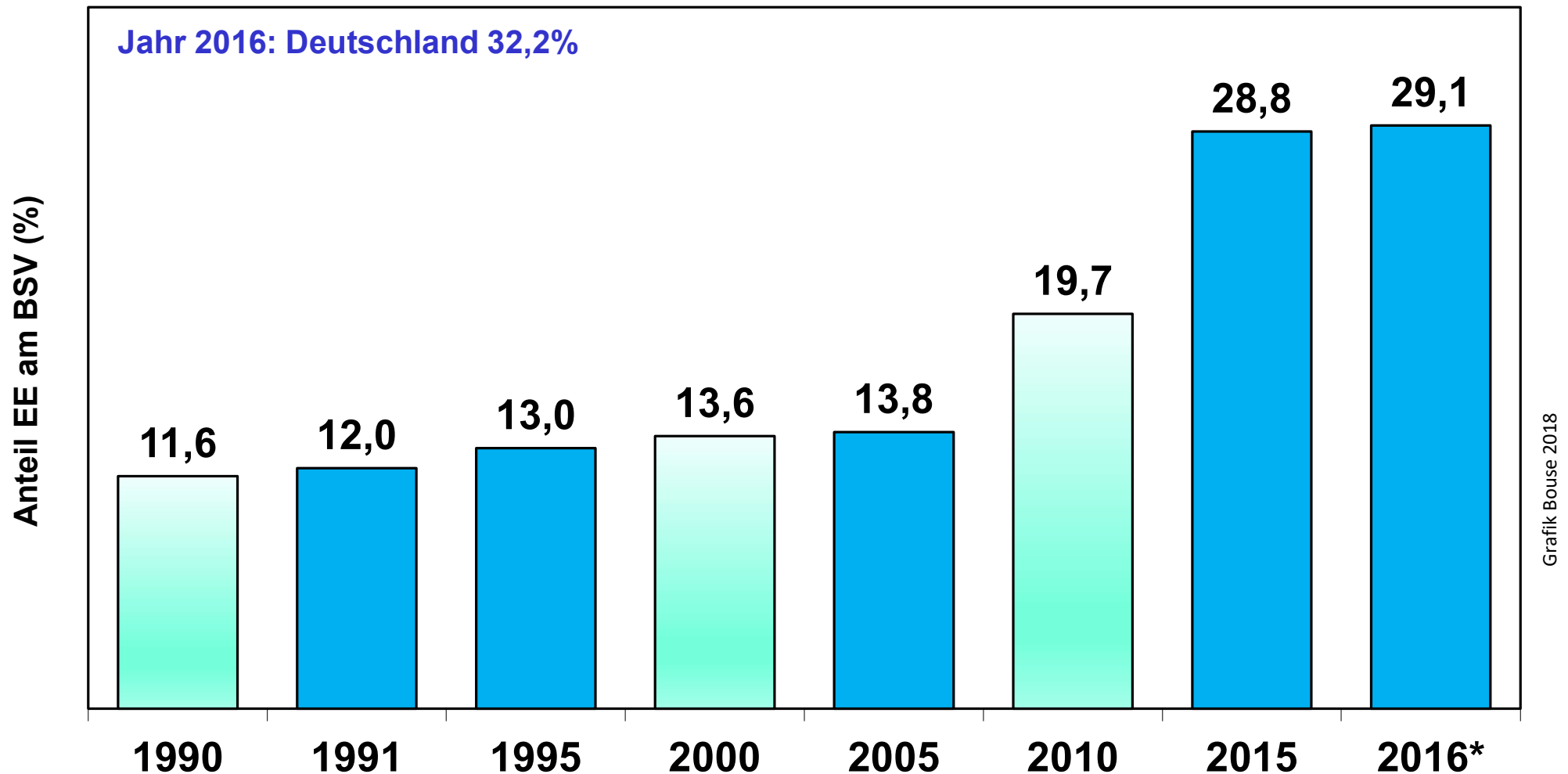
* Daten vorläufig, Stand 9/2018

Zur Berechnung der Anteile siehe auch Anhang - 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.

Quellen: Eurostat & ECN aus BMWI „Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung 2017“ ; S. 41; 9/2018;

Entwicklung Anteile Brutto-Stromerzeugung (BSE) aus erneuerbaren Energien (EE) am Brutto-Stromverbrauch (BSV) ¹⁾ in der EU-28 von 1990 bis 2016 (2)



BSE aus erneuerbaren Energien am BSV nehmen weiter zu!

* Daten 2016 vorläufig, Stand 9/2018

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2016: 510,9 Mio.

1) Brutto-Stromverbrauch (BSV) = Nationale Brutto-Stromerzeugung zuzüglich Einfuhren, abzüglich Ausfuhren.

Quellen: Eurostat und EurObserv'ER aus BMWI - Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung 2016, S. 39, Ausgabe 9/2017;

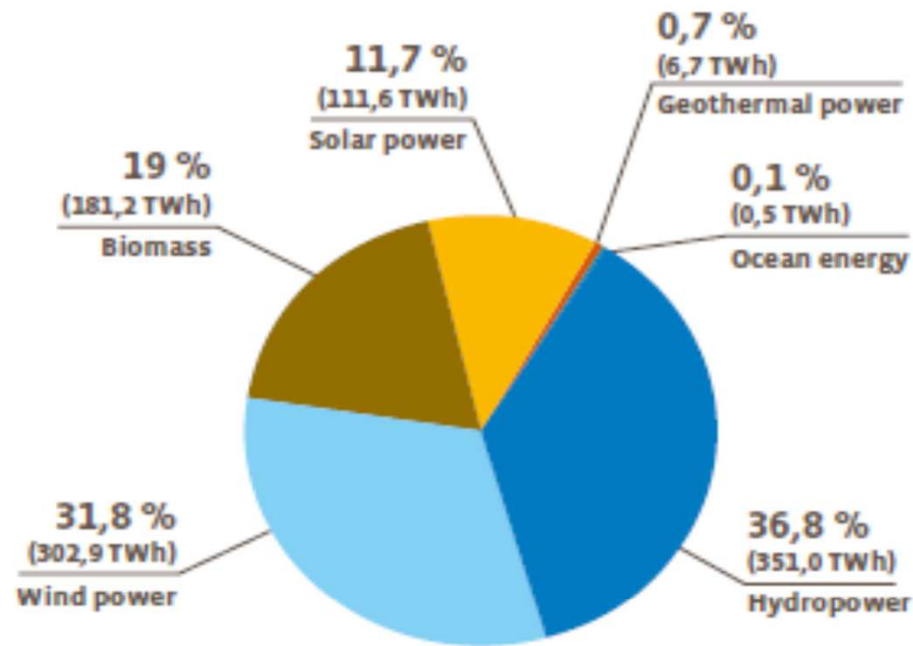
IEA – Statistik Strom & Wärme EU-28 2015, 9/2017, 9/2017; EurObserv'ER – Stand erneuerbare Energien in Europa 2017, S. 91, 12/2017; Eurostat 9/2018

Brutto-Stromerzeugung (BSE) aus erneuerbaren Energien nach Technologien in der EU-28 im Jahr 2016/17 nach Eurostat (1)

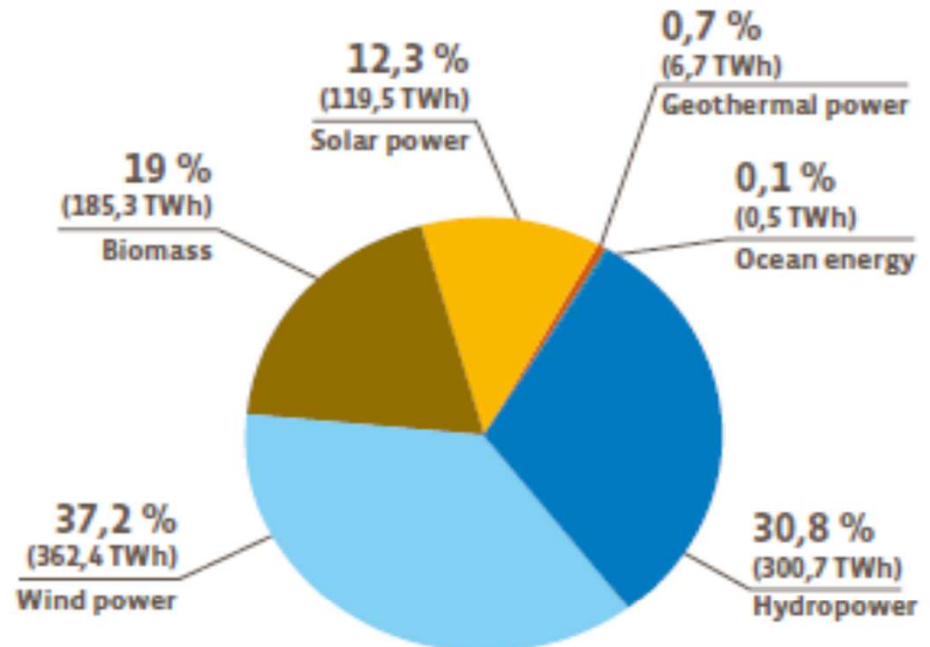
Jahr 2016: Gesamt 953,9 TWh, Anteil EE am BSV 29,1% von 3.273,3 TWh

Share of each energy source in renewable electricity generation in the EU 28.

Bioenergie 181,2 TWh, Anteil 19,0% von 953,9 TWh
Anteil 5,5% von 3.273 TWh



2016 : total 953,9 TWh



2017 : total 975,2 TWh

Note: Figures for actual hydraulic and wind generation (not normalised), pumped hydro excluded. Source : EurObserv'ER

Hinweis: Angaben zur tatsächlichen Hydraulik- und Winderzeugung (nicht normalisiert), Pumpwasserkraft ausgenommen.

* Daten 2017 vorläufig, Stand 3/2019

1) Bruttostromverbrauch = Bruttostromerzeugung plus Import minus Export; nicht nach Vorgaben der EU-Richtlinie berechnet, z. B. Jahr 2016 = 3.273,3 TWh

Quelle: EurObserv'ER: Stand erneuerbare Energien in Europa 2018, S. 90, 3/2019

Brutto-Stromerzeugung (BSE) aus erneuerbaren Energien nach Ländern in der EU-28 im Jahr 2016 nach Eurostat (2)

EU-28 gesamt 951,4 TWh; EE-Beitrag am BSV 3.248,6 TWh (Mrd. kWh) = 29,1%

	Wasserkraft	Wind- energie	Feste Bio- masse ¹	Biogase ²	Flüssige Biobrenn- stoffe	Photo- voltaik	Solar- thermie- KW	Geo- thermie	Meeres- energie	Gesamt	Anteil EE am Bruttostrom- verbrauch ³
	(TWh)										(%)
Belgien	0,4	5,4	4,3	1,0	0,04	3,1	–	–	–	14,2	15,5
Bulgarien	3,9	1,4	0,2	0,2	–	1,4	–	–	–	7,1	18,3
Dänemark	0,02	12,8	4,4	0,6	–	0,7	–	–	–	18,5	52,1
Deutschland	20,5	78,7	16,7	33,7	0,5	38,1	–	0,18	–	188,4	31,5
Estland	0,04	0,6	0,8	0,05	–	–	–	–	–	1,5	15,0
Finnland	15,8	3,1	11,1	0,4	0,004	0,02	–	–	–	30,4	34,7
Frankreich	60,0	21,4	5,2	1,9	0,001	8,2	–	0,004	0,5	97,2	18,9
Griechenland	5,5	5,1	0,0	0,3	–	3,9	–	–	–	14,9	24,7
Irland	0,7	6,1	0,5	0,2	–	0,0	–	–	–	7,5	25,3
Italien	42,4	17,7	6,5	8,3	4,7	22,1	–	6,29	–	108,0	33,1
Kroatien	6,9	1,0	0,2	0,2	–	0,07	–	–	–	8,4	45,6
Lettland	2,5	0,1	0,4	0,4	0,001	–	–	–	–	3,5	46,8
Litauen	0,5	1,1	0,3	0,1	–	0,1	–	–	–	2,1	16,7
Luxemburg	0,1	0,1	0,1	0,1	–	0,1	–	–	–	0,5	5,4
Malta	–	–	–	0,008	–	0,13	–	–	–	0,1	5,6
Niederlande	0,1	8,2	4,1	1,0	0,4	1,6	–	–	–	15,4	12,8
Österreich	39,8	5,2	4,0	0,6	0,01	1,1	–	0,001	–	50,8	67,3
Polen	2,1	12,6	6,9	1,1	0,004	0,12	–	–	–	22,9	13,6

Fortsetzung der Tabelle siehe Seite 46

Brutto-Stromerzeugung (BSE) aus erneuerbaren Energien nach Ländern in der EU-28 im Jahr 2016 nach Eurostat (3)

EU-28 gesamt 951,4 TWh; EE-Beitrag am BSV 3.273,3 TWh (Mrd. kWh) = 29,1%

Beitrag Biogase 62,7 TWh, Anteil am EE 6,6%; Anteil Biogase am BSV 1,9%

Fortsetzung der Tabelle von Seite 45

	Wasserkraft	Wind- energie	Feste Bio- masse ¹	Biogase ²	Flüssige Biobrenn- stoffe	Photo- voltaik	Solar- thermie- KW	Geo- thermie	Meeres- energie	Gesamt	Anteil EE am Bruttostrom- verbrauch ³
	(TWh)										(%)
Portugal	15,7	12,5	2,8	0,3	-	0,8	-	0,17	-	32,3	58,5
Rumänien	18,0	6,6	0,5	0,1	-	1,8	-	-	-	27,0	44,9
Schweden	62,0	15,5	11,4	0,01	0,05	0,14	-	-	-	89,1	61,8
Slowakei	4,4	0,01	1,2	0,6	-	0,5	-	-	-	6,6	22,4
Slowenien	4,5	0,006	0,1	0,1	0,003	0,3	-	-	-	5,1	33,0
Spanien	36,4	48,9	4,8	0,9	-	8,1	5,6	-	-	104,6	37,0
Tschechische Republik	2,0	0,5	2,2	2,6	-	2,1	-	-	-	9,4	13,0
Ungarn	0,3	0,7	1,7	0,3	-	0,2	-	-	-	3,2	7,2
Vereinigtes Königreich	5,4	37,4	22,3	7,7	-	10,4	-	-	0,002	83,2	23,3
Zypern	-	0,2	-	0,1	-	0,1	-	-	-	0,4	8,7
EU	350,1	302,9	112,5	62,7	5,3	105,2	5,6	6,6	0,5	951,4	29,1

* Daten vorläufig, Stand 9/2018

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 inkl. des biogenen Anteils des kommunalen Abfalls

2 inkl. Klär- und Deponiegas

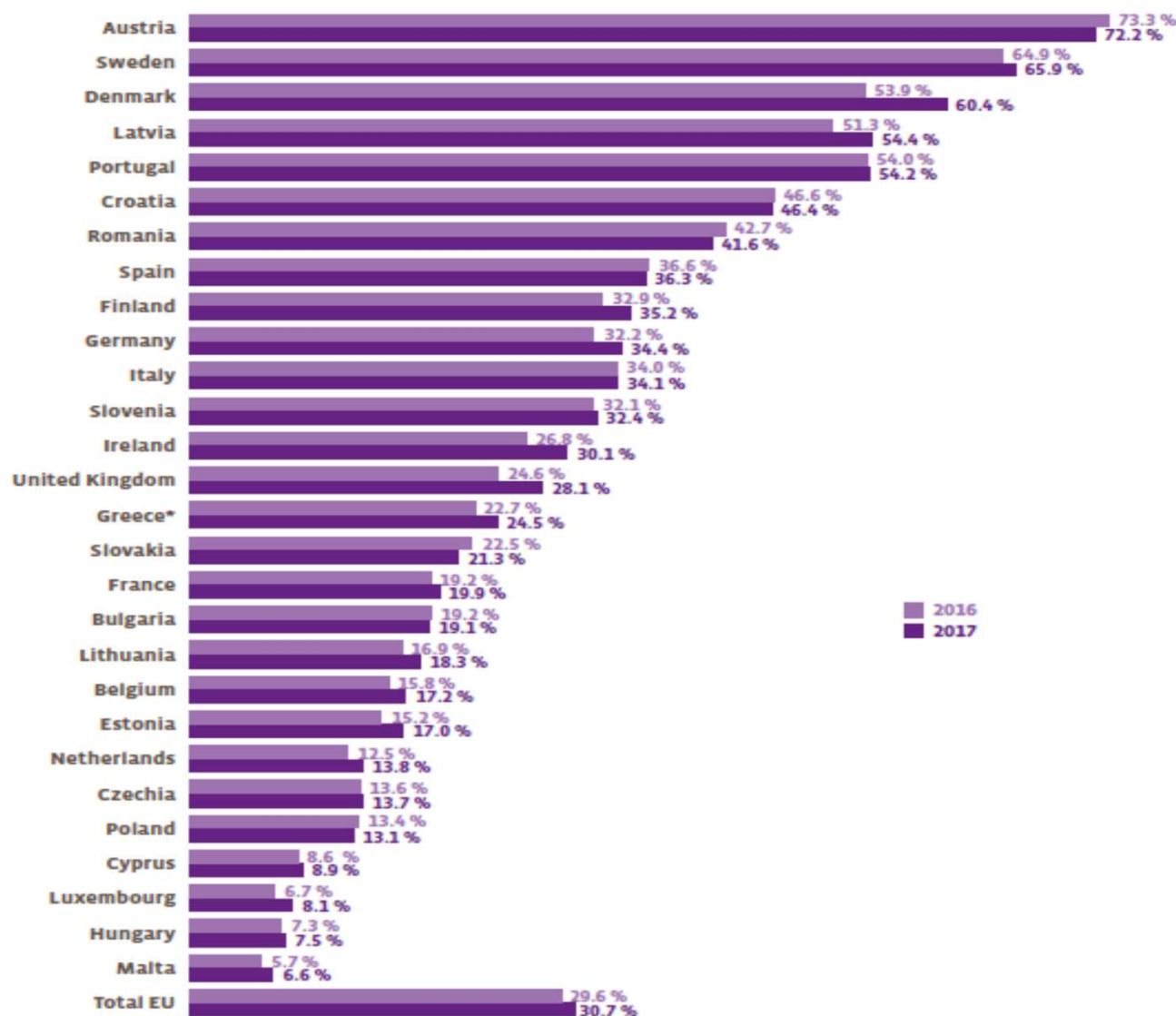
3 Bruttostromverbrauch = Bruttostromerzeugung plus Import minus Export; nicht nach Vorgaben der EU-Richtlinie berechnet, z. B. Jahr 2016 = 3.273,3 TWh

Quelle: Eurostat (Versorgung, Umwandlung, Verbrauch – Elektrizität – jährliche Daten [nrg_105a
aus BMWI „Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung 2016“; S. 45/46; 9/2018

Anteile erneuerbare Energien an der Bruttostromerzeugung (BSE) in den Ländern der EU-28 im Jahr 2016/17 (4)

EE-Anteile EU-28 2016/17: 29,6/30,7% von der BSE

Share of renewable energy in the electricity generation of EU countries in 2016 and 2017



* estimated, provisional for Greece.
(voraussichtlich vorläufig für Griechenland.)

Notes for calculation:
Hydro is normalised and excluding pumping. Wind is normalised. Solar includes solar photovoltaic and solar thermal generation. All other renewables include electricity generation from gaseous and liquid biofuels, renewable municipal waste, geothermal, and tide, wave & ocean.
Source: SHARES 2017 (updated 4 February 2019)

Hinweise zur Berechnung:
Hydro ist normalisiert und schließt das Pumpen aus. Der Wind ist normalisiert. Solar beinhaltet Photovoltaik und Solarthermie. Alle anderen erneuerbaren Energien umfassen die Stromerzeugung aus gasförmigen und flüssigen Biokraftstoffen. Erneuerbare Siedlungsabfälle, Geothermie und Gezeiten, Wellen und Meer.

Quelle:
AKTIEN 2017 (aktualisiert am 4. Februar 2019)

Daten 2017 vorläufig, Stand 3/2019

1) Bruttostromverbrauch = Bruttostromerzeugung plus Import minus Export; nicht nach Vorgaben der EU-Richtlinie berechnet, z. B. Jahr 2016 = 3.273,3 TWh
2) Bruttostromerzeugung (BSE), z.B. 2016 = 3.255,1 TWh

Quelle: EurObserv'ER: Stand erneuerbare Energien in Europa 2018, S. 91, 3/2019

Stromerzeugung nach Anlagenart ¹⁾ aus Erneuerbare - gesamte Biogase ²⁾ nach Ländern in der EU-28 im Jahr 2016/17* nach EurObserv'ER (1)

Jahr 2016: Gesamt 62.809 GWh = 62,8 TWh, davon KWK-Anteile 64,1%

Gross electricity production from biogas in the European Union in 2016 and 2017 (in GWh)

	2016			2017		
	Electricity only plants	CHP plants	Total	Electricity only plants	CHP plants	Total
Germany	9 223.1	24 480.4	33 703.5	7 911.0	25 968.0	33 879.0
Italy	3 073.2	5 185.5	8 258.7	2 961.1	5 338.0	8 299.1
United Kingdom	7 024.6	711.1	7 735.7	6 937.2	784.6	7 721.8
Czechia	49.2	2 539.8	2 589.0	41.3	2 598.0	2 639.3
France	661.2	1 306.7	1 967.9	382.3	1 709.2	2 091.5
Poland	0.0	1 027.6	1 027.6	0.0	1 096.4	1 096.4
Spain	726.0	180.1	906.0	742.0	199.0	941.0
Belgium	93.0	893.0	986.0	72.3	866.0	938.3
Netherlands	34.0	958.8	992.8	29.7	893.6	923.3
Denmark	0.8	565.4	566.1	1.0	685.1	686.0
Austria	597.3	68.5	665.9	562.7	67.4	630.1
Slovakia	114.0	462.0	576.0	86.0	508.0	594.0
Finland	222.3	174.6	396.8	231.6	179.6	411.2
Latvia	0.0	396.9	396.9	0.0	405.4	405.4
Hungary	90.2	243.1	333.3	88.0	246.0	334.0
Croatia	26.4	211.0	237.3	24.1	285.6	309.7
Greece	32.8	236.9	269.6	51.0	249.2	300.2
Portugal	267.8	16.7	284.6	269.6	16.9	286.5
Bulgaria	96.4	94.4	190.8	93.0	122.8	215.8
Ireland	160.9	44.2	205.1	155.0	42.6	197.7
Slovenia	2.3	139.8	142.1	1.1	129.0	130.1
Lithuania	0.0	122.7	122.7	0.0	127.2	127.2
Luxembourg	0.0	72.7	72.7	0.0	72.4	72.4
Romania	35.9	29.0	64.9	38.1	28.6	66.7
Cyprus	0.0	52.0	52.0	0.0	51.8	51.8
Estonia	0.0	45.0	45.0	0.0	41.8	41.8
Sweden	0.1	11.0	11.1	0.0	11.0	11.0
Malta	0.0	8.3	8.3	0.0	9.7	9.7
Total EU 28	22 531.4	40 277.2	62 808.7	20 678.1	42 732.9	63 411.0
Source: Eurostat						

Anteile EU-28:

35,9%

64,1%

100%

32,6%

67,4%

100%

* Daten 2017 vorläufig, Stand 3/2018

Energieeinheiten: 1 TWh = 1 Mrd. kWh = 1.000 GWh

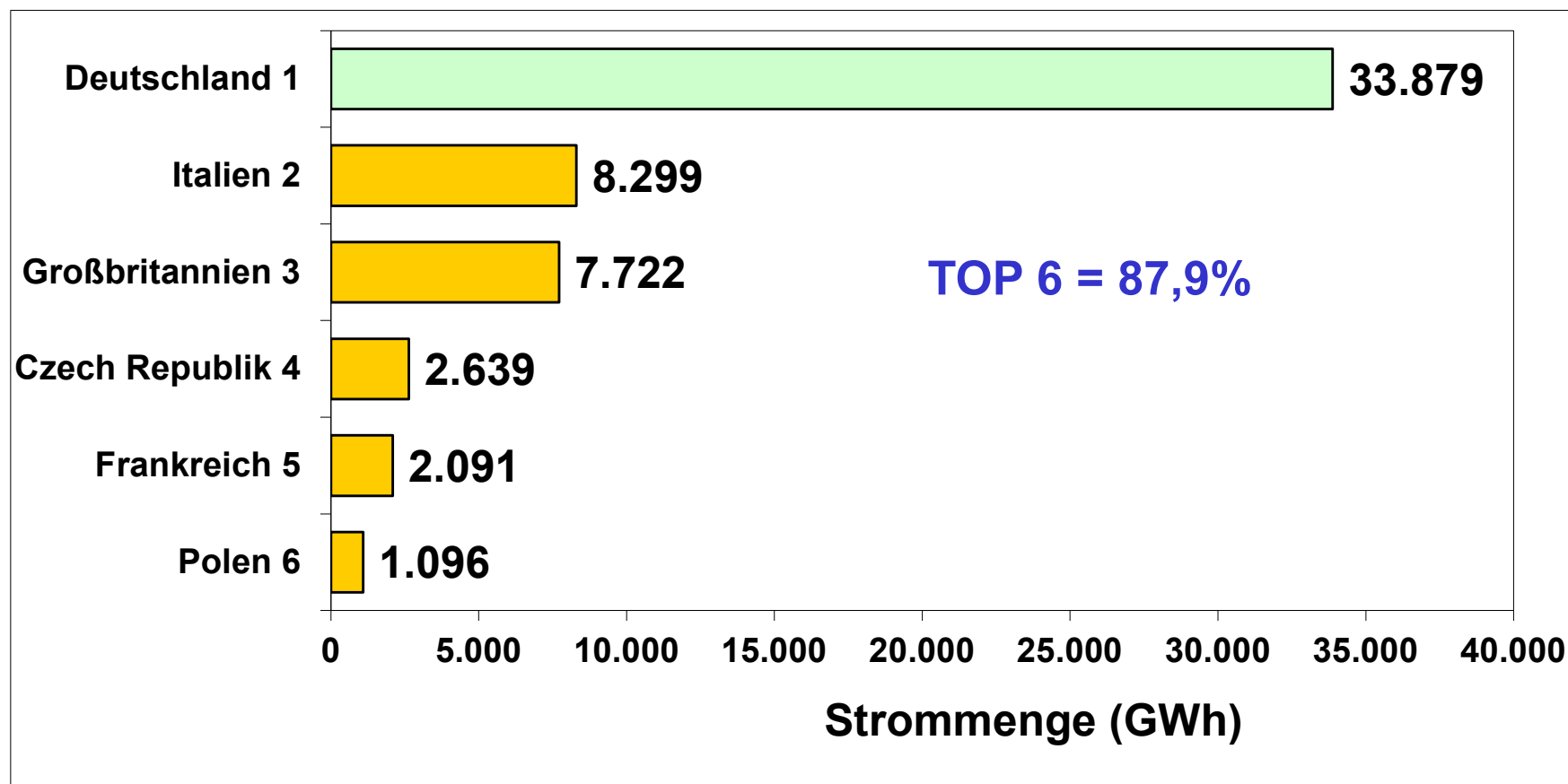
1) Electricity only plants = Reine Stromerzeugungsanlagen; CHP = KWK-Anlagen, Anteil Stromerzeugung

2) Gesamte Biogase setzen sich zusammen aus Landfillgas (Deponie- und Klärgas), Sewagesludge gas (Klärschlamm) und Other biogas (anderes Biogas), Thermal biogas

TOP-6 Rangfolge der Stromerzeugung aus gesamte Biogase ¹⁾ nach Ländern in der EU-28 im Jahr 2017* (2)

Gesamt 63.411 GWh = 63,4 TWh

Anteile
%



* Daten 2017 vorläufig, Stand 3/2019

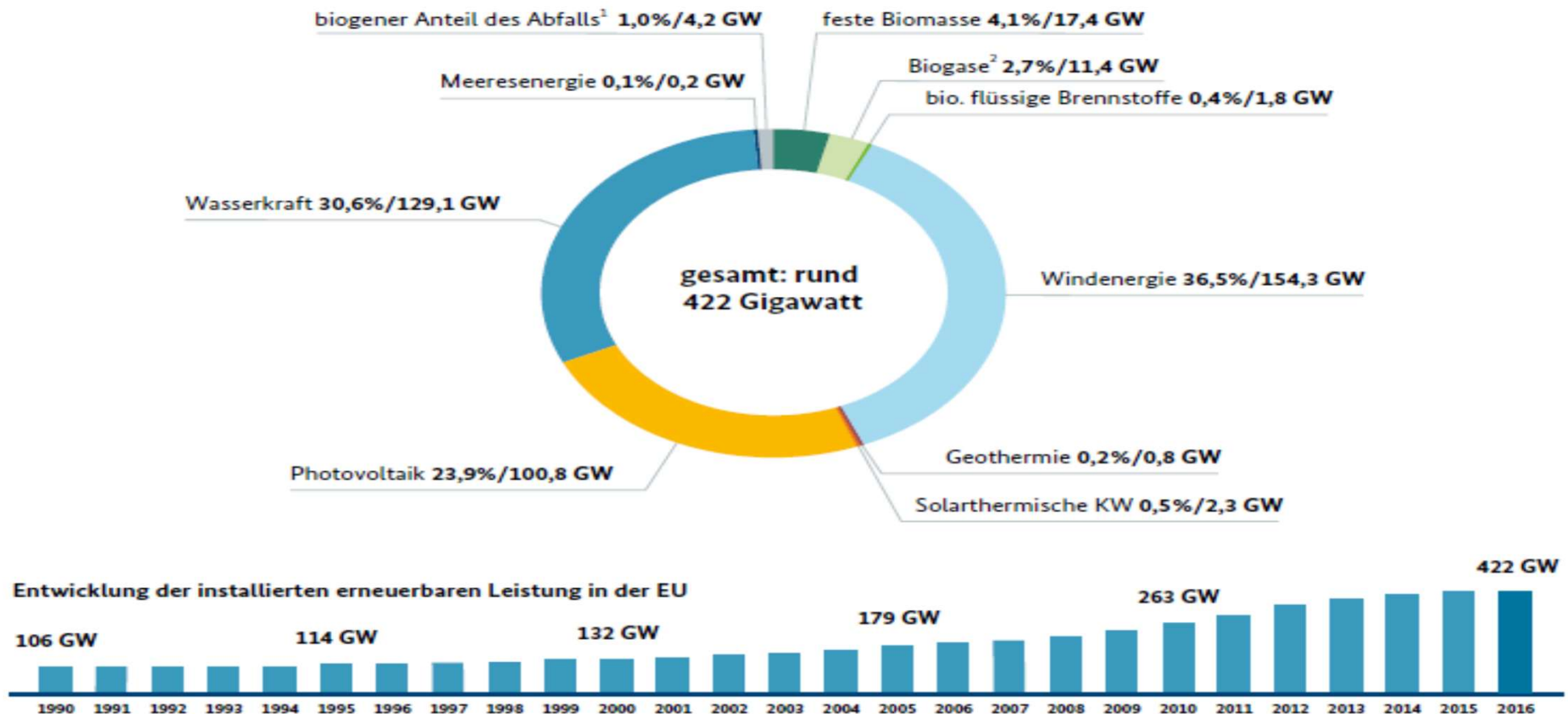
Energieeinheiten: 1 Mio. t RÖE (Mtoe) = 1,429 Mio. t SKE = 11,63 Mrd. kWh (TWh) = 41,869 PJ

1) Gesamte Biogase setzen sich zusammen aus Landfillgas (Deponie- und Klärgas), Sewagesludge gas (Klärschlamm) und Other biogas (anderes Biogas), Thermal biogas

Quelle: EurObserv'ER – Stand EE in Europa 2018, S. 47, Ausgabe 3/2019 EN

Entwicklung der gesamten installierten Leistung zur erneuerbaren Stromerzeugung in der EU-28 1990-2016

Gesamt: 422,3 GW, Veränderung 1990/2016 + 298%



1 biogener Anteil des Abfalls in Abfallverbrennungsanlagen mit 50 Prozent angesetzt

2 inkl. Deponie- und Klärgas

Quelle: Eurostat (nrg_113a) [36]

* Daten 2016 vorläufig, Stand 9/2018

Wegen des geringen Anteils von Anlagen zur Stromerzeugung aus Meeresenergie werden diese nicht dargestellt.

1 biogener Anteil des Abfalls in Abfallverbrennungsanlagen mit 50 Prozent angesetzt

2 inkl. Deponie- und Klärgas

Beitrag Erneuerbare – Biogase zur Wärme-Kälteversorgung

Struktur Endenergieverbrauch **Wärme + Kälte (EEV-W+K)** ¹⁾ aus erneuerbaren Energien in der EU-28 im Jahr 2016/17 nach EurObserv'ER (1)

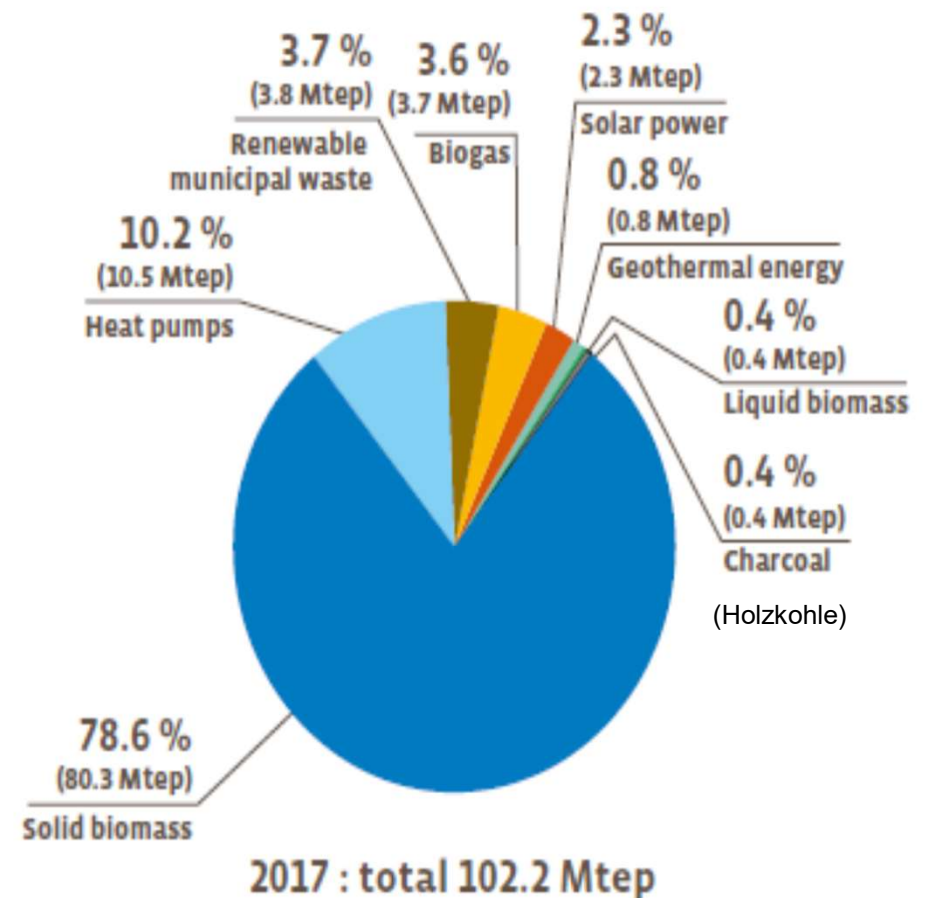
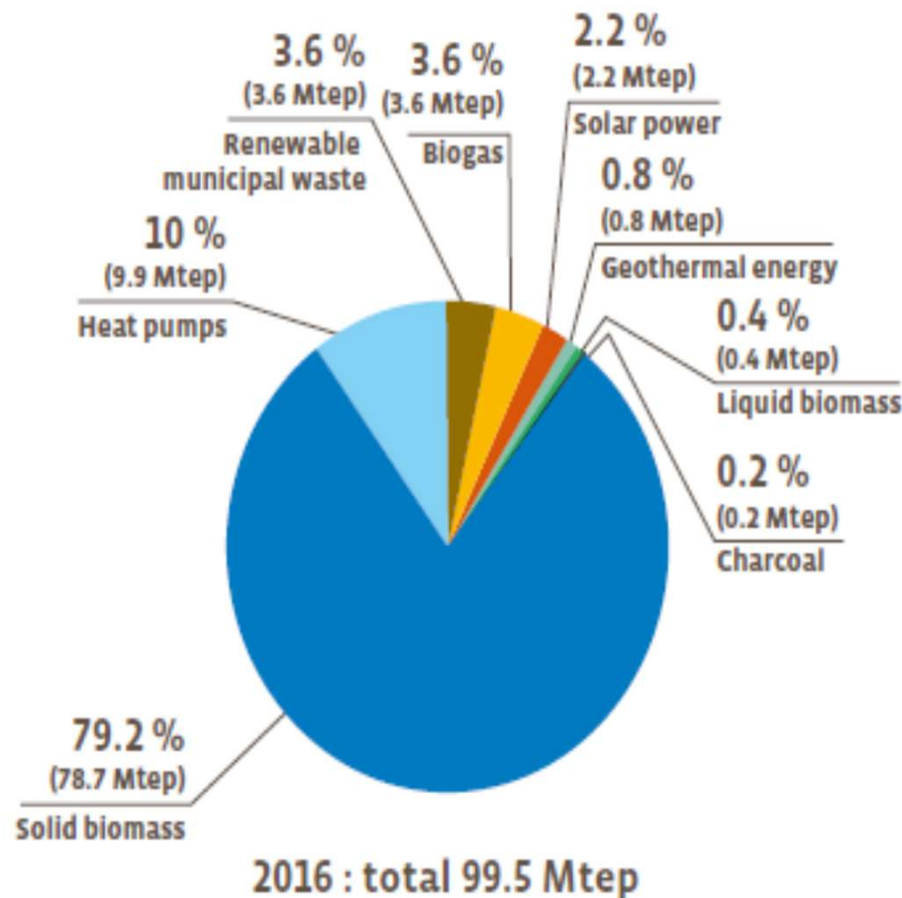
Jahr 2016: 99,5 Mtoe = 3.998 PJ = 4,0 EJ = 1.111 TWh (Mrd. kWh)

Anteil 19,1% von gesamt 519,9 Mtoe = 21.767 PJ = 6.047 TWh

Share of each energy source in renewable heat and cooling consumption in the EU 28

Bioenergie 86,5 Mtoe, Anteil 86,8% von 99,5 Mtoe, Anteil 16,6% von 519,9 Mtoe

Biogase 3,6 Mtoe, Anteil 3,6% von 99,5 Mtoe, Anteil 0,7% von 519,9 Mtoe



* Daten 2017 vorläufig, Stand 3/2019

Quelle: EurObserv'ER: Stand erneuerbare Energien in Europa 2018, S. 92, 3/2019

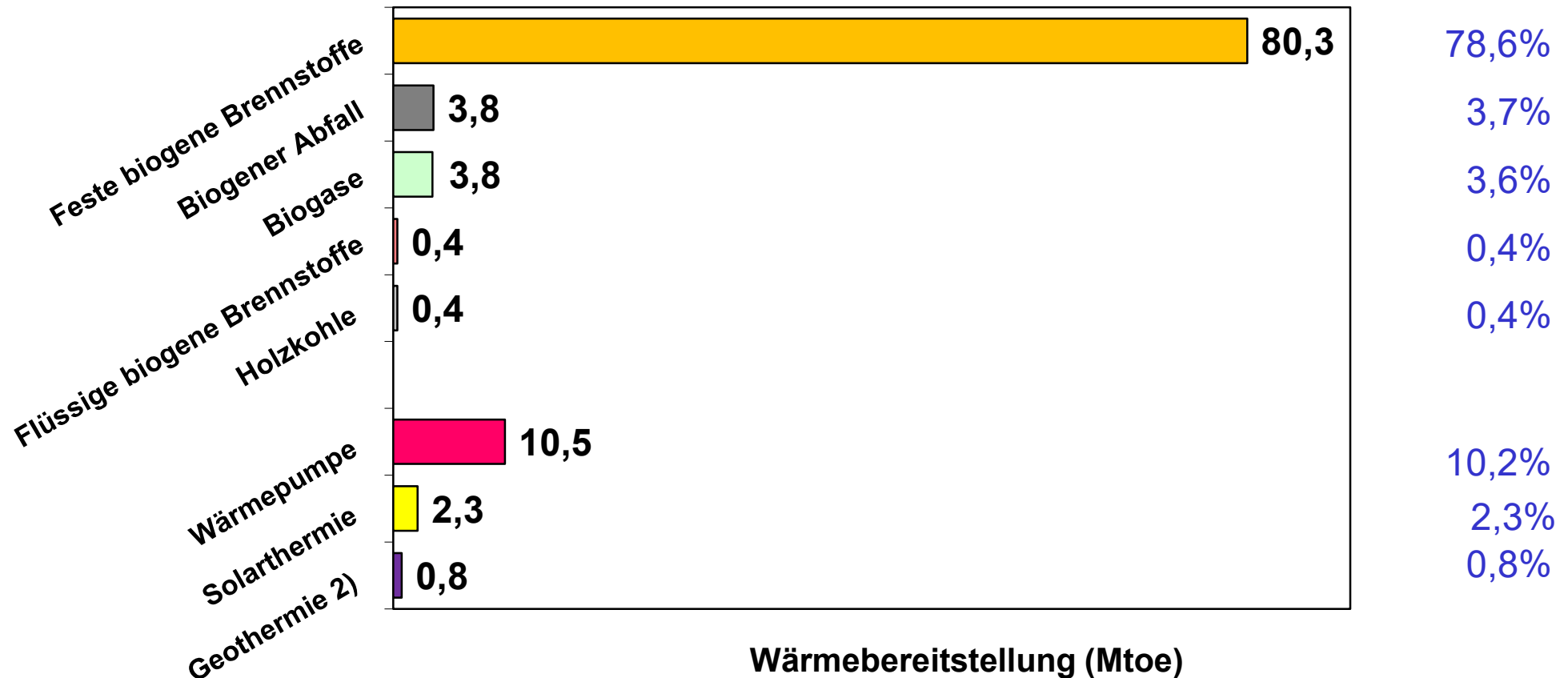
Struktur Wärmebereitstellung (EEV-Wärme/Kälte) aus erneuerbaren Energien und gesamte Abfälle in der EU-28 im Jahr 2017 nach EurObserv'ER (2)

Gesamt 102,2 Mtoe = 4.279 PJ = 4,3 EJ = 1.189 TWh (Mrd. kWh)

Anteil 19,5% von gesamt 524,1 Mtoe = 21.944 PJ = 6.095 TWh

Beitrag gesamte Bioenergie 88,6 Mtoe = 3.710 PJ = 1.030 TWh (Anteil 86,7%) ¹⁾

Anteile



Grafik Bouse 2019

* Angaben 2017 vorläufig, Stand 3/2019

1) Gesamte Biomasse enthält hier feste und flüssige biogene Brennstoffe, Biogas mit Deponie- und Klärgas, biogene Abfälle und Holzkohle

2) Nur direkte Nutzung von tiefe Geothermie (nicht enthalten sind Wärmepumpen)

Entwicklung **Anteile erneuerbare Energien am Bruttoendenergieverbrauch** für **Wärme und Kälte (BEEV-W/K)** in Ländern EU-28 von 2005-2016 **nach Eurostat (1)**

Jahr 2016: EE-Anteile am B-EEV Wärme/Kälte in der EU-28 19,1%

EE-Anteile am Bruttoendenergieverbrauch Wärme und Kälte (%)					
	2005	2010	2014	2015	2016
Belgien	3,4	6,1	7,7	7,8	8,1
Bulgarien	14,3	24,4	28,3	28,6	30,0
Dänemark	22,8	31,0	38,5	40,1	41,7
Deutschland	6,8	9,8	12,2	12,9	13,0
Estland	32,2	43,3	45,2	49,6	51,2
Finnland	39,1	44,2	52,0	52,5	53,7
Frankreich	12,3	16,2	18,9	19,7	21,1
Griechenland	12,8	17,9	26,9	25,6	24,2
Irland	3,5	4,5	6,6	6,6	6,8
Italien	8,2	15,6	18,9	19,3	18,9
Kroatien	30,0	32,8	36,1	38,5	37,6
Lettland	42,7	40,7	52,2	51,8	51,9
Litauen	29,3	32,5	40,6	46,1	46,5
Luxemburg	3,6	4,7	7,2	7,1	7,3
Malta	1,0	7,8	14,5	14,1	15,3
Niederlande	2,4	3,1	5,1	5,5	5,5
Österreich	22,0	29,0	32,4	32,4	33,3
Polen	10,2	11,7	14,0	14,5	14,7
Portugal	32,1	33,9	34,0	33,4	35,1
Rumänien	18,0	27,2	26,7	25,9	26,9
Schweden	51,9	60,9	68,0	68,6	68,6
Slowakische Republik	5,0	7,9	8,9	10,8	9,9
Slowenien	18,9	28,1	32,4	33,9	34,0
Spanien	9,4	12,6	15,7	16,8	16,8
Tschechische Republik	10,9	14,0	19,3	19,6	19,9
Ungarn	9,9	18,1	21,2	21,2	20,8
Vereinigtes Königreich	0,8	2,7	4,7	6,3	7,0
Zypern	10,0	18,2	21,6	22,5	23,0
Region EU 28	10,9	15,0	18,1	18,7	19,1

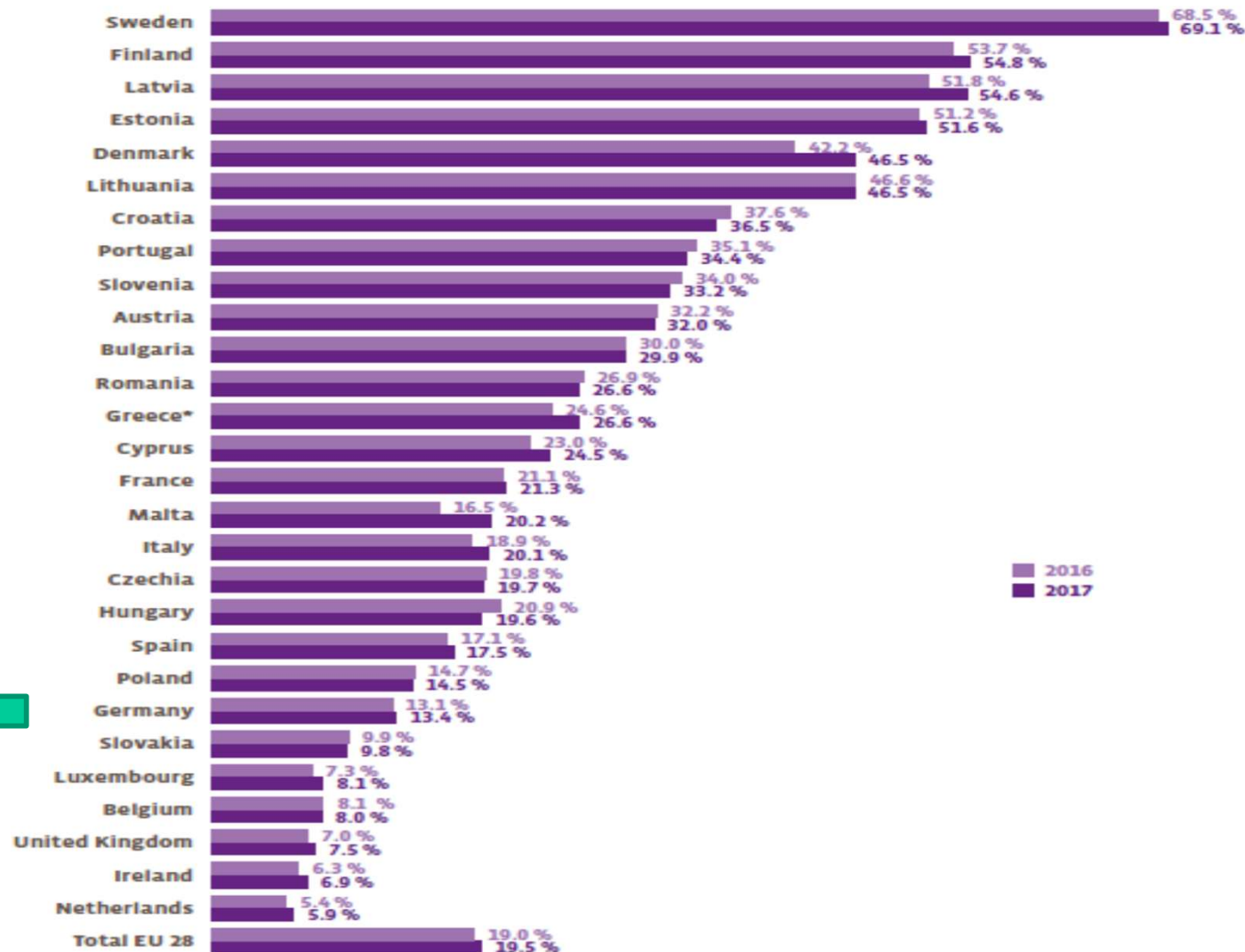
* Daten 2016 vorläufig, Stand 9/2018;

Quellen: Eurostat & ECN 2017 aus BMWI „Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung 2017“; S. 42; 9/2018

Rangfolge **Anteile erneuerbare Energien am** Endenergieverbrauch Wärme + Kälte (EEV-W+K) nach Ländern der EU-28 im Jahr 2016/17 **nach EurObserv'ER (2)**

Jahr 2016/17: Anteile EU-28 19,0/19,5%

Share of renewable energy in heating and cooling of EU countries in 2016 and 2017



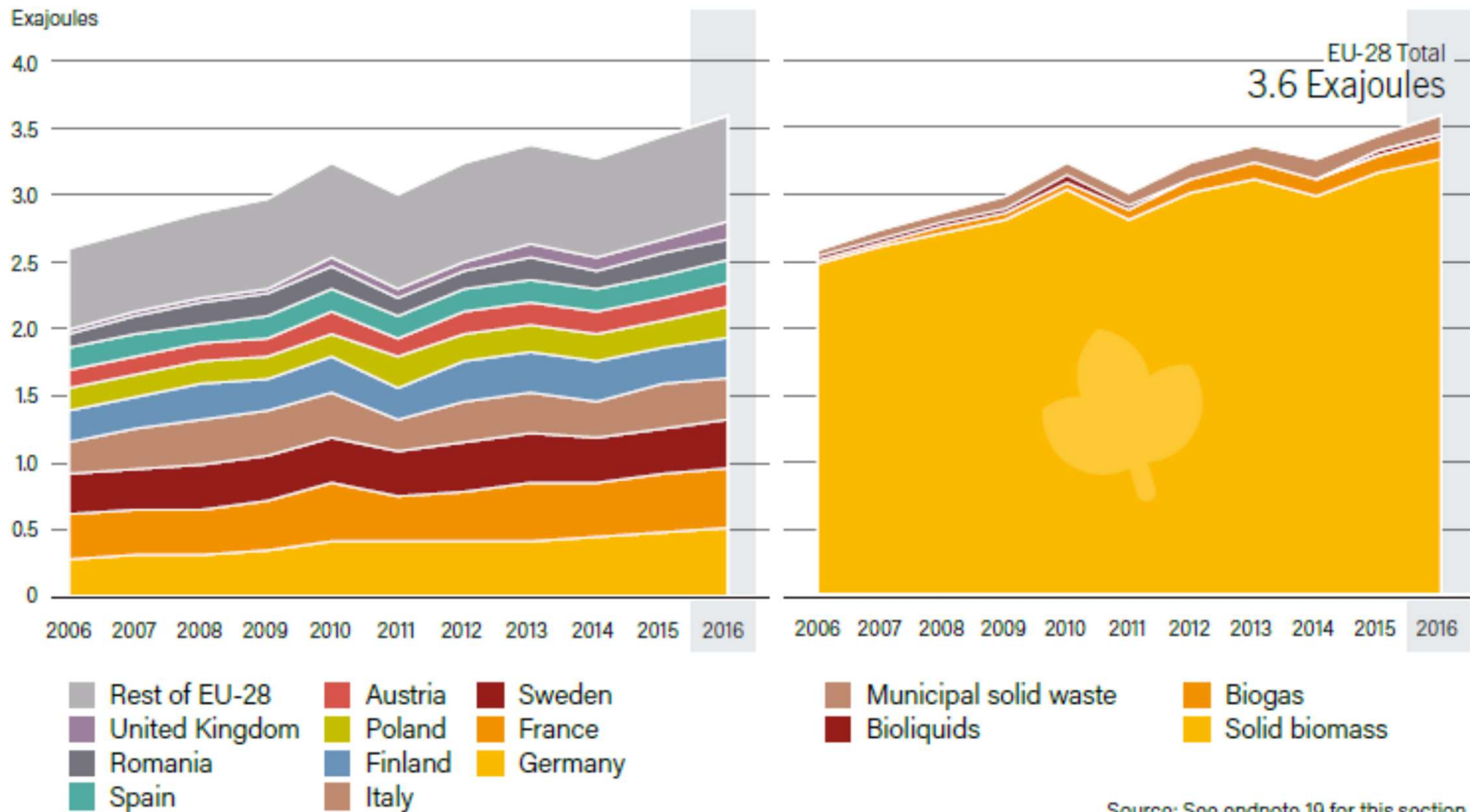
* Daten 2017 vorläufig, Stand 3/2019

Quelle: EurObserv'ER: Stand erneuerbare Energien in Europa 2018, S. 93, 3/2019

Entwicklung der Biomasse beim Endenergieverbrauch Wärme/Kälte (EEV-W+K) nach Ländern in der EU-28 2016

Jahr 2016: Gesamt 3,6 EJ

FIGURE 17. Consumption of Heat from Bioenergy in the EU-28, by Country and Fuel Source, 2006-2016



Source: See endnote 19 for this section.

Wärmeerzeugung nach Anlagenart ¹⁾ aus gesamte Biogase ²⁾ in den Ländern der EU-28 im Jahr 2016/17 nach EurObserv'ER (1)

Jahr 2016: Gesamt: 695,9 ktoe = 0,7 Mtoe = 29,1 PJ = 8,1 TWh*

Gross heat production from biogas in the European Union in 2016 and in 2017* (in ktoe) in the transformation sector*

	2016			2017		
	Heat only plants	CHP plants	Total	Heat only plants	CHP plants	Total
Italy	0.2	207.8	208.0	0.1	225.9	226.0
Germany	68.8	153.8	222.5	60.0	154.7	214.7
Denmark	14.8	62.6	77.4	19.1	79.9	99.0
France	5.8	40.0	45.8	14.2	47.9	62.1
Latvia	0.0	22.7	22.7	0.0	23.9	23.9
Poland	0.3	13.8	14.1	0.3	21.0	21.3
Finland	7.0	12.9	19.8	6.0	15.1	21.2
Czechia	0.0	14.3	14.3	0.0	17.2	17.2
Slovakia	0.0	11.2	11.2	0.1	13.0	13.1
Sweden	3.1	3.5	6.5	7.1	3.3	10.4
Belgium	0.0	10.2	10.2	0.0	8.9	8.9
Croatia	0.0	6.8	6.8	0.0	7.8	7.8
Netherlands	0.0	6.5	6.5	0.0	6.4	6.4
Slovenia	0.0	6.6	6.6	0.0	5.3	5.3
Romania	0.4	3.5	3.9	1.6	3.3	4.9
Austria	1.6	4.2	5.9	1.2	2.5	3.7
Bulgaria	0.0	3.2	3.2	0.0	3.3	3.3
Luxembourg	0.0	2.0	2.0	0.0	2.0	2.0
Lithuania	0.0	2.2	2.2	0.0	2.0	2.0
Hungary	0.2	3.8	3.9	0.0	1.8	1.8
Cyprus	0.0	1.2	1.2	0.0	1.3	1.3
Estonia	0.0	0.6	0.6	0.0	0.6	0.6
Malta	0.0	0.2	0.2	0.0	0.4	0.4
Ireland	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Greece	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Spain	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Portugal	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
United Kingdom	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total EU 28	102.1	593.8	695.9	109.7	647.5	757.2
* Corresponds to «Derived heat» (see Eurostat definition). Source: Eurostat						

Anteile EU-28: 14,7% 85,3% 100% 14,5% 85,5% 100%

* Daten 2017 vorläufig, Stand 3/2019

Energieeinheiten: 1 Mio. t RÖE (Mtoe) = 1,429 Mio. t SKE = 11,63 Mrd. kWh (TWh) = 41,869 PJ

1) Heat only = Reine Wärmeerzeugungsanlagen; CHP = Wärmeerzeugung aus KWK-Anlagen

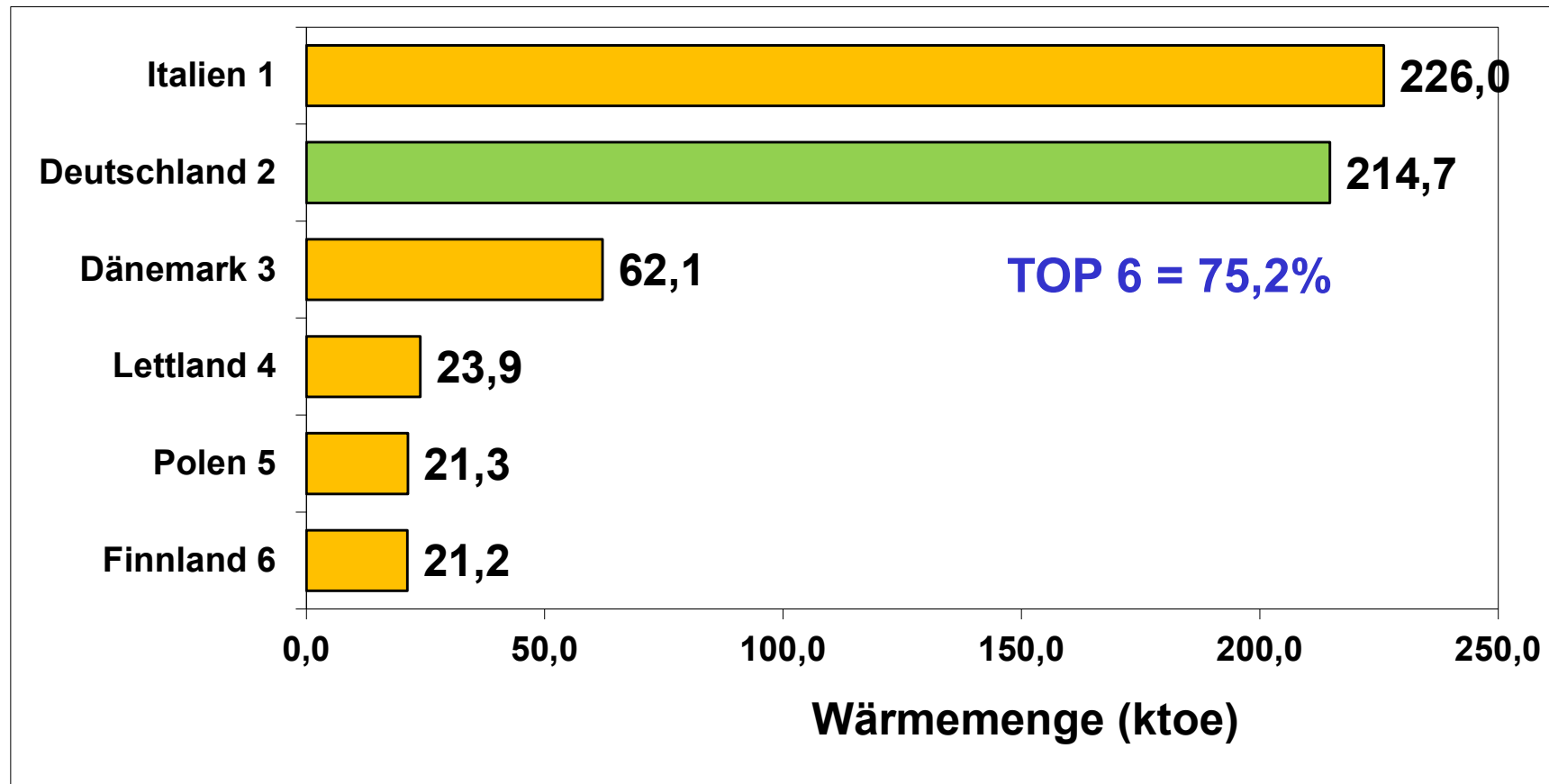
2) Gesamte Biogase setzen sich zusammen aus Landfillgas (Deponie- und Klärgas), Sewagesludge gas (Klärschlamm) und Other biogas (anderes Biogas), Thermal biogas

Quelle: EurObserv'ER – Stand EE in Europa 2018, S. 47, Ausgabe 3/2019

TOP-6 Rangfolge der Wärmeerzeugung aus gesamte Biogase ¹⁾ nach Ländern in der EU-28 im Jahr 2017* (2)

Gesamt: 757,2 ktoe = 0,8 Mtoe = 31,7 PJ = 8,8 TWh*

Anteile
%



* Daten vorläufig, Stand 3/2019

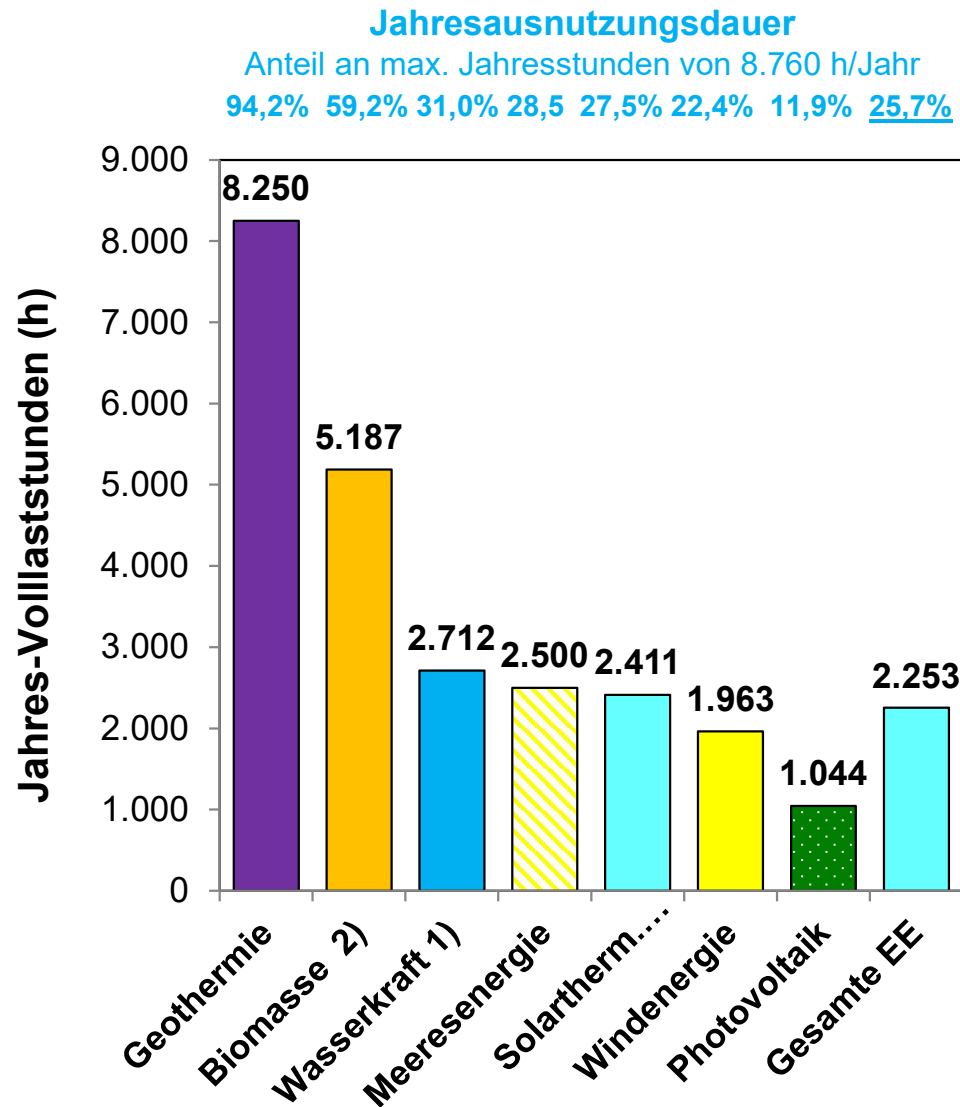
Energieeinheiten: 1 Mio. t RÖE (Mtoe) = 1,429 Mio. t SKE = 11,63 Mrd. kWh (TWh) = 41,869 PJ

1) Gesamte Biogase setzen sich zusammen aus Landfillgas (Deponie- und Klärgas), Sewagesludge gas (Klärschlamm) und Other biogas (anderes Biogas), Thermal biogas

Quelle: EurObserv'ER – Stand EE in Europa 2018, S. 47, Ausgabe 3/2019 EN

Energie & Wirtschaft, Energieeffizienz

Vergleich Jahresvolllaststunden bei der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien (EE) in der EU-28 im Jahr 2016



Energieträger	Installierte Leistung ³⁾	Strom- erzeugung	Jahres- Volllaststunden
	GW	TWh	h/a
Biomasse ²⁾	34,8	180,5	5.187
Wasserkraft ¹⁾	129,1	350,1	2.712
Geothermie	0,8	6,6	8.250
Windenergie	154,3	302,9	1.963
Photovoltaik	100,8	105,2	1.044
Solarthermie	2,3	5,6	2.411
Meeresenergie	0,2	0,5	2.500
Gesamte EE	422,3	951,4	2.253

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 2016, genauere Berechnung JVLs durch Ermittlung Durchschnittsleistung aus jeweils Ende 2016/2015

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

Quellen: BMU- Erneuerbare Energien in Zahlen, Nationale und internationale Entwicklung 2017, S. 45/46; 9/2018 ; www.erneuerbare-Energien.de
 EurObserv'ER – Stand EE in Europa 2016, 12/2017

Hohe Energieeffizienz bei der Stromerzeugung aus gesamte Biomasse
 Jahresvolllaststunden 5.187 h/a = 59,2% Jahresausnutzungsdauer

Umsätze mit erneuerbaren Energien nach Technologien mit **Beitrag Bioenergie** in den Ländern der EU-28 im Jahr 2017 (1)

Gesamt 154.660 Mio. € = 154,6 Mrd. €*

Beitrag gesamte Bioenergie 60,63 Mrd. €, Anteil 39,2%, Biogase 7,52 Mrd. €, Anteil 4,9%

	Country total	Wind	Biomass	Heat pumps	Biofuels	PV	Hydro	Biogas	Solar thermal	Waste	Geothermal
Germany	39 180	20 040	5 630	1 350	1 640	4 010	650	4 190	580	1 020	70
France	18 430	2 860	3 990	5 310	2 350	1 310	1 480	290	130	350	360
Spain	15 080	4 340	1 030	5 330	1 590	500	1 070	120	970	120	<10
Italy	14 400	1 120	2 550	5 440	780	1 450	1 420	840	70	320	410
United Kingdom	13 100	7 360	1 230	170	820	1 310	250	800	10	1 140	<10
Denmark	9 170	6 310	1 890	270	120	190	<10	120	30	130	100
Sweden	7 690	620	4 460	1 030	350	90	950	10	10	160	10
Finland	6 860	630	4 860	740	150	120	190	80	<10	70	<10
Austria	4 090	350	1 630	220	300	260	790	60	200	270	10
Belgium	3 820	1 100	590	270	420	570	80	130	30	590	40
Netherlands	3 790	830	550	870	440	730	<10	110	10	230	10
Poland	3 350	660	1 000	220	1 110	80	100	100	20	50	10
Portugal	2 380	320	670	860	20	90	290	30	30	40	30
Czechia	2 090	70	840	180	450	100	110	270	10	50	<10
Romania	1 790	160	320	10	960	60	240	10	<10	<10	10
Hungary	1 480	50	420	20	820	60	<10	30	10	20	40
Greece	1 320	230	170	100	370	90	140	70	130	10	<10
Ireland	1 070	700	160	40	20	10	30	20	10	70	<10
Latvia	1 050	<10	770	<10	130	<10	50	40	<10	<10	<10
Slovakia	900	<10	350	20	300	20	90	40	<10	<10	50
Bulgaria	880	30	280	40	280	30	120	30	50	<10	10
Estonia	790	80	490	120	40	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Croatia	650	70	280	<10	110	<10	90	50	10	<10	10
Lithuania	530	30	240	10	150	<10	30	30	<10	<10	10
Slovenia	350	<10	110	60	60	10	60	10	<10	<10	10
Luxembourg	180	20	20	<10	<10	10	70	10	<10	10	<10
Cyprus	130	20	<10	<10	10	30	<10	10	10	<10	<10
Malta	110	<10	<10	<10	<10	20	<10	<10	<10	<10	<10
Total EU 28	154 660	48 040	34 550	22 730	13 810	11 190	8 360	7 520	2 410	4 750	1 300

Source: EurObserv'ER 2018

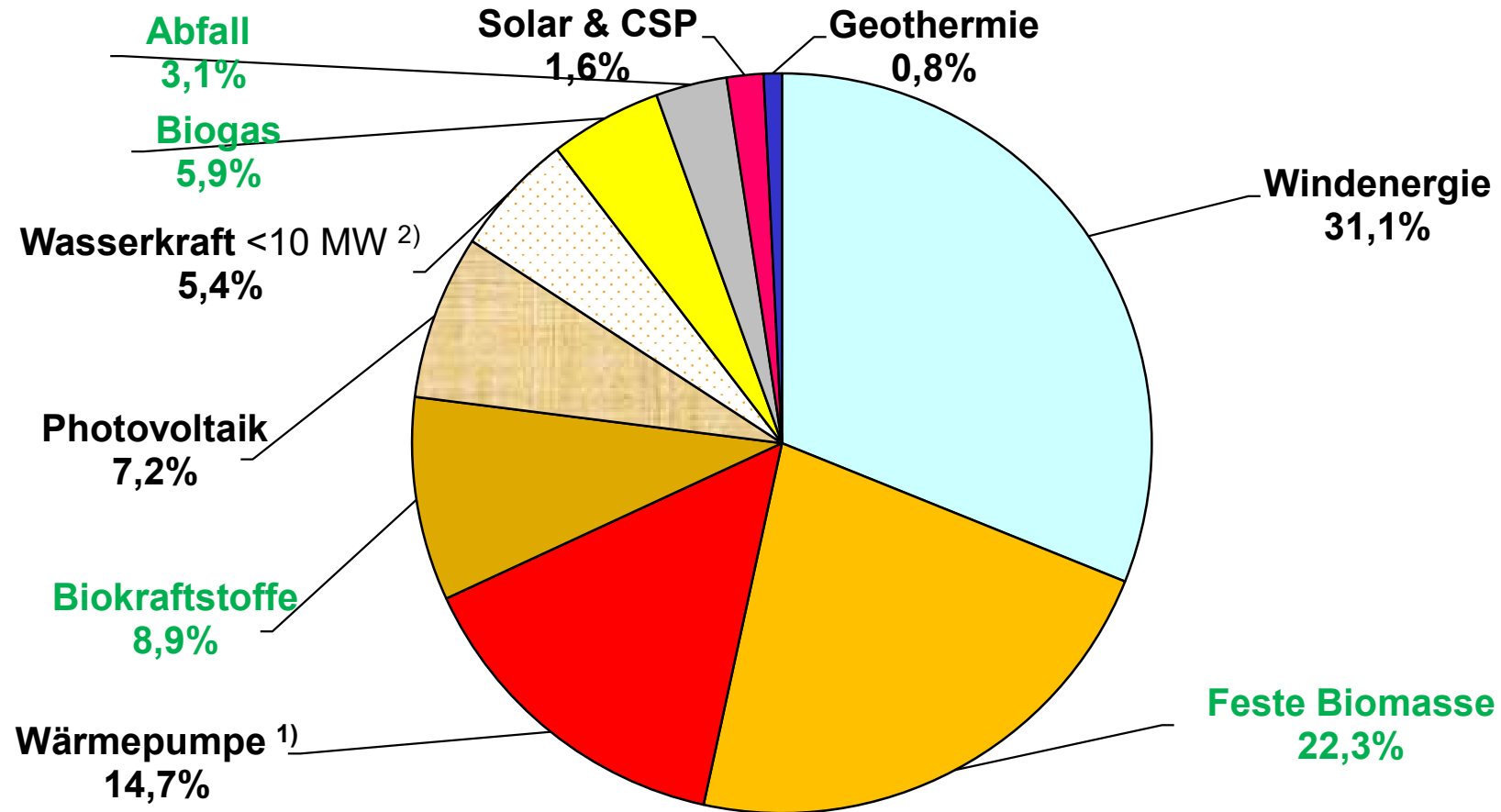
Anteile (%) 100 31,1 22,3 14,7 8,9 7,2 5,4 4,9 1,6 3,1 0,8

* Herstellung, Vertrieb und Installation der Anlagen sowie Betrieb und Instandhaltung..

Umsätze mit erneuerbaren Energien nach Technologien in der EU-28 im Jahr 2017 (2)

Gesamt 154.660 Mio. € = 154,6 Mrd. €*

Beitrag gesamte Bioenergie 60,630 Mrd. €, Anteil 39,2%, Biogase 7,520 Mrd. €, Anteil 4,9%



Grafik Bouse 2019

* Die Daten berücksichtigen Herstellung, Vertrieb und Installation der Anlagen sowie Betrieb und Instandhaltung.

1 Erdwärmepumpen (geothermische Wärmepumpen)

2 Daten zu Wasserkraft beinhalten nur Kleinwasserkraft < 10 MW

Arbeitsplätze in der Erneuerbare Energien-Branche nach Technologien in den Ländern der EU-28 im Jahr 2017 (1)

Gesamt 1.445.900 = 1,4 Mio.

Beitrag gesamte Bioenergie 703.200 Arbeitsplätze, Anteil 48,6%; Biogase 72.400 AP, Anteil 5,0%

	Country total	Biomass	Wind	Biofuels	Heat pumps	PV	Biogas	Hydro	Solar thermal	Waste	Geothermal
Germany	290 700	44 900	140 800	15 500	9 300	29 300	35 000	4 600	4 500	6 300	500
Spain	168 800	20 800	37 200	26 600	56 600	5 500	1 600	11 200	8 100	1 100	<100
France	140 700	33 900	18 500	24 400	36 200	9 300	2 400	9 900	1 000	2 600	2 500
United Kingdom	131 400	15 000	69 900	10 100	1 700	12 900	8 400	2 300	200	10 800	<100
Italy	129 900	35 800	7 500	9 000	41 300	11 200	8 100	10 800	600	2 500	3 100
Poland	73 900	25 900	8 000	31 400	3 000	1 100	2 300	1 100	300	700	100
Romania	53 000	11 400	2 100	34 300	200	900	300	3 400	<100	100	200
Denmark	50 200	10 500	34 200	700	1 500	1 100	700	<100	200	600	600
Sweden	43 100	20 700	2 700	8 300	5 100	500	100	4 700	<100	800	<100
Finland	40 300	26 800	4 100	1600	4 700	700	600	1 200	<100	400	<100
Hungary	36 000	13 300	800	18 200	400	1 300	600	100	200	400	700
Portugal	33 100	8 000	3 100	400	13 800	1 500	700	4 200	500	500	400
Czechia	32 500	12 300	900	8 400	2 600	1 300	4 500	1 500	200	700	<100
Netherlands	28 700	4 800	5 800	2800	6 800	6 000	700	<100	100	1 500	100
Latvia	27 200	20 700	<100	4000	<100	<100	900	1 000	<100	<100	<100
Greece	25 200	2 600	3 100	11 500	1 200	1 300	1 300	2 000	2 000	100	<100
Austria	23 500	8 700	2 000	2000	1 300	1 600	400	4 600	1 200	1 600	<100
Bulgaria	22 700	8 700	500	7700	700	600	600	2 300	1 300	<100	200
Croatia	20 300	14 400	1 100	2000	<100	100	800	1 400	200	<100	100
Belgium	17 800	2 000	5 500	1500	1 400	3 000	500	400	100	3 200	200
Slovakia	15 900	9 000	<100	3800	200	200	500	1 200	100	100	700
Estonia	12 200	8 000	1 200	700	1 700	100	100	<100	<100	<100	<100
Lithuania	10 700	3 600	500	4 500	300	100	700	700	<100	100	100
Ireland	9 700	1 200	6 500	200	300	<100	200	300	100	700	<100
Slovenia	4 300	1 500	<100	500	900	100	100	800	100	<100	100
Cyprus	1 500	<100	200	100	<100	500	100	<100	100	<100	<100
Luxembourg	1 400	100	100	<100	<100	100	100	500	<100	100	<100
Malta	1 200	<100	<100	<100	<100	300	<100	<100	100	<100	<100
Total EU 28	1 445 900	364 800	356 700	230 400	191 700	90 800	72 400	70 700	21 900	35 600	10 900

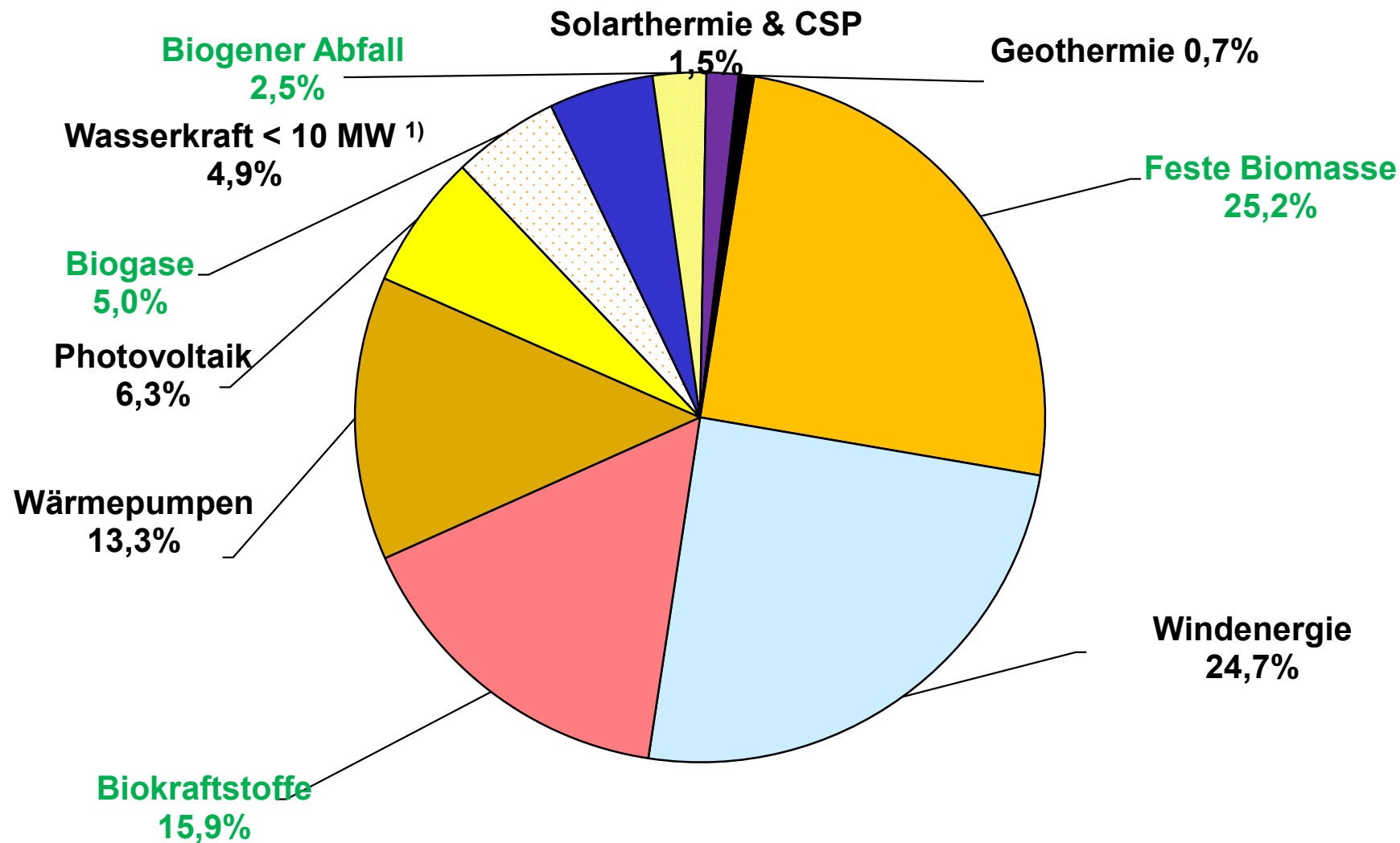
Source: EurObserv'ER 2018

Anteile (%) **100** **25,2** **24,7** **15,9** **13,3** **6,3** **5,0** **4,9** **1,5** **2,5** **0,7**

Arbeitsplätze in der Erneuerbare Energien-Branche nach Technologien mit Beitrag Bioenergie in den Ländern der EU-28 im Jahr 2017 (2)

Gesamt 1.445.900 = 1,4 Mio.

Beitrag gesamte Bioenergie 703.200 Arbeitsplätze, Anteil 48,6%; Biogase 72.400 AP, Anteil 5,0%



Grafik Bouse 2019

1) Ohne große Wasserkraft, nur kleine Wasserkraft < 10 MW installierte Leistung.

Unternehmen der Methanisierung in Europa Ende 2017

Unternehmen	Land	Referenzen- anzahl	Install. Leistung (MWel)	Mitarbeiteranzahl
-------------	------	-----------------------	-----------------------------	-------------------

Representative firms of the methanisation sector in Europe as of 2017

Unternehmen Compagny	Land Country	Install. Leistung (MWel) Number of references	Mitarbeiteranzahl Employees
AB Energie	Italy	1 150	700
Envitec Biogas	Germany	400 MW Installed	460
Bwe Energiesysteme GmbH & Co. KG	Germany	n.c.	100
PlanET Biogastechnik	Germany	400	> 200
Schmack Biogas (Vlessmann Group)	Germany	450	250
Weltec Biopower GmbH	Germany	250	80
UTS Biogastechnik (Anaergia Group)	Germany	170	50
Bloconstruct	Germany	218	80
BTS Biogas	Italy	180	n.c.
Xergi	Denmark	60	n.c.
Sources : Eurobserv'ER 2017 based on companies communication			

* Inklusive Anlagen im Bau und geplant.

Quelle: EurObserv'ER – Biogas Barometer 2017, Ausgabe 11/2017

Beispiele aus der Praxis

Beispiel einer energetischen Verwertung in der Landwirtschaft

Wärme aus Biogas zur Förderung von Spargel-Wachstum



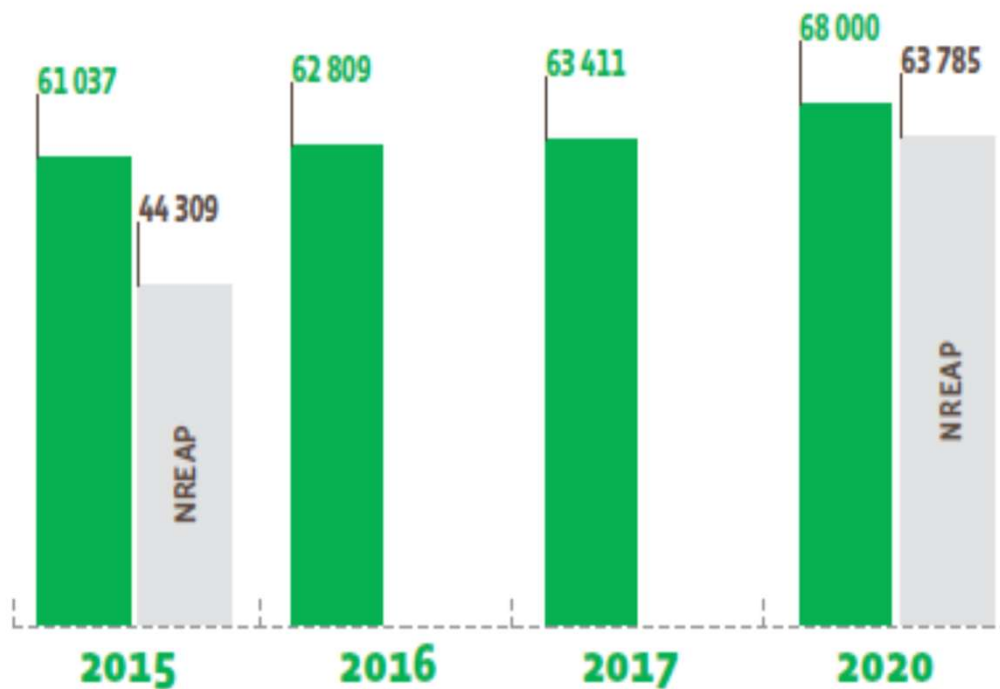
Fazit und Ausblick

Entwicklung von **Stromerzeugung** und **Wärmeverbrauch** aus **Biogas** nach Trendvergleich gegenüber den NREAP in der EU-28 von 2015-17, Ziele 2020

Aktueller Trendvergleich der **Biogas-Stromerzeugung** gegenüber den NREAP (National Renewable Energy Aktionspläne) Roadmap (in GWh)

61,0 TWh 62,8 TWh 63,4 TWh 68,0 TWh

Comparison of the current trend of electricity biogas generation against the NREAP (National Renewable Energy Action Plans) roadmap (in GWh)



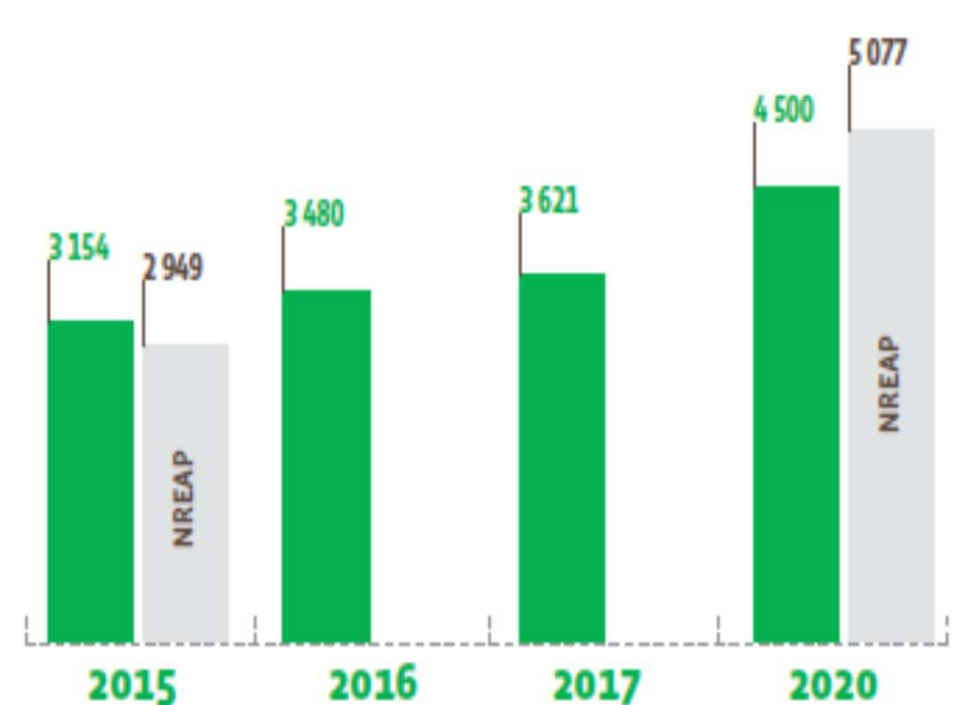
Source: EurObserv'ER 2018

* Daten 2017 vorläufig, Ziel 2020, Stand 3/2019

Aktueller Trendvergleich von **Biogas-Wärmeverbrauch** gegenüber den NREAP (National Renewable Energy Aktionspläne) Roadmap (in ktoe)

36,7 TWh 40,5 TWh 44,1 TWh 52,3 TWh

Comparison of the current trend of biogas heat consumption against the NREAP (National Renewable Energy Action Plans) roadmap (in ktoe)



Source: EurObserv'ER 2018

Energieeinheiten: 1 Mio. t RÖE (Mtoe) = 1,429 Mio. t SKE = 11,63 Mrd. kWh (TWh) = 41,869 PJ

Biogase plus **in der Welt**

Einleitung und Ausgangslage

Einleitung und Ausgangslage

Globale Nutzung erneuerbarer Energien mit Bioenergie 2017, Stand 9/2018

Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien

Auch global können die erneuerbaren Energien insbesondere bei der Stromversorgung deutliche Erfolge verzeichnen. Nach REN21 [39] hat der Anteil der erneuerbaren Energien am globalen Stromverbrauch im Jahr 2017 auf 26,5 Prozent zugenommen (2016: 24,5 Prozent). Mit 16,4 Prozent machte dabei die Wasserkraft noch immer den größten Anteil unter den erneuerbaren Energien bei der Stromerzeugung aus, geringfügig weniger als im Vorjahr. Das gegenwärtige Wachstum der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien geht auf Windenergie und Photovoltaik zurück, die ihre Anteile gegenüber dem Vorjahr von 4,0 auf 5,3 Prozent bzw. von 1,5 auf 1,9 Prozent steigern konnten.

Mit 178 Gigawatt wurden im Jahr 2017 global 17 Gigawatt mehr Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien zugebaut als im Vorjahr. Photovoltaik lag mit 98 Gigawatt dabei klar vorn, gefolgt von Windenergie mit 161 Gigawatt Leistungszubau zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien, was 62 Prozent des gesamten Leistungszubaus in der weltweiten Elektrizitätswirtschaft entspricht, wurde auch im Jahr 2016 wieder ein neuer Rekordwert erzielt. Allein 47 Prozent des Zubaus entfielen auf Photovoltaik, 34 Prozent auf Windenergie. Ende 2016 waren damit weltweit 2.017 Gigawatt Stromerzeugungskapazitäten aus erneuerbaren Energien installiert, von denen nach der Wasserkraft (1.096 Gigawatt) auf die Windenergie mit 487 Gigawatt der zweitgrößte und auf die Photovoltaik mit 303 Gigawatt der drittgrößte Anteil entfiel. 6,1 Gigawatt. Weiter auf Wachstumskurs lag auch Indien mit 4,1 Gigawatt auf dem vierten Rang. Die gleiche Rangfolge ergibt sich bei der insgesamt installierten Windenergieleistung, wo China mit 189 Gigawatt ebenfalls klar vorn liegt. Bei Windenergie auf See wurde im Jahr 2017 mit 4,3 Gigawatt neu installierter Leistung ein neuer Rekordwert erreicht. Ende des Jahres 2017 waren damit 18,8 Gigawatt Windenergieleistung auf See installiert.

Auch die **Photovoltaik** verzeichnete mit einem weltweiten Zubau von 98 Gigawatt, was nochmals fast einem Drittel mehr als im Vorjahr entspricht, einen neuen Rekord. Mit gut 53 Gigawatt ging mehr als die Hälfte des weltweiten Zubaus auf China zurück. Mit weitem Abstand lagen die USA mit 10,6 Gigawatt auf dem zweiten Platz, inzwischen dicht gefolgt von Indien mit 9,1 Gigawatt. Weltweit waren damit Ende des Jahres 2017 402 Gigawatt Photovoltaikleistung installiert, davon allein über 130 Gigawatt in China.

Die installierte Leistung zur Stromerzeugung aus **Biomasse** ist im Jahr 2017 um rund 7 Prozent auf weltweit 122 Gigawatt angestiegen. Führend waren hier die USA vor Brasilien und China. Rund 0,7 Gigawatt neue Leistung wurden im Jahr 2017 zur Stromerzeugung aus Geothermie installiert, der größte Teil davon mit 275 Megawatt wiederum in Indonesien, gefolgt von der Türkei mit 243 Megawatt. Bei der Gesamtleistung von 14,2 Gigawatt lagen die USA an der Spitze, gefolgt von den Philippinen und Indonesien.

Erneuerbare Energien im Wärme- und Verkehrssektor

Weltweit wurden im Jahr 2017 26,7 Prozent des Endenergieverbrauchs für Wärme aus erneuerbaren Energien gedeckt. Dabei ist der Anteil moderner Technologien inzwischen deutlich auf 10,3 Prozent gestiegen, der Großteil entfiel jedoch nach wie vor auf die traditionelle Biomassenutzung und kann daher nicht als nachhaltig bezeichnet werden.

Der weltweite Ausbau der solarthermischen Leistung hat sich auch im Jahr 2017, u. a. in Folge des niedrigen Ölpreises, weiter verlangsamt und mit rund 16 Gigawatt (netto) den niedrigsten Wert seit zehn Jahren verzeichnet. Die zum Ende des Jahres 2017 weltweit installierte Solarthermieleistung von 472 Gigawatt könnte jährlich 388 Milliarden Kilowattstunden Solarwärme bereitstellen. Mit über 71 Prozent war der überwiegende Teil der Kollektorfläche in China installiert, mit weitem Abstand folgten die USA mit 4 Prozent und die Türkei und Deutschland mit jeweils rund 3 Prozent. Der Endenergieverbrauch im Verkehrssektor ist weltweit seit dem Jahr 2000 um 39 Prozent angestiegen. Der Verkehr ist inzwischen für 32 Prozent des gesamten globalen Endenergieverbrauchs verantwortlich. Davon werden 3,1 Prozent durch erneuerbare Energien gedeckt, das meiste davon (2,8 Prozent) durch Biokraftstoffe. Im Jahr 2017 stieg die weltweite Produktion von Bioethanol gegenüber dem Vorjahr um 2,5 Prozent an, die von Biodiesel blieb stabil. Größter Biokraftstoffproduzent waren die USA, gefolgt von Brasilien.

Ausgewählte Schlüsseldaten zum globalen Bioenergiemarkt 2016, Stand 9/2018

Aktuelle Schlüsseldaten Bioenergie in der Welt im Jahr 2016 ¹⁾

- PEV	15.222 TWh (54,8 EJ)	Anteil PEV	9,5%
- BEEV	k.A. TWh	Anteil B-EEV	k.A. %
- EEV	12.861 TWh (46,3 EJ)	Anteil EEV	12,3 %
- BSE	501 TWh	Anteil BSE	2,0 % von 25.082 TWh
- BSE	501 TWh	Anteil BSV	2,0% von 25.080 TWh
- TOP-3 Länder Stromerzeugung	China, USA, Brasilien		
- Wärme/Kälteerzeugung	10.890 TWh (39,2 EJ) (2015)	Anteil EEV-W/K	k.A. %
- Biokraftstoffe Verkehr	972 TWh (3,4 EJ)	Anteil EEV-V	3,0 %
- Installierte Leistung zur Stromerzeugung	114 GW	Anteil	5,6 % von 2.017 GW
- Installierte Leistung Wärmeerzeugung	314 GW	Anteil	38,7% von 811 GW
- Vermiedene Treibhausgase (THG)	k.A. Mio t CO ₂ -äqui.	Anteil THG	k.A. %
- Anlageninvestitionen & Umsatzerlös aus dem Betrieb	6,7 Mrd. USD	Anteil	2,4 % von 279,8 Bill. USD
- Beschäftigte	3,1 Mio.	Anteil	29,7 % von 10,3 Mio.

* Daten ab 2016 vorläufig, Stand 9/2018

1) Bezugsgrößen Jahr 2016:

PEP 576,2 EJ = 160,0 Bill kWh

PEV 576,2 EJ = 160,0 Bill. kWh (EE-Anteil 13,7%)

EEV 362,5 EJ = 100,7 Bill. kWh (EE-Anteil 18,2%; nach REN21)

EEV-Verkehr = 32,0 Bill. kWh (EE-Anteil 3,0%, nach REN21)

BSE 25.082 TWh (EE-Anteil 23,8%);

BSV 25.080 TWh (EE-Anteil 23,8%)

Quellen: IEA Energiebilanz in der Welt im Jahr 2016, 9/2018; BMWI „Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung 2018“, 9/2018;

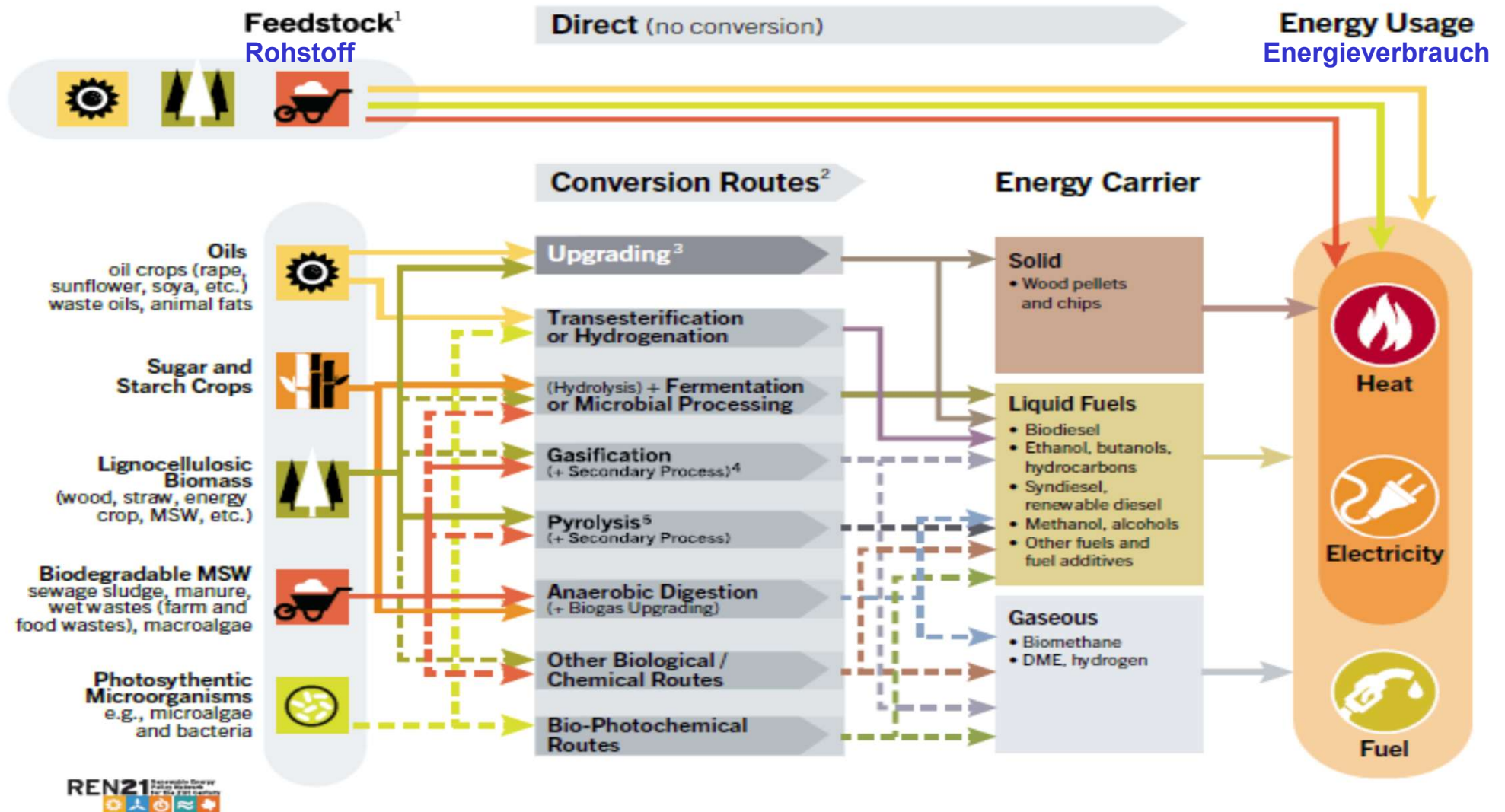
REN21 – Renewables 2018, Global Status Report, Ausgabe 6/2018

Nutzung der Biogase

Biogas, Deponie- und Klärgas, Klärschlamm, Biomethan

Globale Bioenergie-Rohstoffe und Energiepfade mit Beitrag Feste Biobrennstoffe

Figure 6. Bioenergy Conversion Pathways



Hinweis: Die durchgezogenen Linien repräsentieren Handelswege und gestrichelten Linien der Entwicklung der Bioenergie Routen.

1 Teile eines jeden Ausgangsmaterials, beispielsweise Ernterückstände, könnte auch in anderen Routen verwendet werden.

2 Jede Route gibt auch Nebenprodukte.

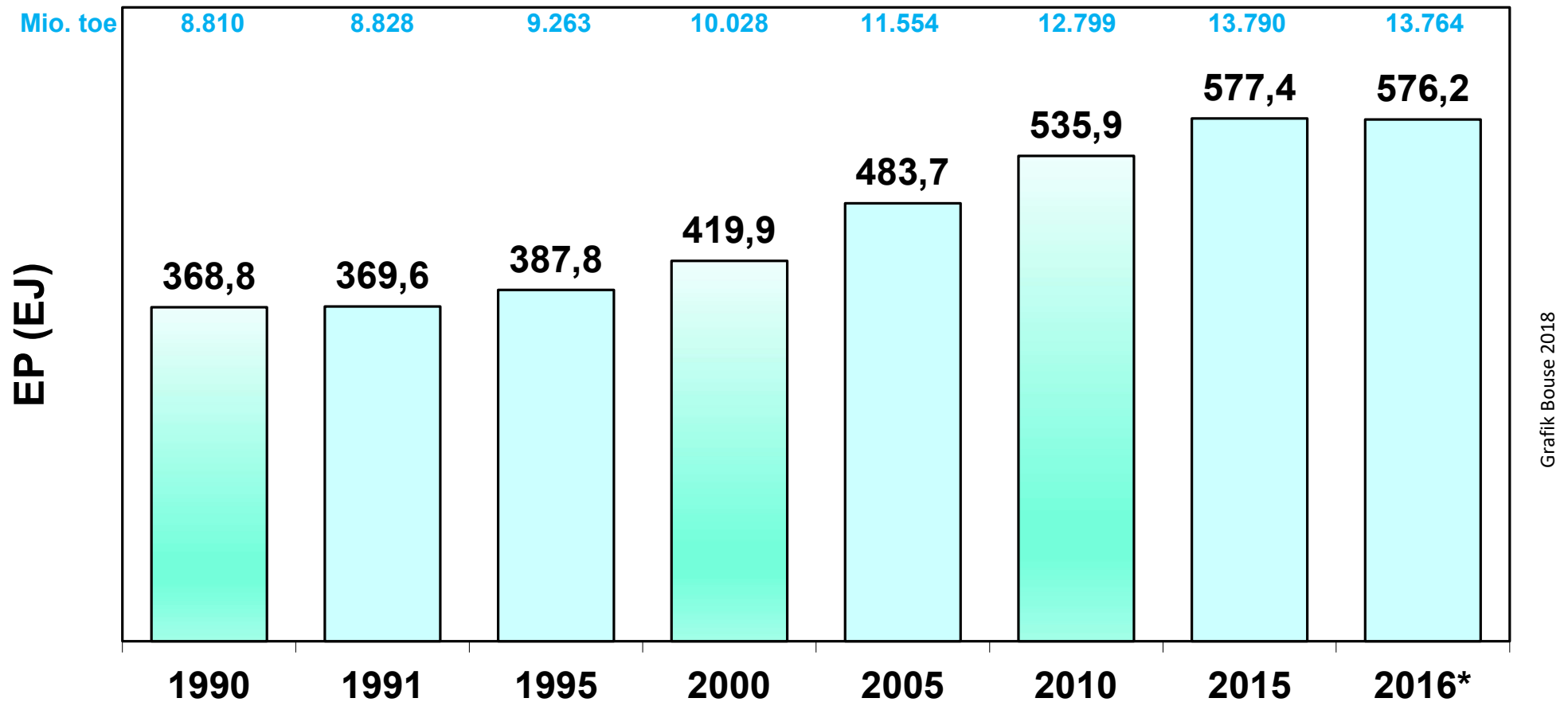
3 Biomasse Upgrade umfasst irgendeinem der Verdichtungsverfahren (Pelletierung, Pyrolyse, Rösten, etc.).

4 Vergärungsprozesse frei Methan und CO₂, die Entfernung von CO₂ stellt im wesentlichen Methan, der Hauptbestandteil von Erdgas; das verbesserte Gas heißt Biomethan.

5 Könnte anderen thermischen Verarbeitungswege, wie beispielsweise hydrothermale, Verflüssigung zu sein, usw. DME = Dimethylether.

Globale Entwicklung Primärenergieproduktion (EP) 1990 bis 2016 **nach IEA** (1)

Jahr 2016: Gesamt 576,2 EJ = 160,0 Bill. kWh = 13.764 Mtoe = 13,8 Mrd.toe, Veränderung 1990/2016 + 56,2%
Ø 77,6 GJ/Kopf = 21,6 MWh/Kopf = 1,9 toe/Kopf



* Daten 2016 vorläufig, Stand 8/2018

Energieeinheiten: 1 Mio. t RÖE (Mtoe) = 1,429 Mio. t SKE = 11,63 Mrd. kWh (TWh) = 41,869 PJ

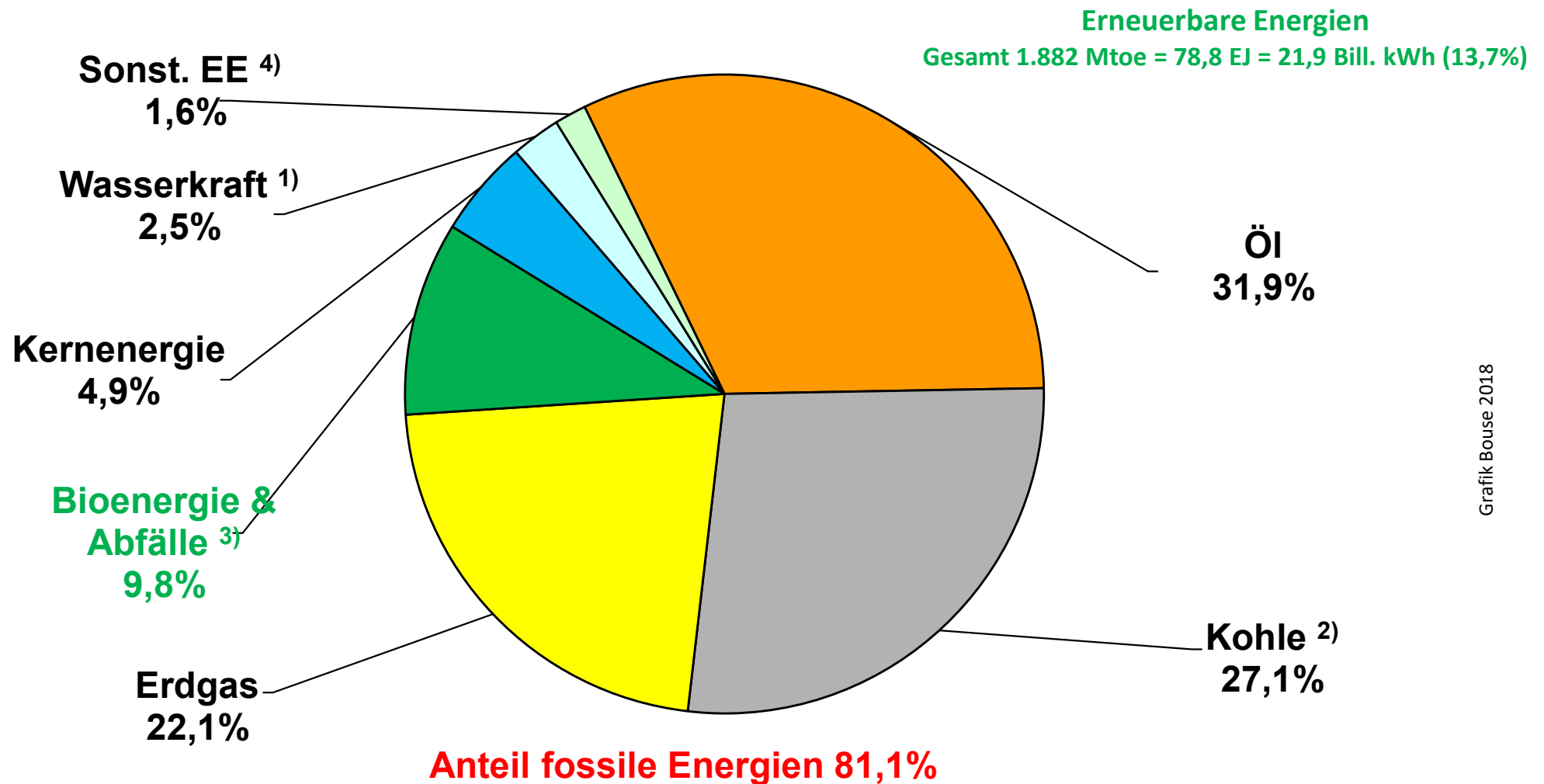
Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2016 = 7.429 Mio.

Quellen: OECD/IEA – Key World Energy Statistics 2017, 9/2017; BMWI Energiedaten gesamt, Tab. 31/31a/32, 1/2018;

OECD/IEA – Indikatoren & Energiebilanz Welt 1990-2015, 9/2017; IEA-World_Energy_Balances_2018, Übersicht 8-2018 EN aus www.iea.org

Globale Energieproduktion (= Erzeugung = Förderung) nach Energieträgern 2016 **nach IEA (2)**

Gesamt 576,2 EJ = 160,0 Bill. kWh = 13.764 Mtoe = 13,8 Mrd.toe, Veränderung 1990/2016 + 56,2%
 Ø 77,6 GJ/Kopf = 21,6 MWh/Kopf = 1,9 toe/Kopf



Grafik Bouse 2018

* Daten 2016 vorläufig, 9/2018;

Weltbevölkerung (Jahresdurchschnitt) 7.429 Mio.

Energieeinheiten: 1 Mio. t RÖE (Mtoe) = 1,429 Mio. t SKE = 11,63 Mrd. kWh (TWh) = 41,869 PJ;

1) Einschl. Pumpstrom bei Speicherkraftwerken; 2) Kohle einschl. Torf; 3) Bioenergie + Abfälle + Abwärme (vernachlässigbar); 4) Solar, Geothermie, Wind u.a.

Quellen: IEA – Key World Energy Statistics 2018, 9/2018; IEA – Indikatoren & Energiebilanz in der Welt 2015, 9/2017 aus www.iea.org;

BMWi Energiedaten gesamt, Tab. 31,31a, 10/2018; IEA-World_Energy_Balances_2018, Übersicht 8-2018 EN

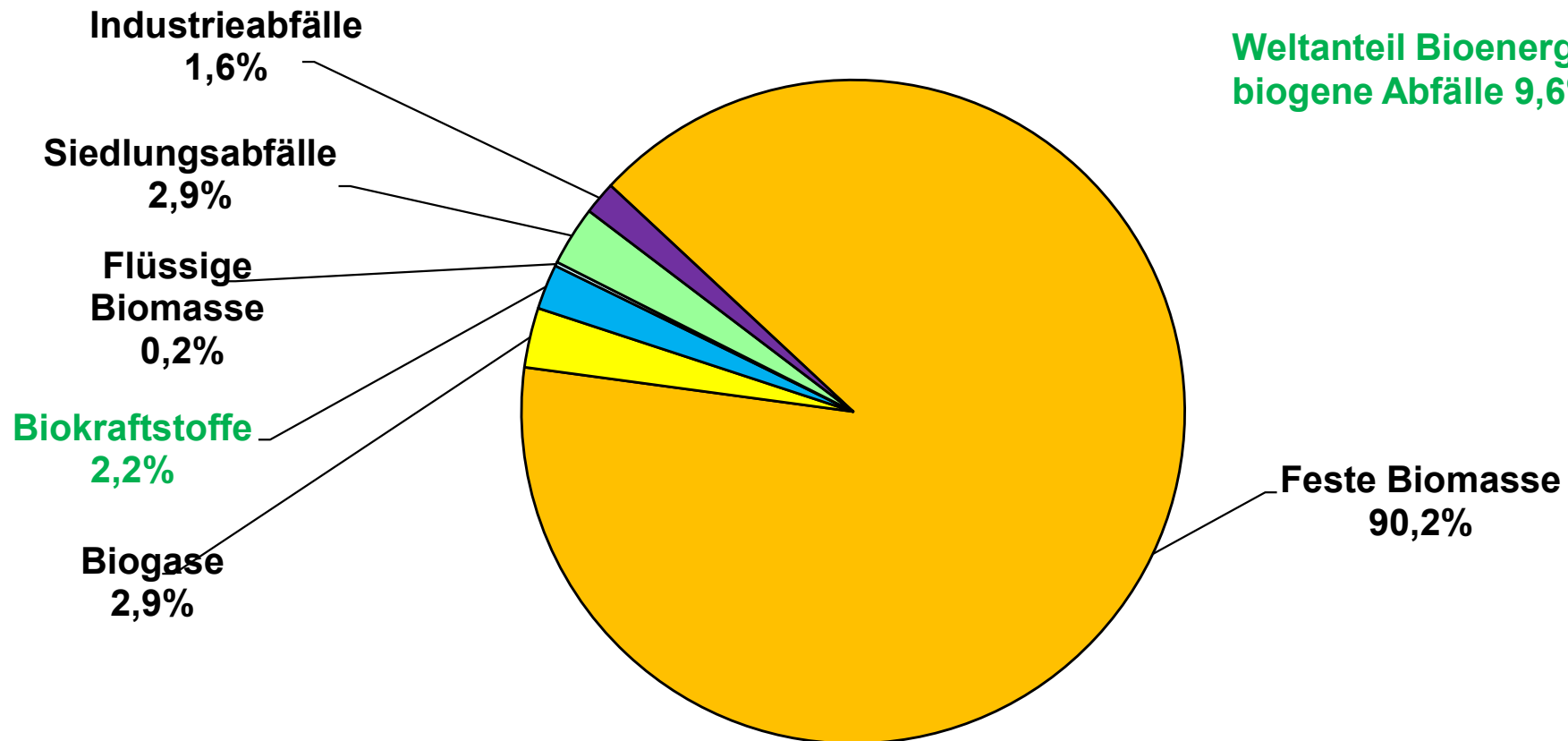
Globale Primärenergieerzeugung (PEE) aus Biomasse und Abfälle im Jahr 2015 nach IEA (3)

Gesamt 1.319 Mtoe = 55.225 PJ = 15.340,3 TWh (Mrd. kWh),

Weltanteil 9,6% von 13.790 Mtoe (Mrd. kWh) = 577.374 PJ

davon Bioenergie 9,2% + Gesamtabfälle 0,4% (biogene Abfälle bei 50% = 0,2%)

**Weltanteil Bioenergie mit
biogene Abfälle 9,6% ¹⁾**



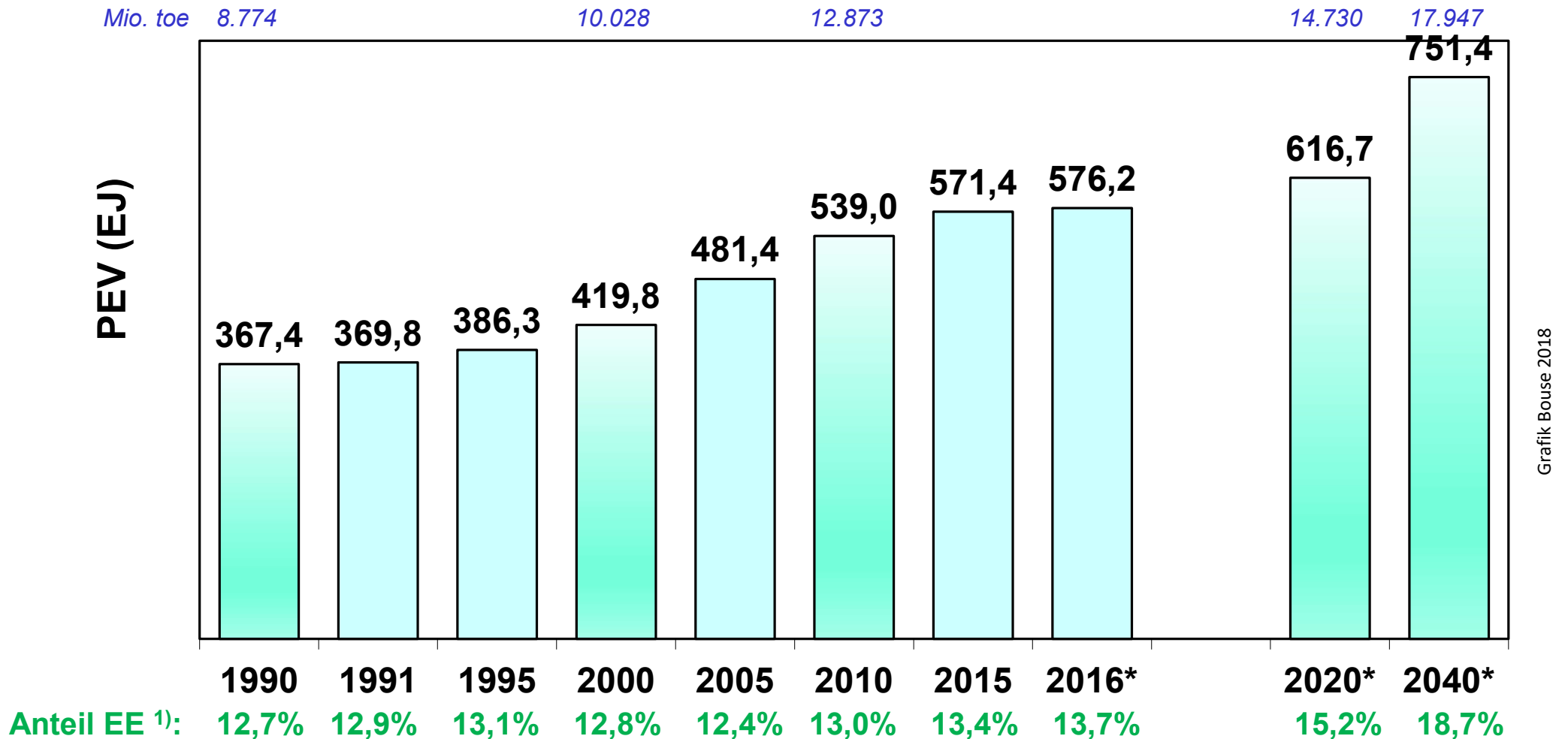
Grafik Bouse 2017

1) Biomasse enthält biogene Abfälle und nicht biogener Abfälle

Aufteilung: Biomasse 52.737 PJ sowie Siedlungsabfälle 1.608,8 PJ und Industrieabfälle 879,5 PJ

Globale Entwicklung Primärenergieverbrauch (PEV) mit Anteil erneuerbare Energien (EE) 1990 bis 2016, IEA-Prognose 2020/40 nach IEA (1)

Jahr 2016: Gesamt 576,2 EJ = 160,0 Bill. kWh = 13.761 Mtoe = 13,8 Mrd.toe, Veränderung 1990/2016 + 56,8%
 Ø 77,6 GJ/Kopf = 21,6 MWh/Kopf = 1,9 toe/Kopf



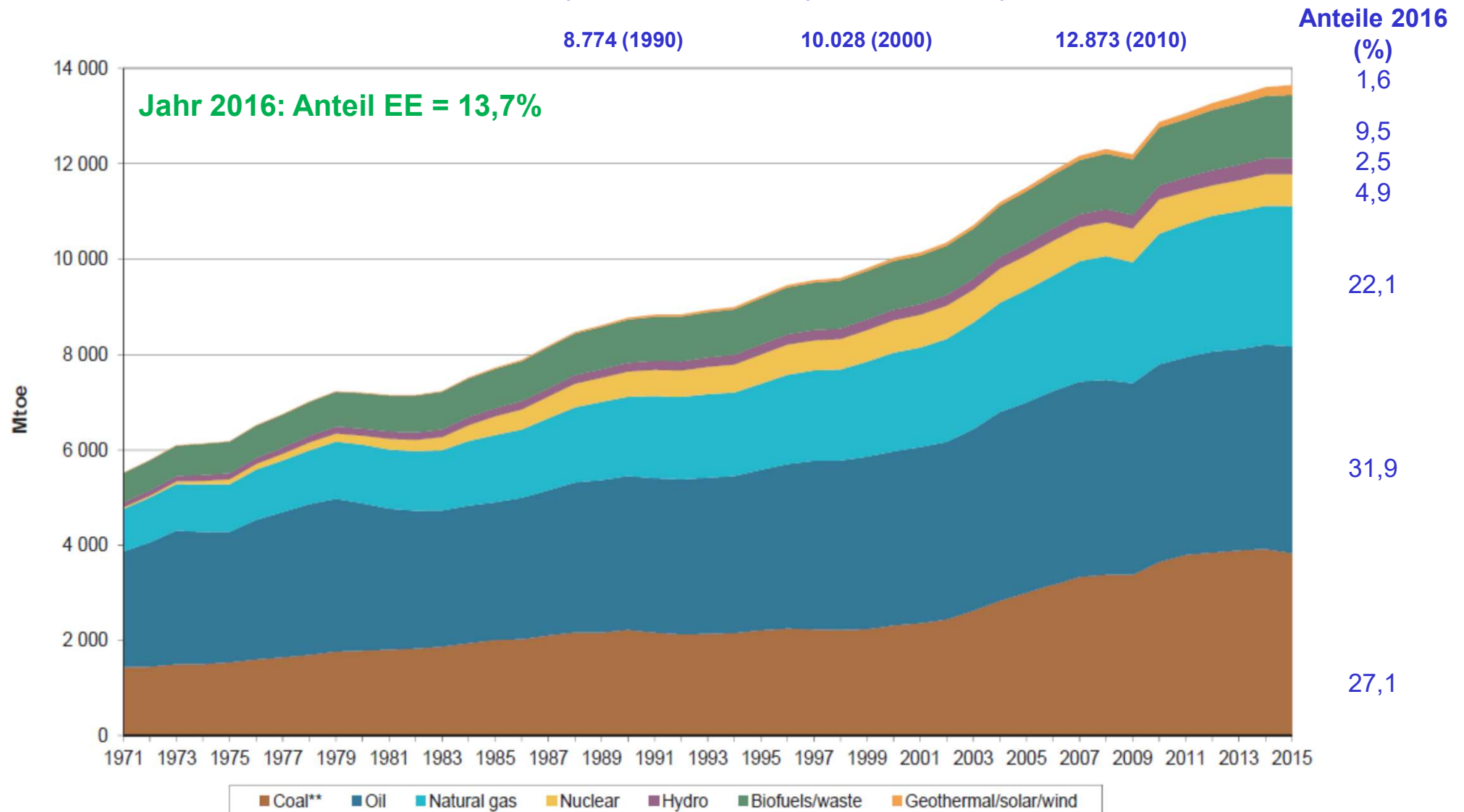
* Daten 2016 vorläufig; Jahr 2020/40: Prognose der IEA, New Policies Scenario, 2015; Stand 7/2018
 Energieeinheiten: 1 Mio. t RÖE (Mtoe) = 1,429 Mio. t SKE = 11,63 Mrd. kWh (TWh) = 41,869 PJ

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2016 = 7.429 Mio.

Quellen: OECD/IEA – Key World Energy Statistics 2018, 9/2018; BMWI Energiedaten gesamt, Tab. 31/31a/32 10/2018; GVSt Jahresbericht 2016, 11/2017;
 OECD/IEA – Indikatoren & Energiebilanz Welt 1990-2015, 9/2017 und Renewable Information 2018, Überblick 7/2018 aus www.iea.org

Globale Entwicklung Primärenergieverbrauch (PEV) nach Energieträgern 1971/1990 bis 2016 **nach IEA (2)**

Jahr 2016: Gesamt 576,2 EJ = 160,0 Bill. kWh = 13.761 Mtoe = 13,8 Mrd.toe, Veränderung 1990/2016 + 56,8%
 \varnothing 77,6 GJ/Kopf = 21,6 MWh/Kopf = 1,9 toe/Kopf



* Excluding electricity trade.

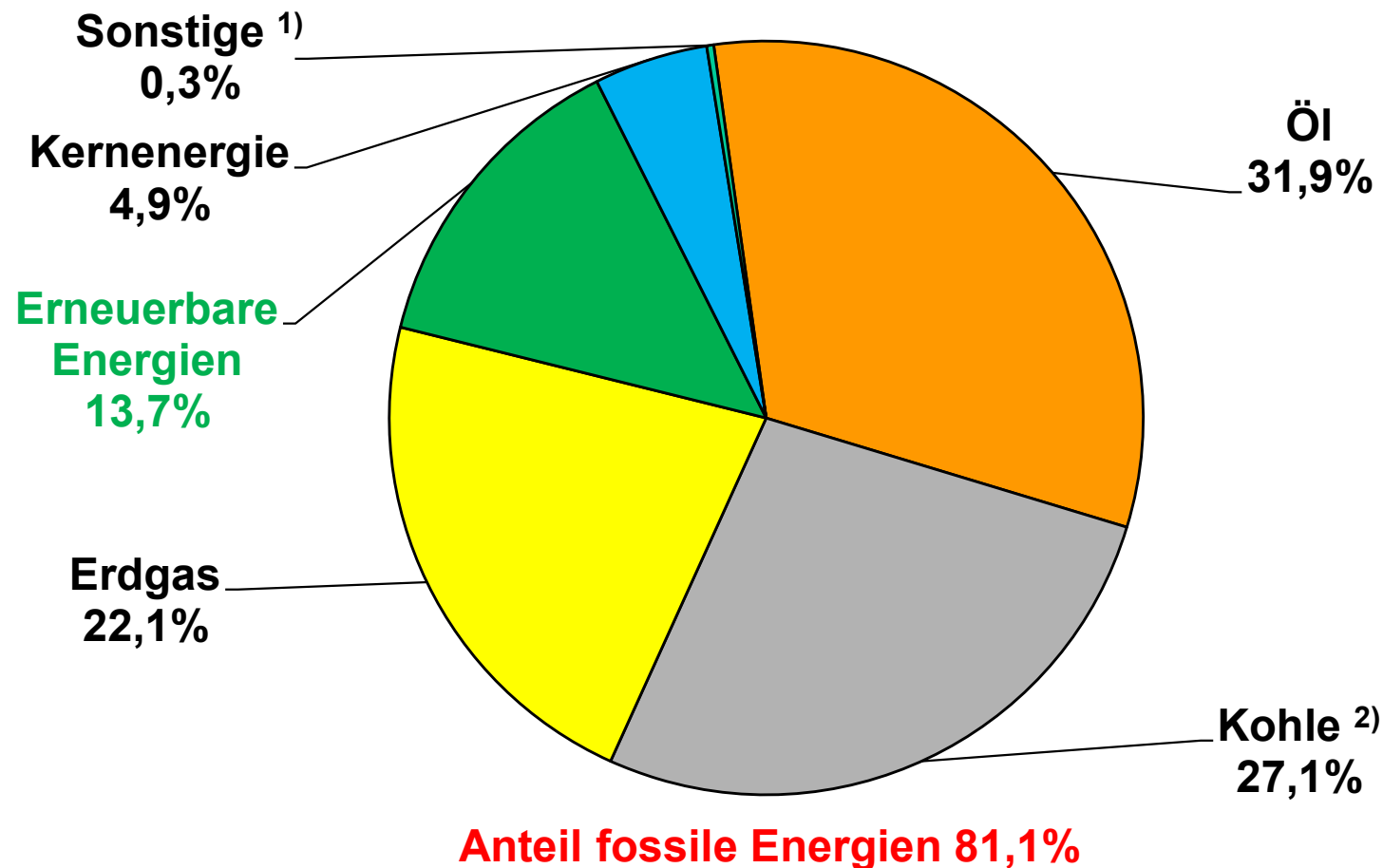
** In this graph, peat and oil shale are aggregated with coal, when relevant.

* Daten 2016 vorläufig, Stand 7/2018

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2016 = 7.429 Mio.

Globaler Primärenergieverbrauch (PEV) nach Energieträgern im Jahr 2016 **nach IEA** (3)

Gesamt 576,2 EJ = 160,0 Bill. kWh = 13.761 Mtoe = 13,8 Mrd.toe, Veränderung 1990/2016 + 56,8%
Ø 77,6 GJ/Kopf = 21,6 MWh/Kopf = 1,9 toe/Kopf



Grafik Bouse 2018

* Daten 2016 vorläufig, Stand 9/2018

Energieeinheiten: 1 Mio. t RÖE (Mtoe) = 1,429 Mio. t SKE = 11,63 Mrd. kWh (TWh) = 41,869 PJ
Weltbevölkerung (Jahresdurchschnitt) 7.429 Mio.

1) Nicht biogener Abfall (0,2%) und Pumpstrom bei Speicherkraftwerken (0,1%)

2) Kohle einschl. Torf und Ölschiefer

Quellen: IEA – Key World Energy Statistics 2018, 9/2018; BMWI Energiedaten gesamt, Tab. 31,31a, 8/2018; IEA - Renewable Information 2018, Überblick 7/2018 aus www.iea.org

Globaler Primärenergieverbrauch (PEV) nach Energieträgern mit Beitrag erneuerbare Energien 2016 nach IEA (4)

Gesamt 576,2 EJ = 160,0 Bill. kWh = 13.761 Mtoe = 13,8 Mrd.toe, Veränderung 1990/2016 + 56,8%
 \varnothing 77,6 GJ/Kopf = 21,6 MWh/Kopf = 1,9 toe/Kopf

Figure 1:

2016 fuel shares in world total primary energy supply
 2016 Energieträgeranteile am Weltprimärenergieverbrauch

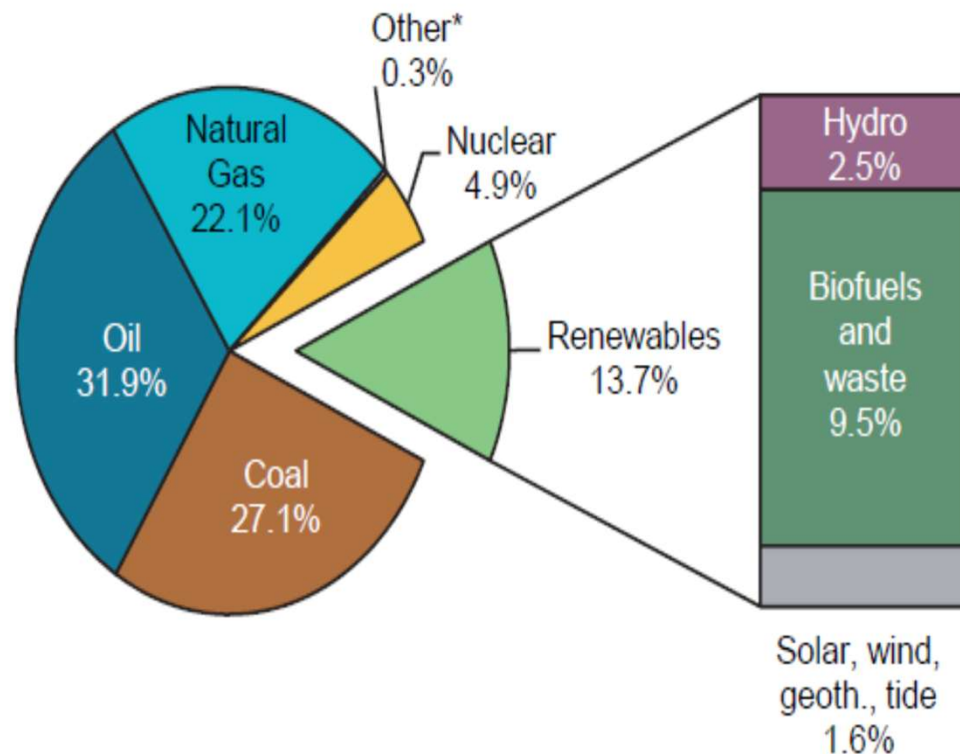
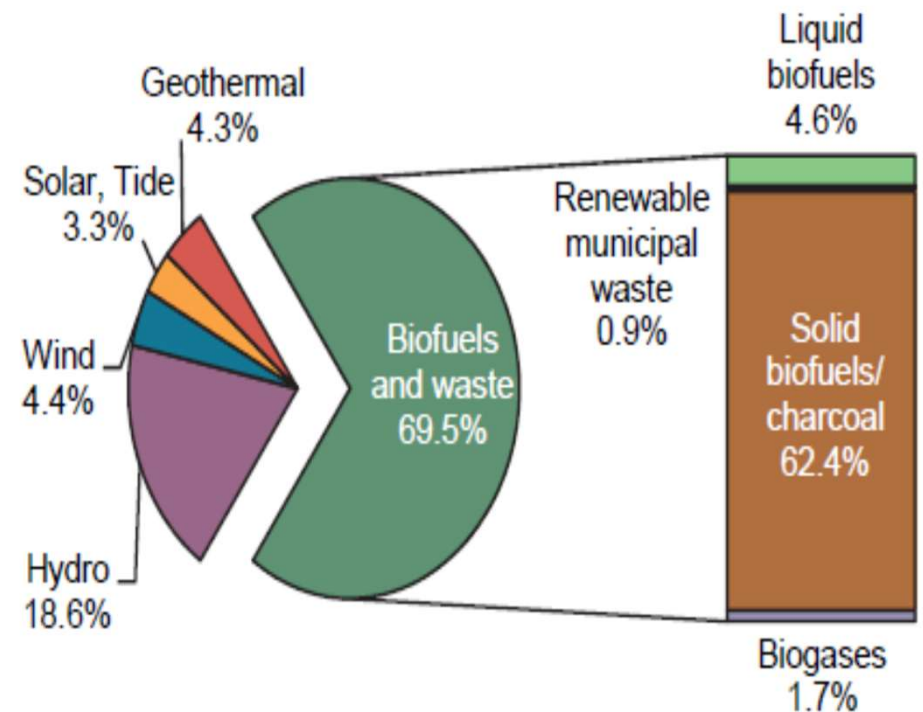


Figure 2:

2016 product shares in world renewable energy supply
 2016 Produktanteile weltweite erneuerbare Energieversorgung
EE-Gesamt 1.882 Mtoe = 78,8 EJ = 21,9 Bill. kWh (13,7%)
 Beitrag Bioenergie Gesamt 54,8 EJ (69,5%); Anteil 9,5% von 576,2 EJ



* Daten 2016 vorläufig, Stand 7/2018

Energieeinheiten: 1 Mio. t RÖE (Mtoe) = 1,429 Mio. t SKE = 11,63 Mrd. kWh (TWh) = 41,869 PJ
 Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2016 = 7.429 Mio.

1. Other includes energy sources not classified elsewhere such as non-renewable combustible wastes, ambient air for pumps, fuel cells, hydrogen, etc.

Andere umfassen Energiequellen, die nicht anderweitig klassifiziert sind; nicht erneuerbare brennbare Abfälle, Pumpenstrom, Brennstoffzellen, Wasserstoff, etc.

Quellen: IEA - Renewable Information 2018, Überblick 7/2018 aus www.iea.org

Globale Entwicklung **erneuerbare Energiequellen (EE)** zur Primärenergieversorgung 1990 bis 2016 **nach IEA (1)**

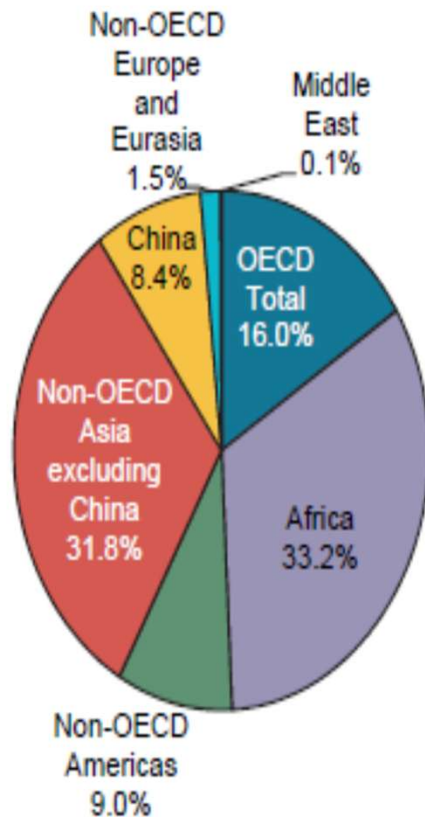
Jahr 2016: Gesamt 1.882 Mtoe = 78,8 EJ = 21,9 Bill. kWh
Anteil 13,7% von 13.761 Mtoe

Jährliche durchschnittliche Wachstumsrate EE
2,0%/a

Figure 4: 2016 regional shares in renewables supply
2016 regionale Weltanteile in erneuerbaren Energien

Feste Biomasse

Solid Biofuels



Wasserkraft

Hydro*

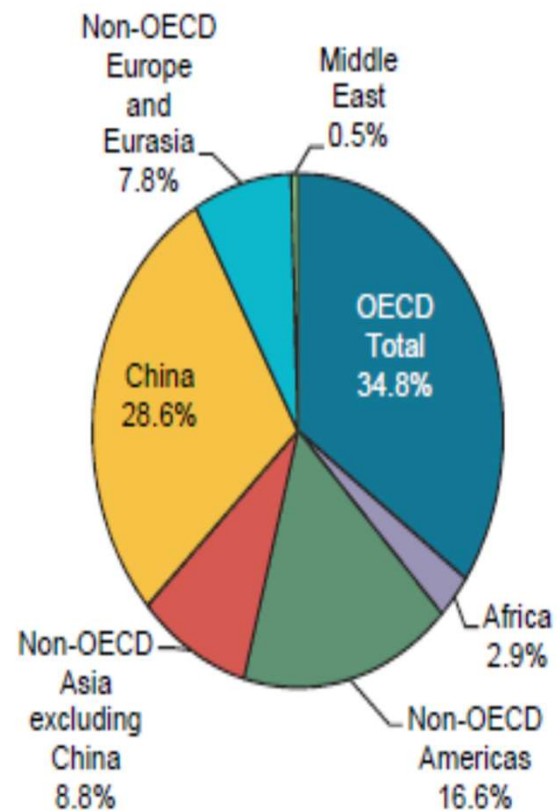
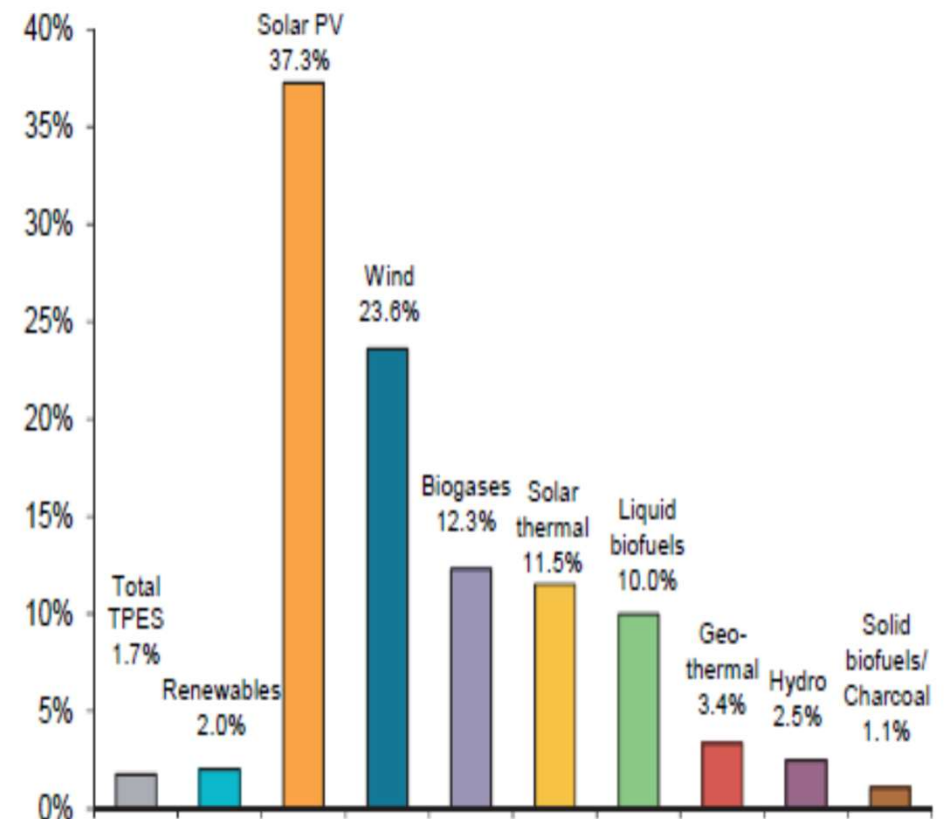


Figure 3: Average annual growth rates of world renewables supply from 1990 to 2016
Durchschnittliche jährliche Wachstumsraten der Welt bei erneuerbaren Energien von 1990 bis 2016



* Daten 2016 vorläufig, Stand 7/2018

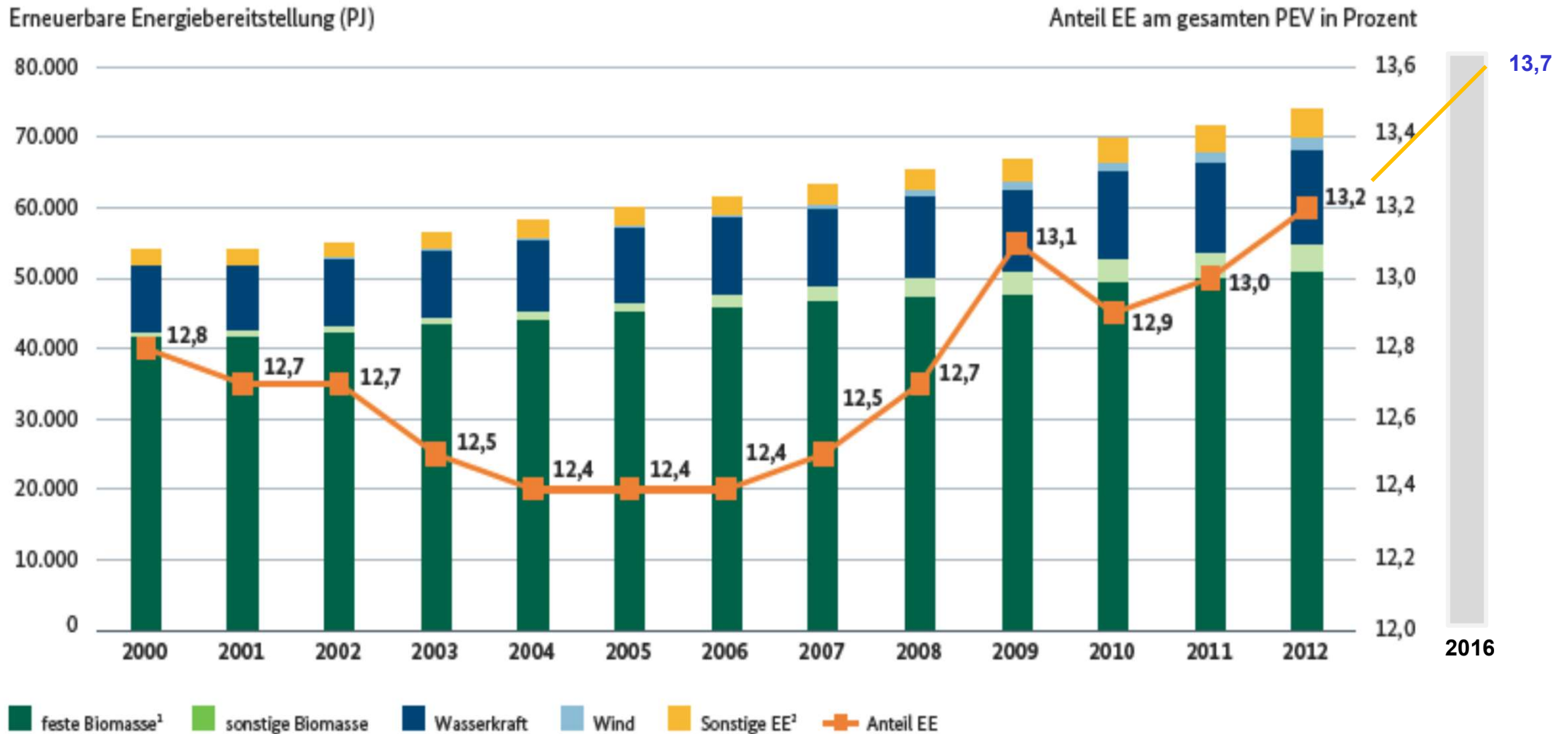
Energieeinheiten: 1 Mio. t RÖE (Mtoe) = 1,429 Mio. t SKE = 11,63 Mrd. kWh (TWh) = 41,869 PJ

TPEE = PEV; Renewable = erneuerbare Energien; liquid biofuels = Biokraftstoffe, Solid biofuels /Charcoal = feste Biomasse /Holzkohle

1) Excludes pump storage generation = **Ausgenommen Wasserkraft aus Pumpspeicher**

Entwicklung globaler erneuerbarer Primärenergieverbrauch (PEV) und Anteil erneuerbarer Energien am Primärenergieverbrauch 2000 bis 2016 nach IEA (2)

Jahr 2016: Gesamt 78,8 EJ
 Anteil am PEV 13,7% von 576,2 EJ



1 inkl. biogenem Anteil des Abfalls
 2 Geothermie, Sonnen- und Meeresenergie

PEV berechnet nach Wirkungsgradmethode

Quellen: ZSW nach IEA aus BMWI „Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung 2014, S. 53; 8/2015; IEA 9/2018, BMWI – Energiedaten 8/2018; IEA - Renewable Information 2018, Überblick 7/2018

Globale Nutzung **erneuerbarer Energien (EE)** nach Regionen und Wirtschaftsgliederungen im Jahr 2012/16 **nach IEA** (3)

Gesamte EE Welt: 78,8 EJ = 21,9 Bill. kWh = 1.89 Mtoe

2012	PEV	davon EE	Anteil EE am PEV	Anteil der wichtigsten EE am Gesamtanteil EE (%)		
	(PJ)	(PJ)	(%)	Wasser	Sonstige ¹	Biomasse ²
Nordamerika	108.027	8.026	7,4	31,0	15,6	53,5
Süd-/Mittelamerika	27.143	7.932	29,2	32,8	2,3	64,9
Asien/Ozeanien	226.744	31.945	14,1	14,4	8,3	77,3
Europa	123.064	10.575	8,6	28,8	16,3	55,0
Mittlerer Osten	29.511	172	0,6	46,5	31,8	21,7
Afrika	30.682	15.216	49,6	2,7	0,5	96,9
OECD	219.800	18.812	8,6	26,6	17,8	55,6
Nicht-OECD	325.371	55.055	16,9	14,9	4,7	80,4
EU	68.815	7.719	11,2	15,6	17,7	66,7
Welt³ 2012	559.832	73.869	13,2	17,9	8,0	74,1
Welt 2016	576,2 EJ	78,8 EJ	13,7%	18,3	11,0	70,7

Energieeinheiten: 1 Mio. t RÖE (Mtoe) = 1,429 Mio. t SKE = 11,63 Mrd. kWh (TWh) = 41,869 PJ PEV Primärenergieverbrauch berechnet nach der Wirkungsgradmethode

OECD-Mitgliedstaaten „Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung „ gehören 35 Staaten im Jahr 2016 an.

1 Geothermie, Sonnenenergie, Wind- und Gezeitenenergie

2 inklusive biogenem Anteil des kommunalen Abfalls

3 inklusive Treibstoffbevorratung für Schifffahrt und Flugverkehr (rd. 15.100 Petajoule im Jahr 2012)

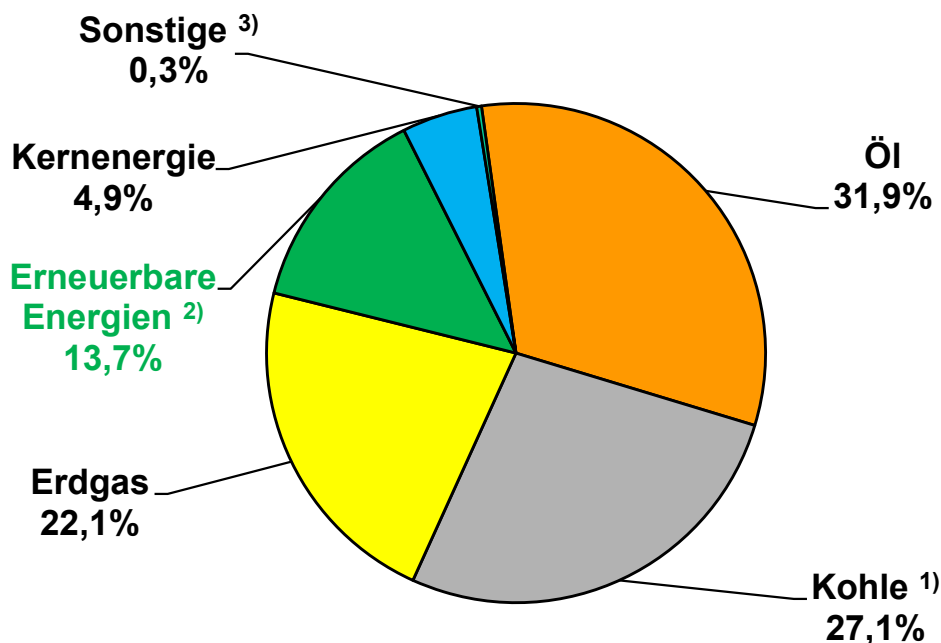
Quelle: ZSW nach IEA aus BMU „Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung 2014 ; S. 53; 8/2015, IEA 9/2018; BMWI Energiedaten 8/2018

Primärenergieverbrauch (PEV) und Brutto-Stromerzeugung (BSE) im Jahr 2016 **nach IEA**

Gesamt 576,2 EJ = 160,0 Bill. kWh = 13.761 Mtoe

Veränderung 1990/2016 + 56,8%

Ø 77,6 GJ/Kopf = 21,6 MWh/Kopf = 1,9 toe/Kopf



**Beitrag fossiler Energien
zum Primärenergieverbrauch 81,1%**

* Daten 2016 vorläufig, Stand 7/2018 Weltbevölkerung (Jahresdurchschnitt) 7.429 Mio.

1) Kohle einschließlich Torf

2) Erneuerbare Energieträger (EE) 13,7%, davon Wasserkraft 2,5%, Bioenergie und biogener Abfall 9,5%, Geothermie, Solar, Wind, Wärme u.a. 1,6%

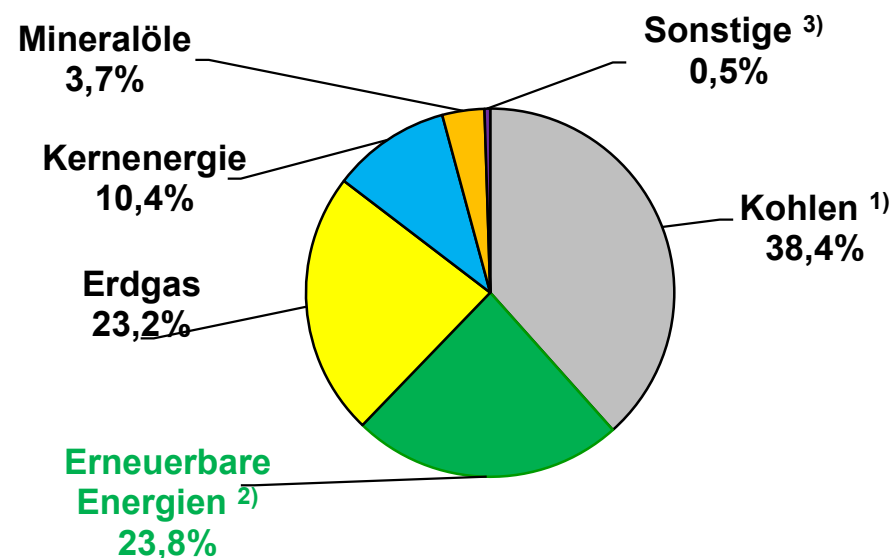
3) Nicht biogener Abfall, nicht erneuerbarer Speicherstrom

Quellen: IEA – Key World Energy Statistics 2018, IEA - Strom & Wärme Welt 2016
IEA - Renewable Information 2018, Überblick 7/2018 aus www.iea.org

Gesamt 25.082 TWh (Mrd. kWh) = 25,1 Bill. kWh ¹⁾ ;

Veränderung 1990/2016 + 110,5%

Ø 3.379 kWh/Kopf



**Beitrag fossiler Energien
zur Stromerzeugung 65,3%**

* Daten 2016 vorläufig, Stand 7/2018 Weltbevölkerung (Jahresdurchschnitt) 7.429 Mio.

1) Kohle einschließlich Torf

2) Erneuerbare Energieträger, davon Wasserkraft (16,3%), Windkraft, Geothermie, Solar u.a. (5,5%), Bioenergie und biogener Abfall (2,0%)

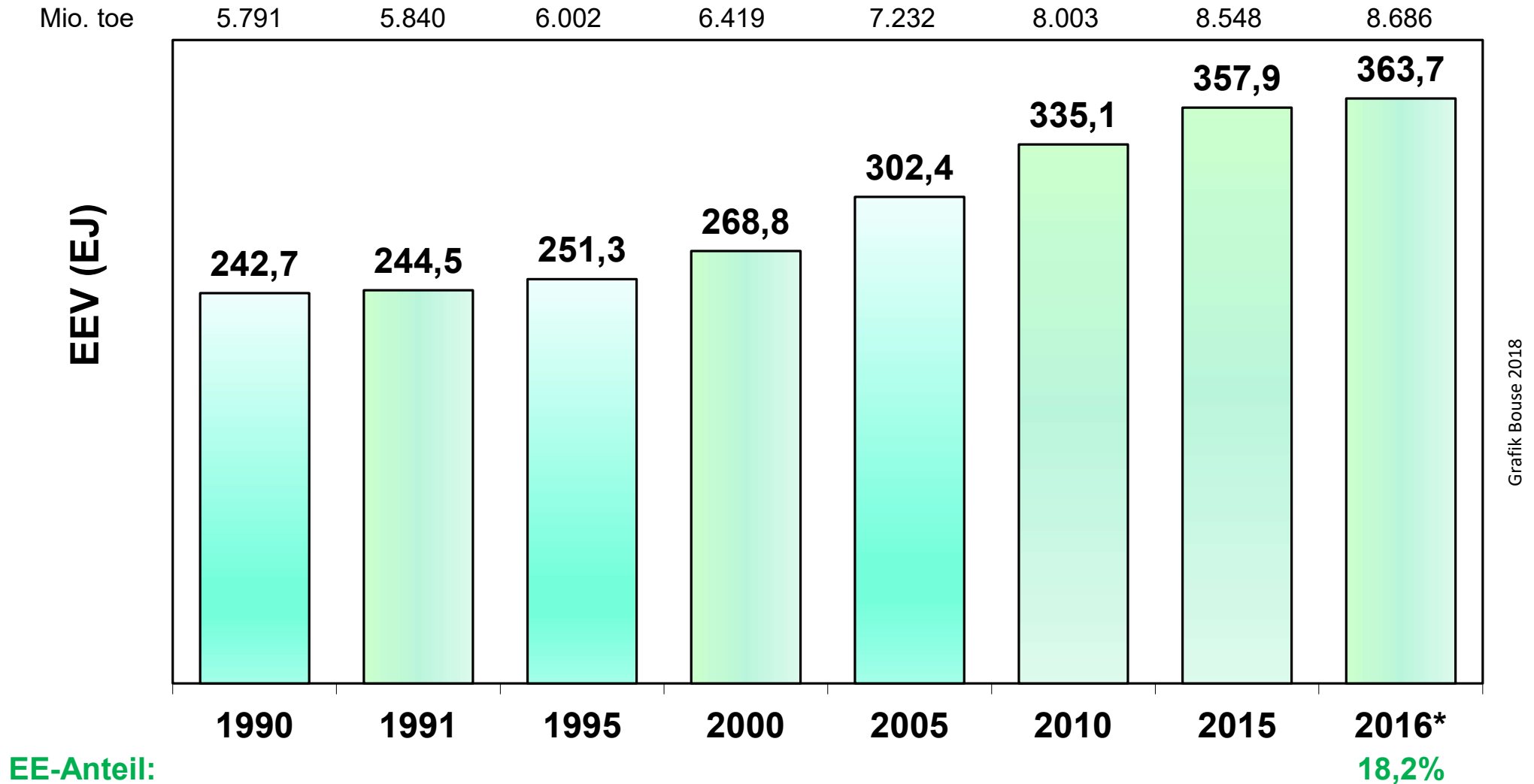
3) Nicht biogener Abfall, nicht erneuerbarer Speicherstrom

Quellen: IEA – Key World Energy Statistics 2018, IEA - Strom & Wärme Welt 2017
IEA - Renewable Information 2018, Überblick 7/2018 aus www.iea.org

Globale Entwicklung Endenergieverbrauch (EEV) mit Anteil aus erneuerbaren Energien (EE) 1990 bis 2016 nach IEA (1)

2016: Gesamt 363,7 EJ = 101,0 Bill. kWh = 8.685,7 Mtoe; Veränderung 1990-2016 = + 49,9%

\varnothing 49,0 GJ/Kopf = 13,6 MWh/Kopf = 1,2 toe/Kopf *



* Daten 2016 vorläufig, Stand 9/2018

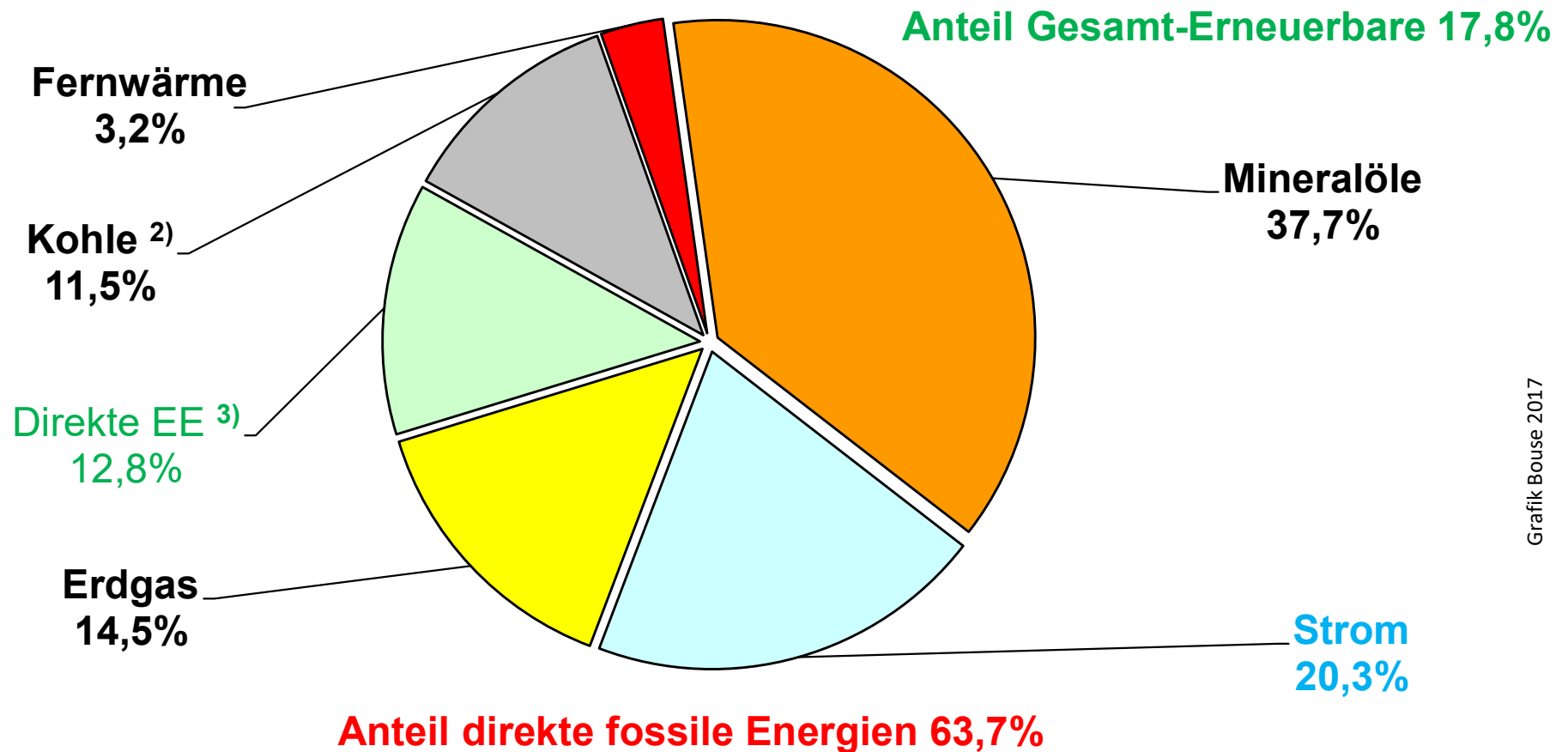
Weltbevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2016 = 7.429 Mio.

Energieeinheiten: 1 Mio. t RÖE (Mtoe) = 1,429 Mio. t SKE = 11,63 Mrd. kWh (TWh) = 41,869 PJ

Quellen: IEA – Key World Energy Statistics 2018, 9/2018; IEA – Indikatoren & Energiebilanz in der Welt 1990-2016, 9/2018 aus www.iea.org; REN21 – Globale EE 2018, 6/2018

Globaler Endenergieverbrauch (EEV) ¹⁾ nach Energieträgern mit Beitrag Strom im Jahr 2015 nach IEA (2)

Gesamt 357,9 EJ = 99,4 Bill. kWh = 8.547,6 Mtoe ¹⁾ ; Veränderung 1990-2015 = + 47,6%
 \varnothing 48,8 GJ/Kopf = 13,6 MWh/Kopf = 1,2 toe/Kopf *



Grafik Bouse 2017

* Daten 2015 vorläufig, Stand 9/2017

Weltbevölkerung (Jahresdurchschnitt) 7.334 Mio.

Energieeinheiten: 1 Mio. t RÖE (Mtoe) = 1,429 Mio. t SKE = 11,63 Mrd. kWh (TWh) = 41,868 PJ

1) EEV = Endverbrauch minus Nichtenergie = TFC – NE = 9.383,6 Mtoe – 836,0 Mtoe = 8.547,6 Mtoe; Anteile NE am TFC 9,8%

2) Kohle einschließlich Torf

3) Erneuerbare Energien: Direkte Erneuerbare Energie (EE): Bioenergie einschließlich biogener Abfall (12,4%) und weitere EE: Geothermie, Solarwärme, u.a. (0,4%)

Indirekte EE sind beim Strom und bei der Fernwärme enthalten, Schätzung (5,0%)

Hinweis: Anteil nicht biogener Abfall (50%) < 0,1%

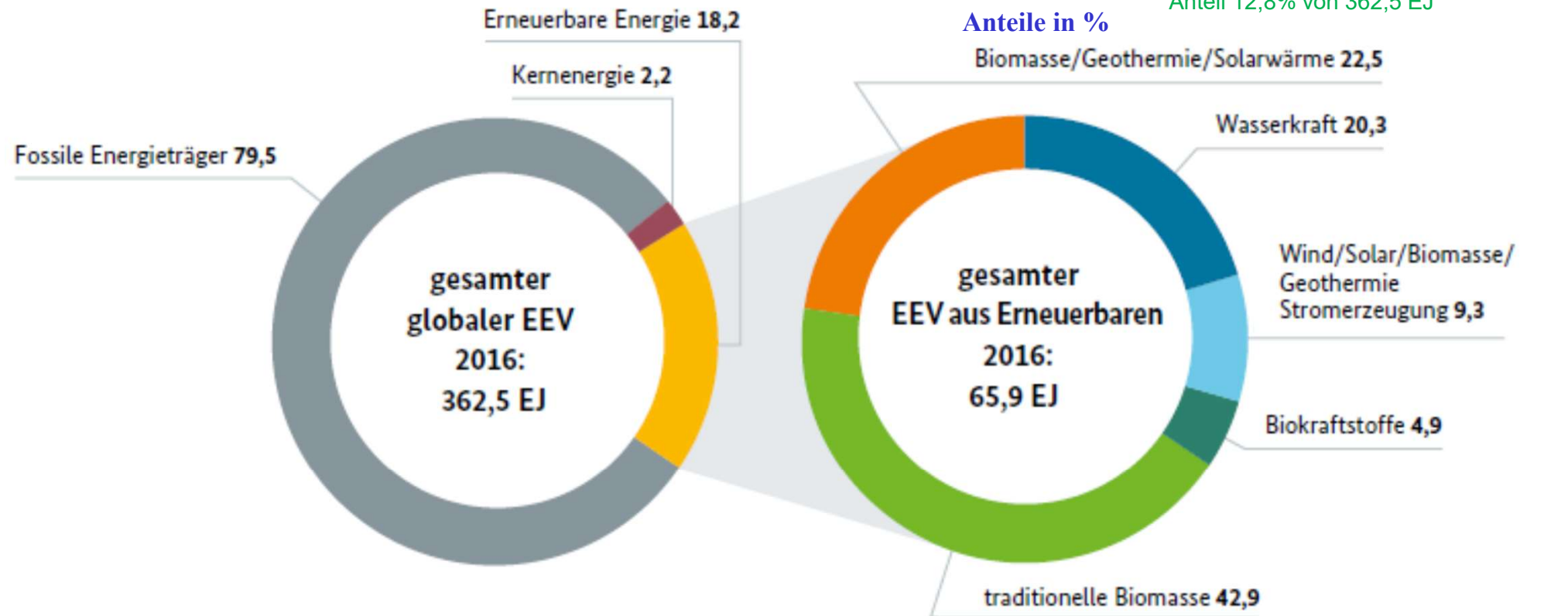
Aufteilung des globalen Endenergieverbrauchs (EEV) mit Beitrag erneuerbare Energien im Jahr 2016 nach REN21 (3)

Gesamt 362,5 EJ = 100,7 Bill. kWh = 8.658 Mtoe

Ø 48,8 GJ/Kopf = 13,6 MWh/Kopf = 1,17 toe/Kopf *

Ø Anteil Gesamt-EE 18,2%, Anteil Biokraftstoffe 0,9%

Abbildung 57: Aufteilung des globalen Endenergieverbrauchs (EEV) im Jahr 2016
in Prozent



1 EJ (Exajoule) = 1.000 PJ (Petajoule), siehe auch Umrechnungsfaktoren im Anhang

Quelle: REN21: Renewables 2018 Global Status Report, REN21 Secretariat, Paris, 2018 [39]

* Daten 2016 vorläufig, Stand 9/2018

Weltbevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2016 = 7.429 Mio.

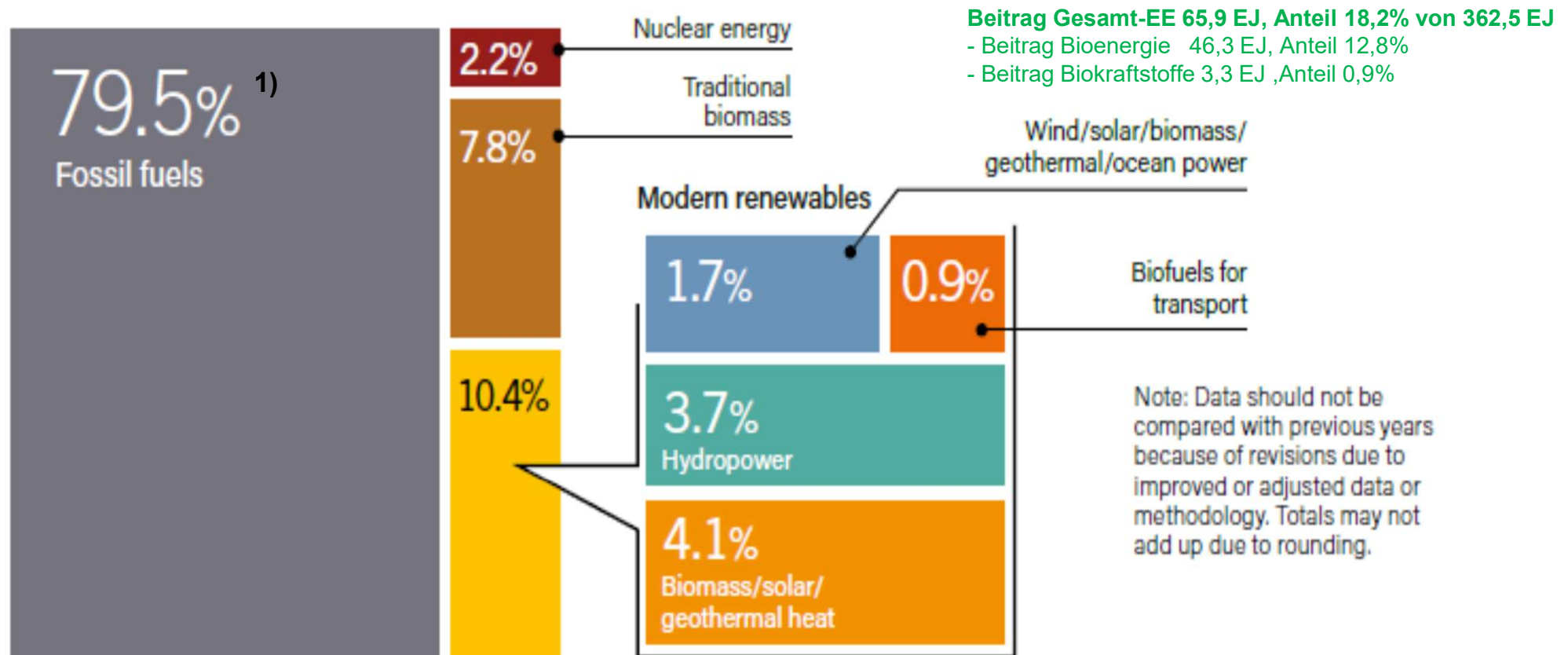
Quellen: REN21 – Renewables 2018 Global Status Report, 6/2018 aus BMWI „Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung 2017; S. 54; 9/2018

Globaler Endenergieverbrauch (EEV) mit Anteilen aus erneuerbaren Energien (EE) im Jahr 2016 nach REN21 (4)

Gesamt 362,5 EJ = 100,7 Bill. kWh = 8.658 Mtoe

Ø 48,8 GJ/Kopf = 13,6 MWh/Kopf = 1,17 toe/Kopf *

FIGURE 1. Estimated Renewable Share of Total Final Energy Consumption, 2016



Source: See endnote 18 for this chapter.

* Stand 2016 vorläufig, Stand 6/2018

Energieeinheiten: 1 Mio. t RÖE (Mtoe) = 1,429 Mio. t SKE = 11,63 Mrd. kWh (TWh) = 41,868 PJ

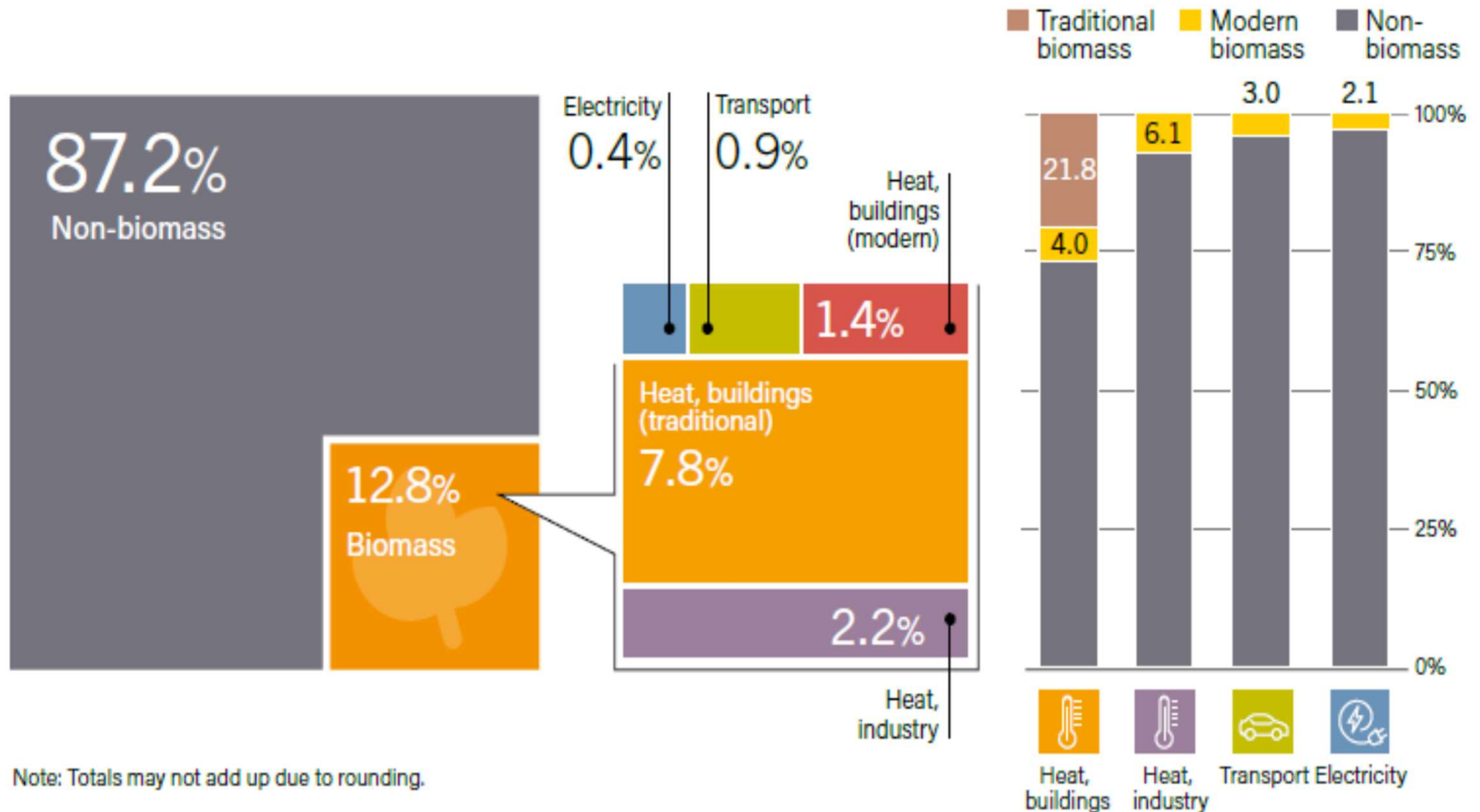
1) Direkte und indirekte fossile Energieträger einschließlich Sonstige 79,5%,

Weltbevölkerung (Jahresdurchschnitt) 7.429 Mio nach IEA

Globale **Anteile Biomasse** beim Endenergieverbrauch nach Energieträgern (EEV) und bei den Sektoren 2016 (5)

Bioenergie 46,3 EJ, Anteil 12,8% von 362,5 EJ

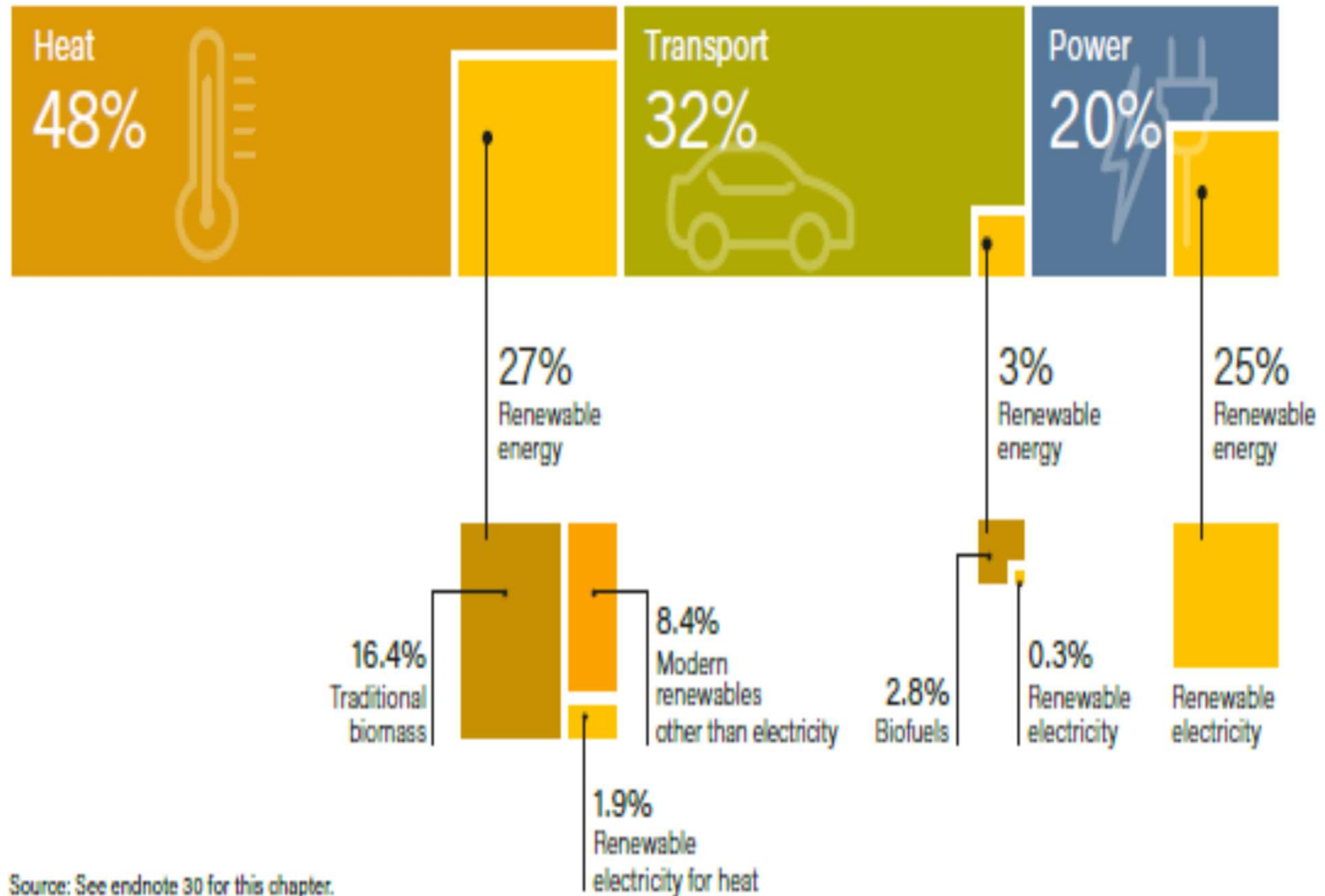
FIGURE 16. Shares of Bioenergy in Total Final Energy Consumption, Overall and by End-Use Sector, 2016



Globale erneuerbare Energien im Gesamtenergieverbrauch nach Nutzungsarten 2015 (6)

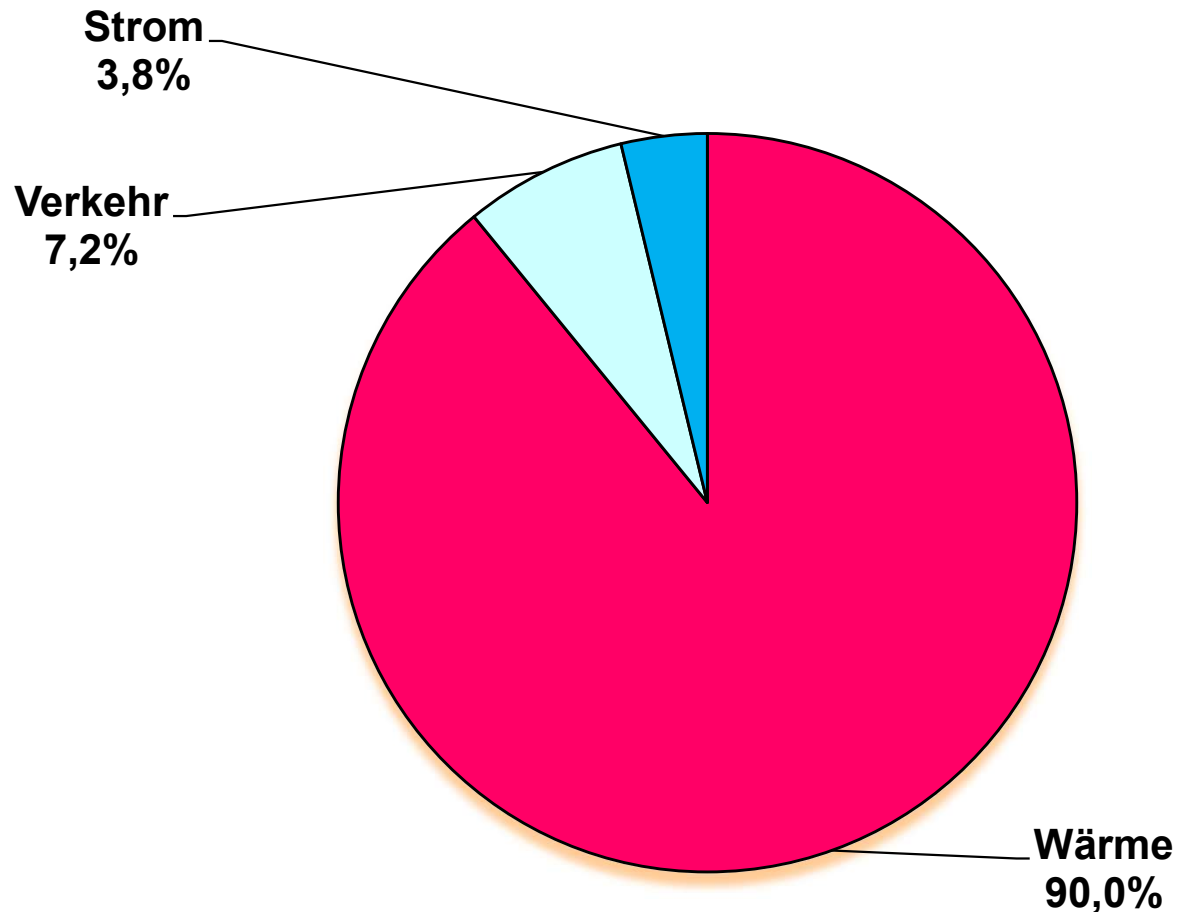
Gesamt 357,9 EJ = 99,4 Bill. kWh = 8.547,6 Mtoe ¹⁾

FIGURE 3. Renewable Energy in Total Final Energy Consumption, by Sector, 2015



Struktur der Endenergiebereitstellung aus Biomasse + biogene Abfälle nach Nutzungsarten in der Welt im Jahr 2015 (7)

Gesamt 44,056 EJ = 12,238 Bill. kWh = 1.052,212 Mtoe* 1)
Anteil EE 12,3% von 357,9 EJ = 99,4 Bill. kWh = 8.547,6 Mtoe



Grafik Bouse 2017

* Daten 2015 vorläufig, Stand 9/2017

Biomasse + biogene Abfälle

1) Biomasse + biogene Abfälle 12.238 TWh, davon Strom 464 TWh + Wärme/Kälte 10.890 TWh + Verkehr 884 TWh













Beitrag Feste Biomasse 1.942 TWh, davon Strom 344 TWh + Wärme/Kälte 10.599 TWh

2) Beitrag Biomasse + biogene Abfälle 12.238 TWh, davon Industrie 2.241 TWh (Anteil 7,1%), **Verkehr 884 TWh (2,8%)**, Haushalt 8.668 TWh (Anteil 36,3%), GHD 445 TWh (Anteil 3,5%)

Bevölkerung (Jahresmittel) 7.334 Mio.

Globale Entwicklung **erneuerbare Energie-Indikators** 2016/17

Jahr 2017: Investitionen 279,8 Bill. US-\$; installierte elektrische Leistung 2.195 GWe, installierte Wärmeleistung 472 GWth, Biokraftstoff 143,5 Bill. Liter

		2016	2017
INVESTMENT			
New investment (annual) in renewable power and fuels ¹	billion USD	274	279.8
POWER			
Renewable power capacity (including hydro)	GW	2,017	2,195
Renewable power capacity (not including hydro)	GW	922	1,081
 Hydropower capacity ²	GW	1,095	1,114
 Bio-power capacity	GW	114	122
 Bio-power generation (annual)	TWh	501	555
 Geothermal power capacity	GW	12.1	12.8
 Solar PV capacity ³	GW	303	402
 Concentrating solar thermal power (CSP) capacity	GW	4.8	4.9
 Wind power capacity	GW	487	539
 Ocean energy capacity	GW	0.5	0.5
HEAT			
 Solar hot water capacity ⁴	GW _{th}	456	472
TRANSPORT			
 Ethanol production (annual)	billion litres	103	106
 FAME biodiesel production (annual)	billion litres	31	31
 HVO production (annual)	billion litres	5.9	6.5

1 Investment data are from Bloomberg New Energy Finance and include all biomass, geothermal and wind power projects of more than 1 MW; all hydropower projects of between 1 and 50 MW; all solar power projects, with those less than 1 MW estimated separately; all ocean energy projects; and all biofuel projects with an annual production capacity of 1 million litres or more.

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 in this report for more information.

4 Solar hot water capacity data include water collectors only. The number for 2017 is a preliminary estimate.

Globale Gesamt-Erneuerbare Kapazität und Zubau zur Strom-, Wärme- und Biokraftstoffproduktion 2017

Ende 2017: Installierte Leistungen Stromerzeugung 2.095,2 GW_{el}, Wärmeerzeugung 811,0 GW_{th} und Kraftstoffproduktion 143,5 US-Bill. Liter/Jahr

TABLE R1. Global Renewable Energy Capacity and Biofuel Production, 2017

	Added During 2017	Existing at End-2017
Power Capacity (GW)		
 Bio-power	8.1	122
 Geothermal power	0.7	12.8
 Hydropower	19	1,114
 Ocean power	~0	0.5
 Solar PV	98	402
 Concentrating solar thermal power (CSP)	0.1	4.9
 Wind power	52	539
	177,9 GW _{el}	2.095,2 GW _{el}
Thermal Capacity (GW_{th})		
 Modern bio-heat	3	314
 Geothermal direct use ¹	1.4	25
 Solar collectors for water heating ²	35	472
Zubau	39,4 GW _{th}	811,0 GW _{th}
Transport Fuels Production (billion litres per year)		
 Ethanol	2.9	106
 FAME Biodiesel	0.1	31
 HVO	0.6	6.5
Zubau	3,6 US-Bill. Liter/Jahr	143,3 US-Bill. Liter/Jahr

1 Data do not include heat pumps (Solarkollektorkapazität ist nur für glasierte und unglasierte Wassersystemen. Die Zugänge sind netto)

2 Data do not include air collectors (Geothermal direkt: keine Erdwärmepumpen in der Geothermie, nur direkte Nutzung)

Note: Annual additions are net, except for the additions pertaining to solar collectors for water heating, which are gross. Numbers are rounded to the nearest GW/GW_{th}/billion litres, with the exceptions of numbers <15, which are rounded to first decimal point; where totals do not add up, the difference is due to rounding. Rounding is to account for uncertainties and inconsistencies in available data. Data reflect adjustments to year-end 2016 capacity data (particularly for bio-power and hydropower). Solar PV data are provided in direct current (DC); for hydropower, the GSR strives to exclude pure pumped storage capacity from hydropower capacity data. For more precise data, see Reference Tables R15-R21, Market and Industry chapter and related endnotes. FAME = fatty acid methyl esters; HVO = hydrotreated vegetable oil Quelle:

Top 5-Länderrangfolge jährliche Investition, Netto-Kapazitätzugänge und Produktion aus erneuerbaren Energie-Anlagen zur Strom- und Kraftstoffproduktion in der Welt Ende 2017

Annual Investment / Net Capacity Additions / Production in 2017

	1	2	3	4	5
Investment in renewable power and fuels (not including hydro over 50 MW)	China	United States	Japan	India	Germany
Investment in renewable power and fuels per unit GDP ¹	Marshall Islands	Rwanda	Solomon Islands	Guinea-Bissau	Serbia
 Geothermal power capacity	Indonesia	Turkey	Chile	Iceland	Honduras
 Hydropower capacity	China	Brazil	India	Angola	Turkey
 Solar PV capacity	China	United States	India	Japan	Turkey
 Concentrating solar thermal power (CSP) capacity ²	South Africa	-	-	-	-
 Wind power capacity	China	United States	Germany	United Kingdom	India
 Solar water heating capacity	China	Turkey	India	Brazil	United States
 Biodiesel production	United States	Brazil	Germany	Argentina	Indonesia
 Ethanol production	United States	Brazil	China	Canada	Thailand

1 Countries considered include only those covered by Bloomberg New Energy Finance (BNEF); GDP (at purchasers' prices) data for 2016 from World Bank. BNEF data include the following: all biomass, geothermal and wind power projects of more than 1 MW; all hydropower projects of between 1 and 50 MW; all solar power projects with those less than 1 MW (small-scale capacity) estimated separately; all ocean energy projects; and all biofuel projects with an annual production capacity of 1 million litres or more. Small-scale capacity data used to help calculate investment per unit of GDP cover only those countries investing USD 200 million or more.

2 Only one country brought CSP capacity online in 2017, which is why no countries are listed in places 2, 3, 4 and 5.

Top 5-Länderrangfolge der Gesamtleistung von erneuerbaren Energie-Anlagen zur Strom- und Wärmeerzeugung in der Welt Ende 2017

Total Capacity or Generation as of End-2017

	1	2	3	4	5
POWER					
Renewable power capacity (including hydropower)	China	United States	Brazil	Germany	India
Renewable power capacity (not including hydropower)	China	United States	Germany	India	Japan
Renewable power capacity <i>per capita</i> (not including hydro) ³	Iceland	Denmark	Germany/Sweden		Finland
🔌 Bio-power generation	China	United States	Brazil	Germany	Japan
🔌 Bio-power capacity	United States	Brazil	China	India	Germany
🔌 Geothermal power capacity	United States	Philippines	Indonesia	Turkey	New Zealand
⚡ Hydropower capacity ⁴	China	Brazil	Canada	United States	Russian Federation
⚡ Hydropower generation ⁴	China	Brazil	Canada	United States	Russian Federation
☀️ Solar PV capacity	China	United States	Japan	Germany	Italy
☀️ Solar PV capacity <i>per capita</i>	Germany	Japan	Belgium	Italy	Australia
☀️ Concentrating solar thermal power (CSP)	Spain	United States	South Africa	India	Morocco
💨 Wind power capacity	China	United States	Germany	India	Spain
💨 Wind power capacity <i>per capita</i>	Denmark	Ireland	Sweden	Germany	Portugal
HEAT					
☀️ Solar water heating collector capacity ⁵	China	United States	Turkey	Germany	Brazil
☀️ Solar water heating collector capacity <i>per capita</i>	Barbados	Austria	Cyprus	Israel	Greece
🔌 Geothermal heat capacity ⁶	China	Turkey	Iceland	Japan	Hungary

3 Per capita renewable power capacity (not including hydropower) ranking based on data gathered from various sources for more than 70 countries and on 2016 population data from the World Bank.

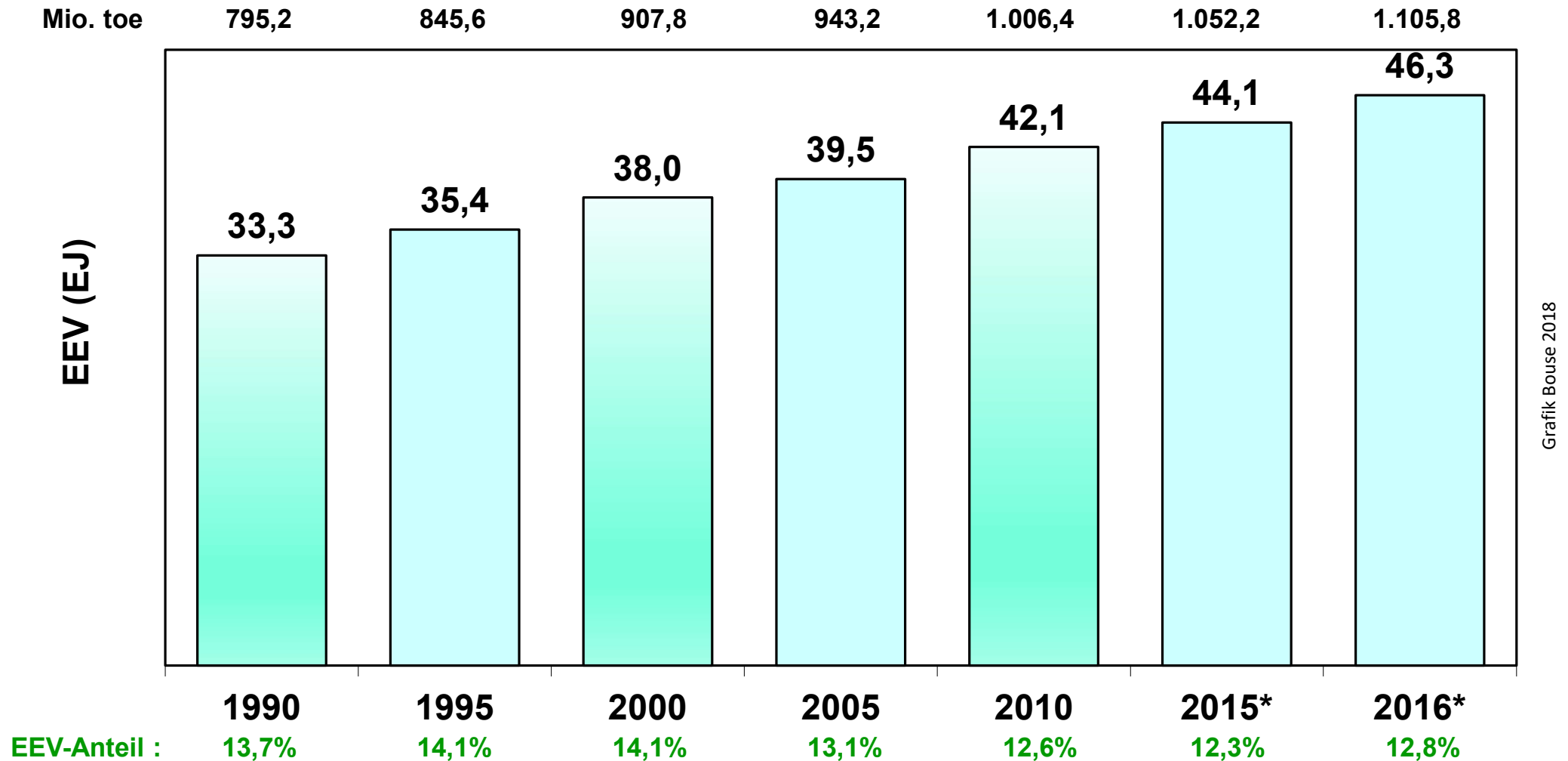
4 Country rankings for hydropower capacity and generation differ because some countries rely on hydropower for baseload supply whereas others use it more to follow the electric load to match peaks in demand.

5 Solar water heating collector rankings for total capacity and per capita are for year-end 2016 and are based on capacity of water (glazed and unglazed) collectors only. Data from International Energy Agency Solar Heating and Cooling Programme. Total capacity rankings are estimated to remain unchanged for year-end 2017.

6 Not including heat pumps.

Globale Entwicklung Endenergieverbrauch aus Biomasse und Abfall ^{1,2)} von 1990 bis 2016 **nach IEA**

Jahr 2016: 46,3 EJ = 12,9 Bill. kWh = 1.105,8 Mtoe; Veränderung 1990/2016 + 39,1%,
60,1 GJ/Kopf = 16,7 MWh/Kopf = 0,14 toe/Kopf



* Daten 2016 vorläufig, Stand 9/2018

Energieeinheiten: 1 Mio. t RÖE (Mtoe) = 1,429 Mio. t SKE = 11,63 Mrd. kWh (TWh) = 41,869 PJ

1) Biomasse & biogener und nicht biogener Abfall

2) Jahr 2015: Anteile Biomasse & Abfall am EEV-Industrie 7,1%, EEV Verkehr 2,8%, EEV Haushalte 36,3% und EEV-GHD 3,5%

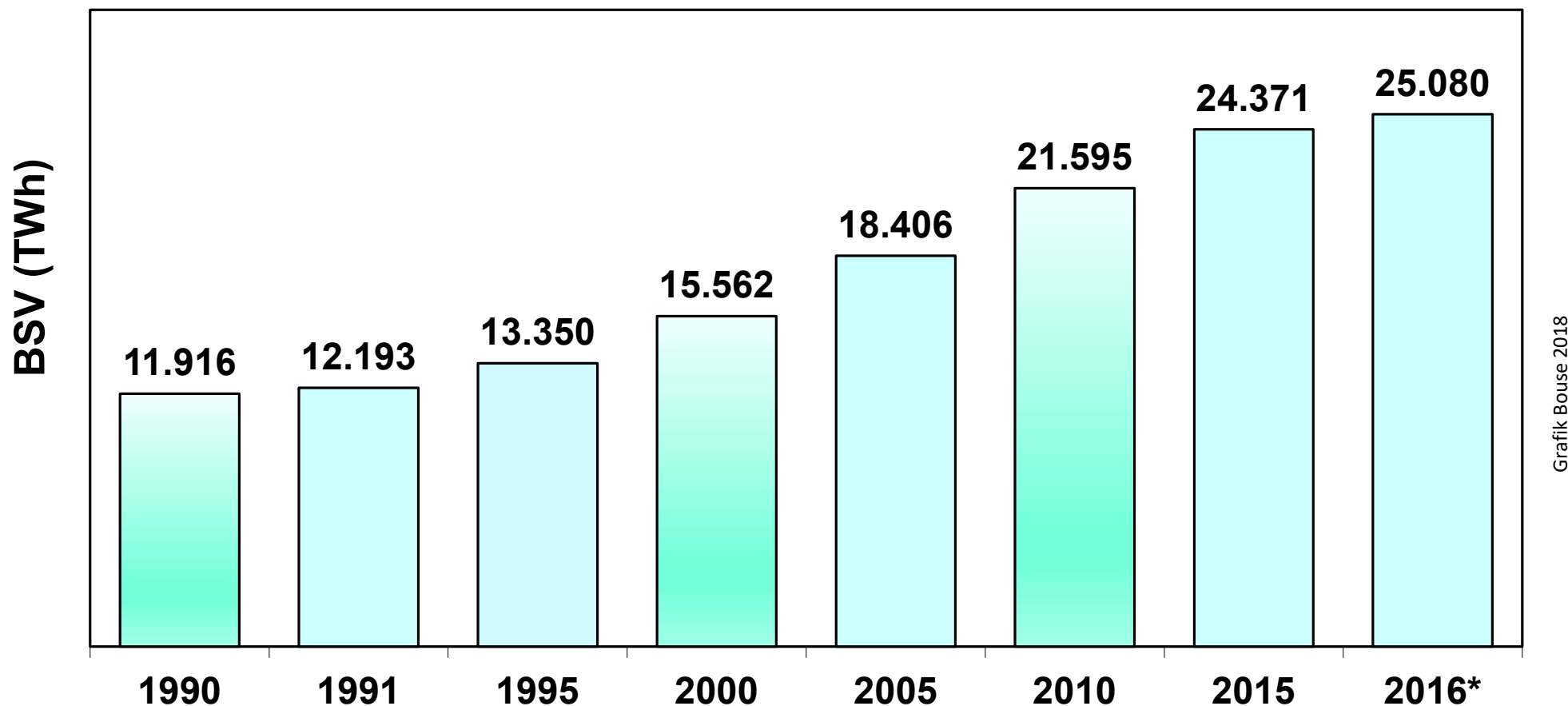
Quellen: OECD/IEA – Indikatoren & Energiebilanz Welt 1990-2016, 9/2018 aus www.iea.org ; REN21 - Renewables 2018, Global Status Report, S. 70, 6/2018

Grafik Bouse 2018

Beiträge Erneuerbare - Biogase zur Stromversorgung

Globale Entwicklung Brutto-Stromverbrauch (BSV) 1990-2016 **nach IEA**

Jahr 2016: Gesamt 25.080 TWh (Mrd. kWh) = 25,1 Bill. kWh; Veränderung 1990/2016 + 104,5%
Ø 3.376 kWh/Kopf*



Grafik Bouse 2018

Bruttostromverbrauch (BSV) = Bruttostromerzeugung (BSE) + Einfuhr - Ausfuhr

* Daten 2016 vorläufig, Stand 9/2018

1) Jährlich geringfügige Abweichungen beim BSV gegenüber BSE

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2016 = 7.429 Mio.

Quelle: IEA - Key World Energy Statistics 2018, Ausgabe 9/2018, aus www.iea.org

Globale Entwicklung Brutto-Stromerzeugung (BSE) 1990-2016, Prognose bis 2040 **nach IEA** (1)

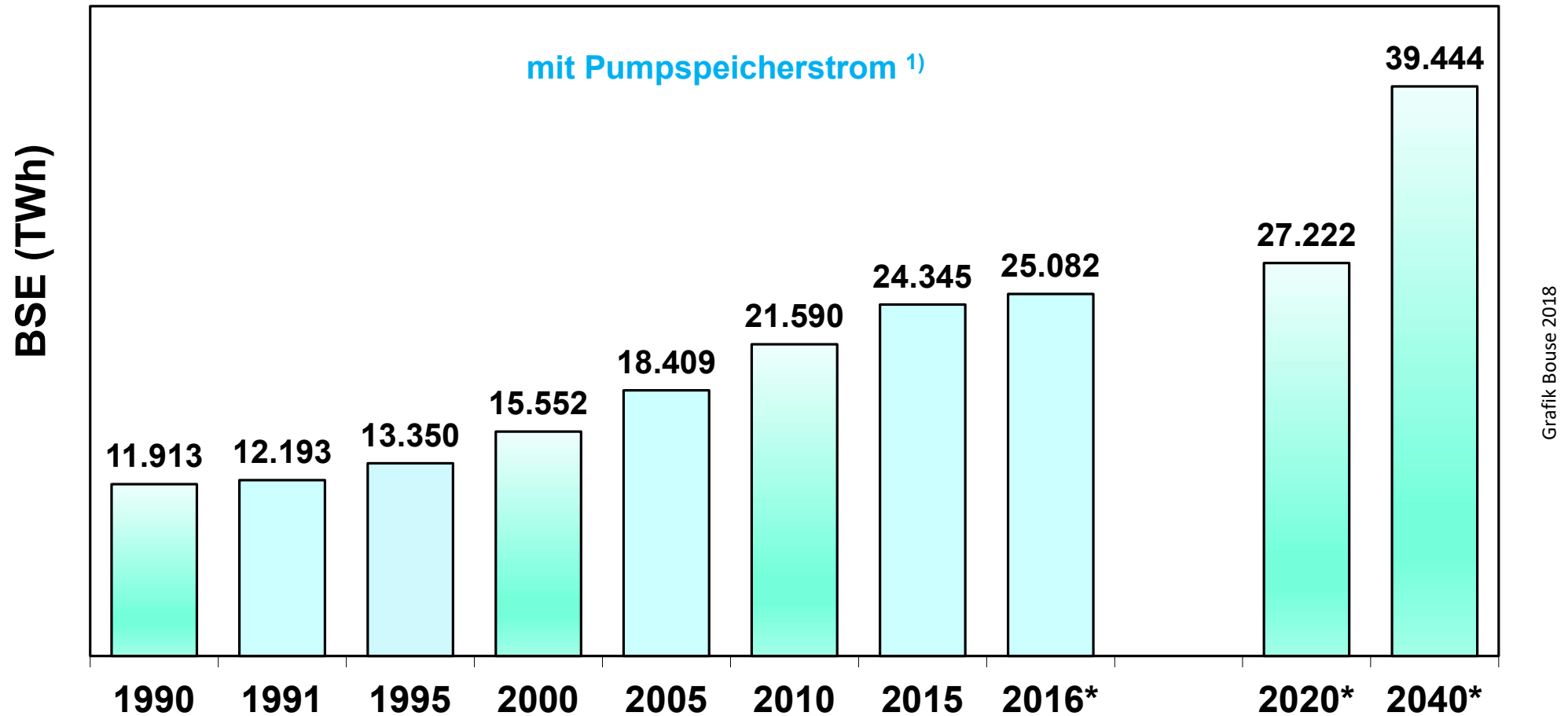
Jahr 2016: Gesamt 25.082 TWh (Mrd. kWh) = 25,1 Bill. kWh ¹⁾; Veränderung 1990/2016 + 110,5%

Ø 3.379 kWh/Kopf

ohne Pumpspeicherstrom

21.431

24.255



* Daten ab 2016 vorläufig, IEA Prognose 2020/40; Stand 7/2018

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2016: 7.424 Mio.

¹⁾ Inklusiv Pumpspeicherstrom (z.B. Jahr 2010: 151 TWh; 2015: 90,0 TWh)

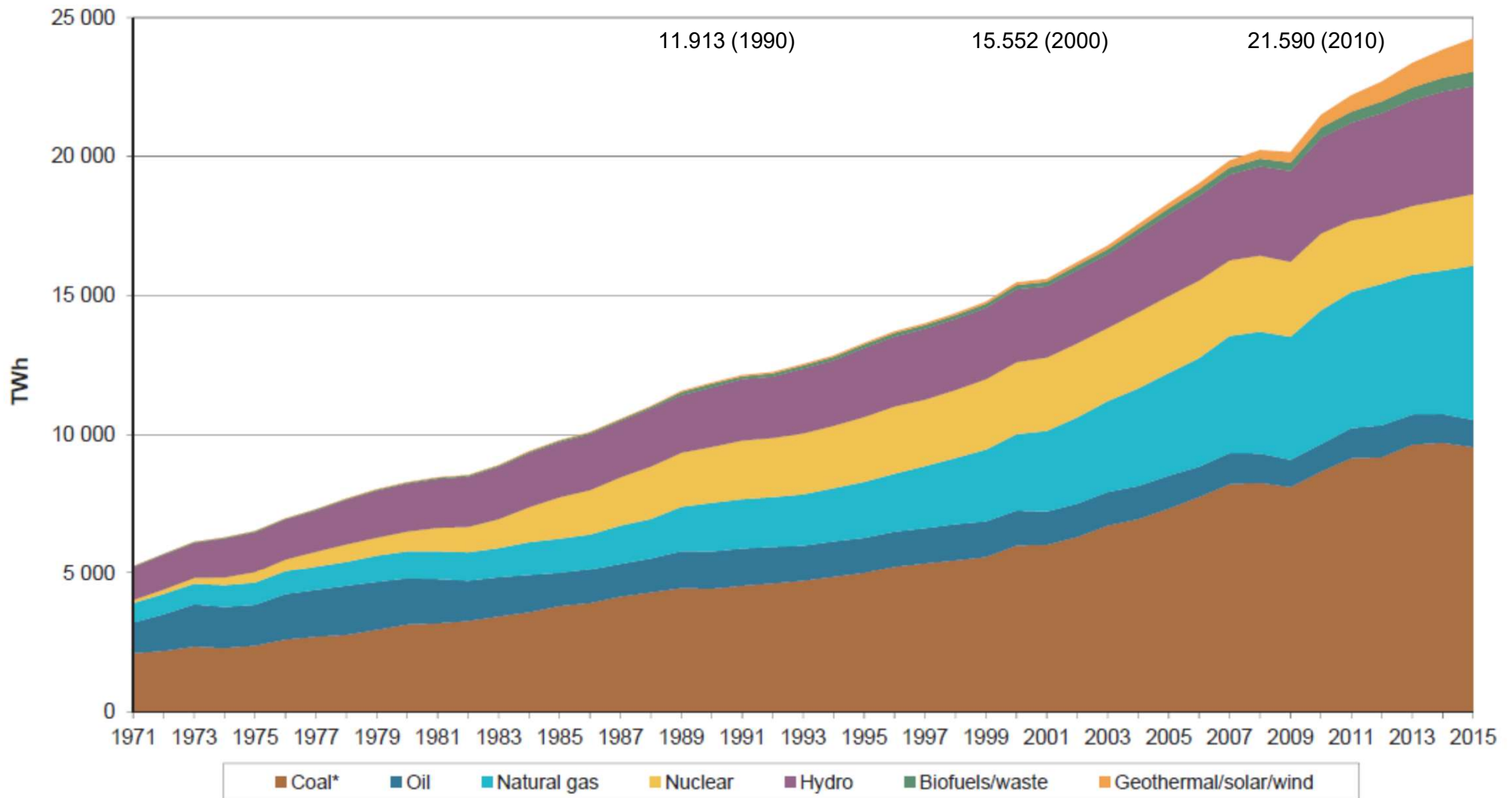
Quellen: OECD/IEA – Statistik Strom & Wärme in der Welt 1990-2015, 9/2017 aus www.iea.org, GV Steinkohle e.V. – Jahresbericht 2017, 11/2017;

IEA – Elektrizitäts-Information 2018, Überblick 7/2018

Globale Entwicklung Brutto-Stromerzeugung (BSE) nach Energieträgern 1971/1990-2016 **nach IEA (2)**

Jahr 2016: Gesamt 25.082 TWh (Mrd. kWh) = 25,1 Bill. kWh ¹⁾ ; Veränderung 1990/2016 + 110,5%

Ø 3.379 kWh/Kopf



* In this graph, peat and oil shale are aggregated with coal, when relevant. (Im Diagramm sind Torf und Ölschiefer mit Kohle relevant aggregiert).

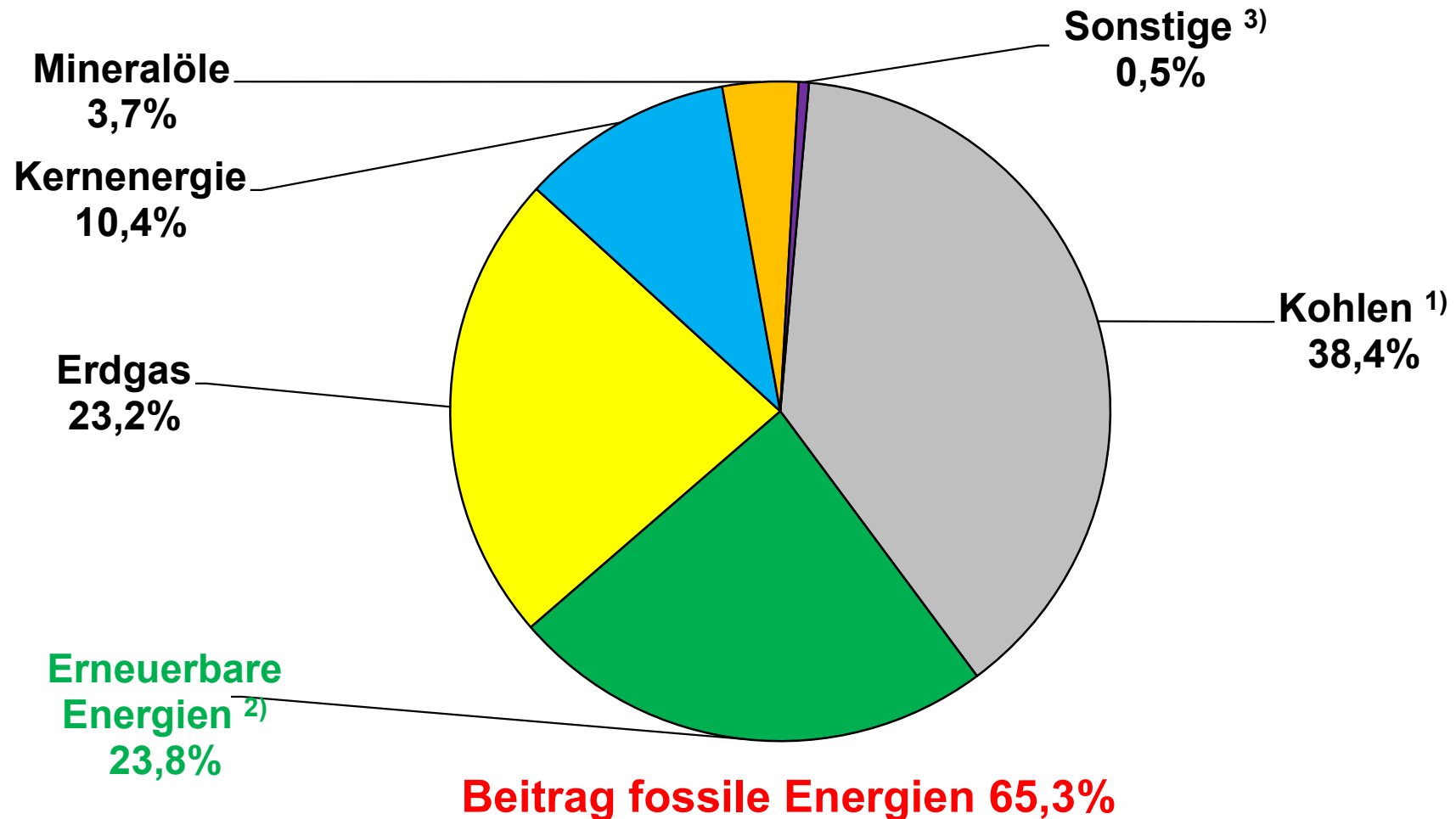
¹⁾ Inklusiv Pumpspeicherstrom (Jahr 2015: 90,0 TWh, Anteil 0,4%)

Weltbevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2016: 7.424 Mio.

Quelle: OECD/IEA – Statistik Stromerzeugung in der Welt 2015, 9/2017 aus www.iea.org ; IEA – Elektrizitäts-Information 2018, Überblick 7/2018

Globale Brutto-Stromerzeugung (BSE) nach Energieträgern mit Anteile erneuerbare Energien 2016 nach IEA (3)

Gesamt 25.082 TWh (Mrd. kWh) = 25,1 Bill. kWh ¹⁾; Veränderung 1990/2016 + 110,5%
Ø 3.379 kWh/Kopf



Grafik Bouse 2018

* Daten 2016 vorläufig, Stand 7/2018

Weltbevölkerung (Jahresdurchschnitt) 7.429 Mio

1) Kohle einschließlich Torf

2) Erneuerbare Energien, davon reg. Wasserkraft 16,3%, Windenergie, Solar, Geothermie, Tide (5,5%), Bioenergie und biogener Abfall u.a. (2,0%)

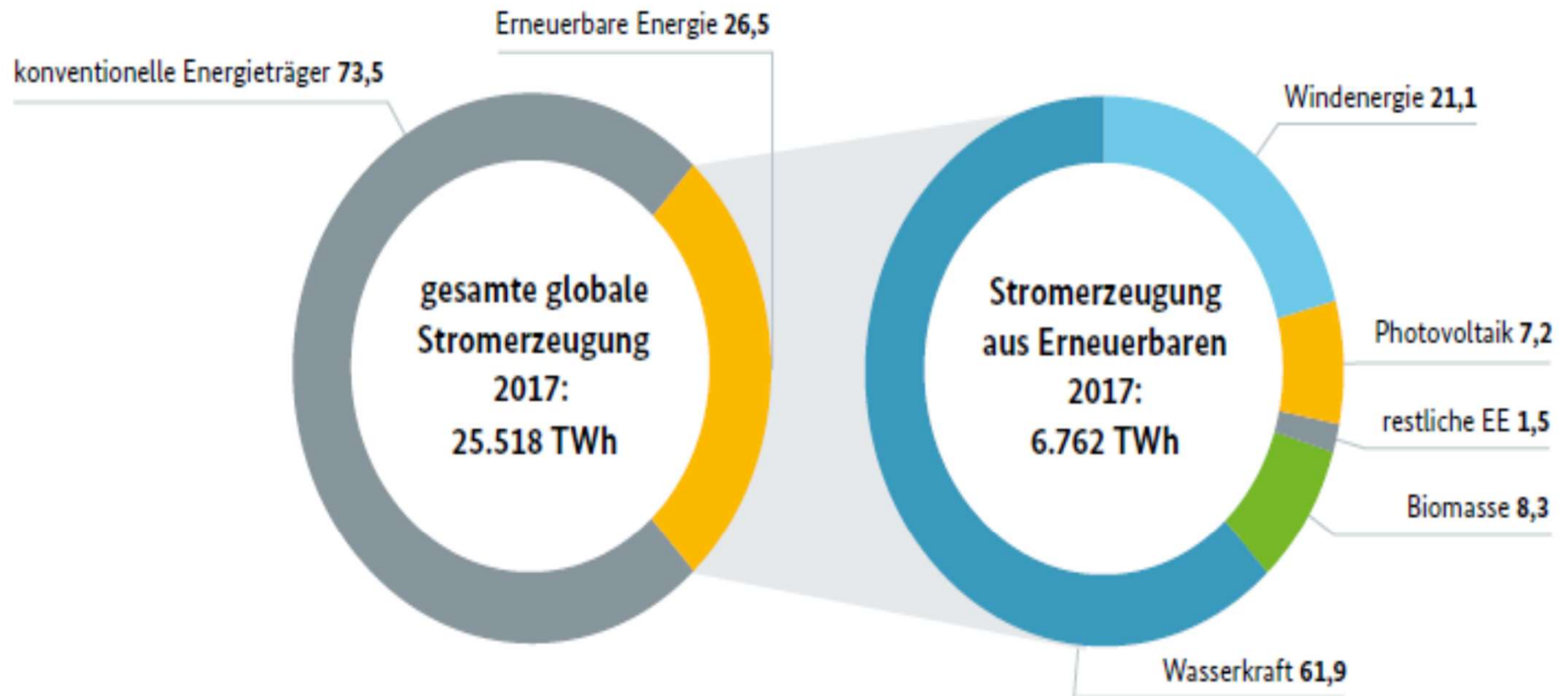
3) Nicht biogener Abfall 50% + Wärme sowie nicht erneuerbarer Pumpspeicherstrom (0,5%)

Globale Brutto-Stromerzeugung (BSE) nach Energieträgern mit Beitrag erneuerbare Energien (EE) im Jahr 2017 nach REN21 (4)

Gesamt: 25.518 TWh (Mrd kWh)

Beitrag Erneuerbare Energien 6.762 TWh (Mrd. kWh), Anteil 26,5%

in Prozent



Quelle: REN21: Renewables 2018 Global Status Report; REN21 Secretariat, Paris, 2018 [39]

Globale Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien (EE) nach OECD-34, EU-28 und ausgewählten Regionen im Jahr 2012/15 nach IEA (5)

Jahr 2015: Gesamt 5.551 TWh (Mrd. kWh), Weltanteil 22,8%
 von der Welt-Bruttostromerzeugung 24.345 TWh (Mrd. kWh)
 Beitrag Biomasse 464 TWh, EE-Anteil 8,4%, Anteil BSE-Welt 1,9%

Jahr 2012	Wasser- kraft	Biomasse	Abfall ¹	Wind- energie	Geo- thermie	Photo- voltaik	Sonstige EE ²	EE-Strom gesamt	Anteil EE-Strom (%)
	(Milliarden kWh)								
Nordamerika	690,6	63,5	8,8	156,9	24,0	9,5	0,99	954,1	18,3
Süd-/Mittelamerika	722,4	50,2	–	7,5	3,7	0,1	0,02	784,0	63,9
Asien/Ozeanien	1.279,9	93,2	6,0	140,0	28,6	19,1	0,02	1.566,8	17,0
Europa/Eurasien	845,1	131,8	19,7	213,8	12,3	68,1	4,24	1.295,0	24,4
Mittlerer Osten	22,2	0,1	–	0,22	–	0,4	–	22,9	2,4
Afrika	112,2	1,8	–	2,4	1,6	0,3	–	118,3	16,4
OECD	1.389,2	237,1	32,0	379,5	44,6	86,1	5,23	2.173,7	20,1
NON-OECD	2.283,1	107,4	2,9	141,1	25,6	11,10	0,03	2.571,2	21,6
EU	335,1	130,4	19,0	205,8	5,8	67,2	4,24	767,4	23,5
Welt	3.672,2	344,5	34,9	520,5	70,2	97,2	5,26	4.744,8	20,9

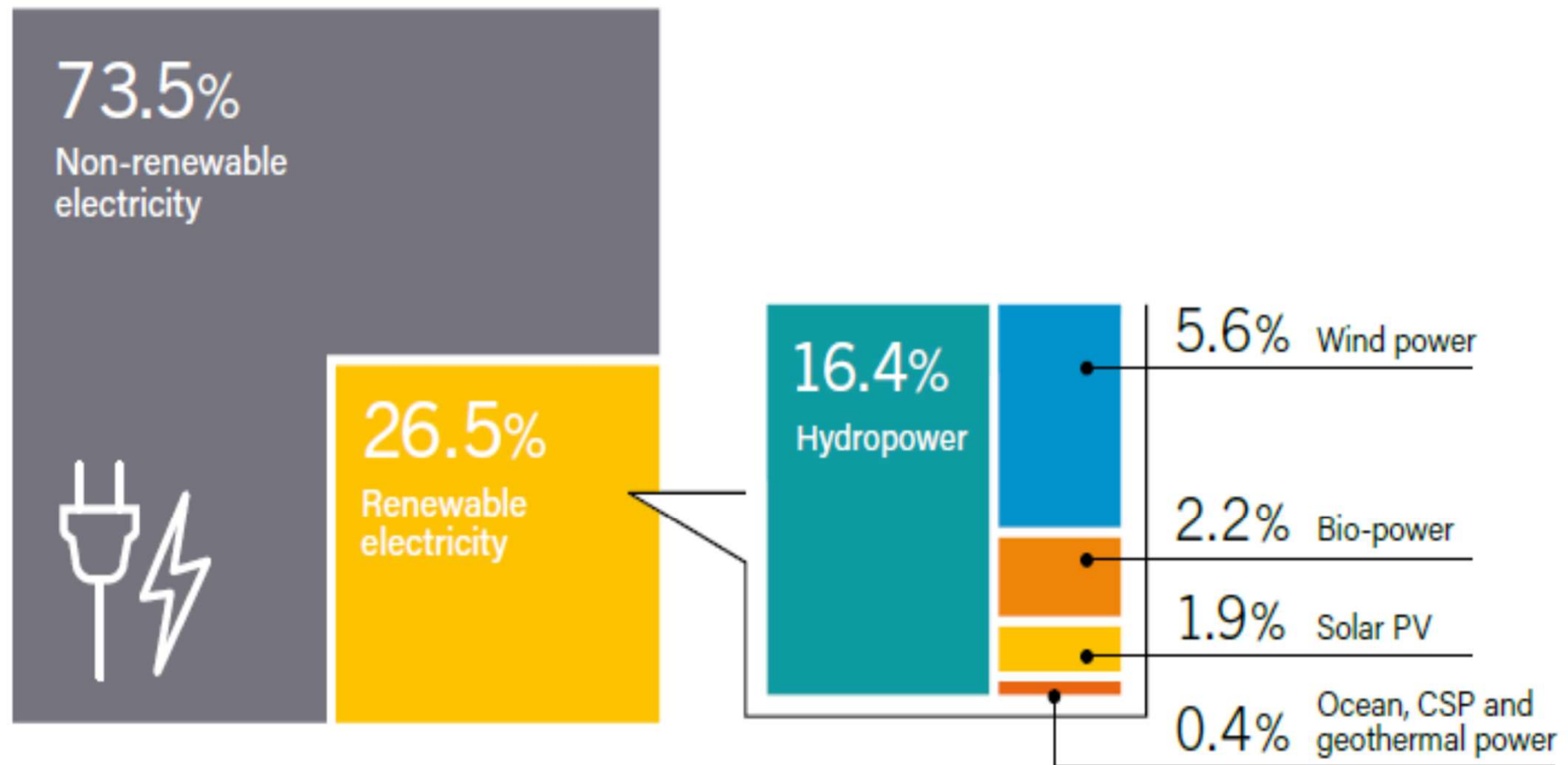
Jahr 2015 Welt: 1 nur biogener Anteil des kommunalen Abfalls **3.889** **433,8** **30,2** **838** **80,4** **246,6** **10,4** **5.551** **22,8**
 2 solarthermische Kraftwerke und Meeresenergie **464**

Globale Brutto-Stromerzeugung (BSE) nach Energieträgern mit Anteile erneuerbare Energien im Jahr 2017 nach REN21 (6)

Gesamt: 25.518 TWh (Mrd kWh)

Beitrag Erneuerbare Energien 6.762 TWh (Mrd. kWh), Anteil 26,5%

FIGURE 6. Estimated Renewable Energy Share of Global Electricity Production, End-2017



Source: See endnote 188 for this chapter.

* Daten 2017 vorläufig, Stand 9/2018

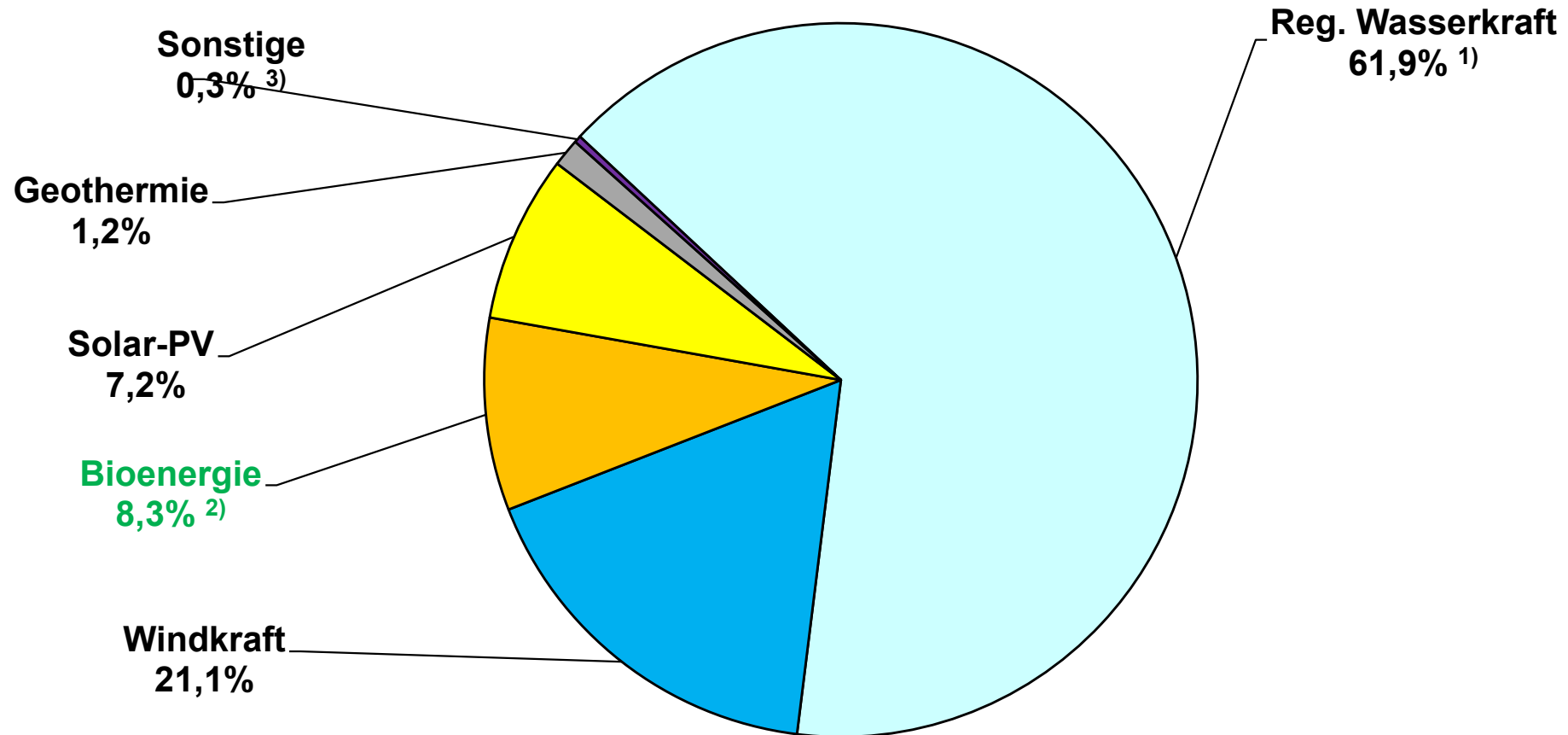
Quellen: REN21 - Renewables 2018, Global Status Report, S. 41, 6/2018; BMWI – EE in Zahlen, Nationale und internationale Entwicklung 2017, S. 55, 9/2018

Globale Bruttostromerzeugung aus erneuerbare Energien 2017 nach REN21 (7)

Gesamt: 6.762 TWh (Mrd kWh)*

Weltanteil 26,5% von 25.518TWh (Mrd. kWh)

Beitrag Bioenergie 555 TWh (Mrd. kWh), Anteil 2,2%



* Daten 2017 vorläufig, Stand 9/2018

Erneuerbare Energien 6.062 TWh (Anteil 26,5%), davon reg. Wasserkraft 16,4%, Windenergie 5,6%, Bioenergie mit biogene Abfälle 2,2%, Solar-PV 1,9%, Geothermie 0,3%, Solar-CSP und Meeresenergie 0,1%

1) Reg. Wasserkraft ohne nicht erneuerbaren Strom aus Pumpspeicherkraftwerken

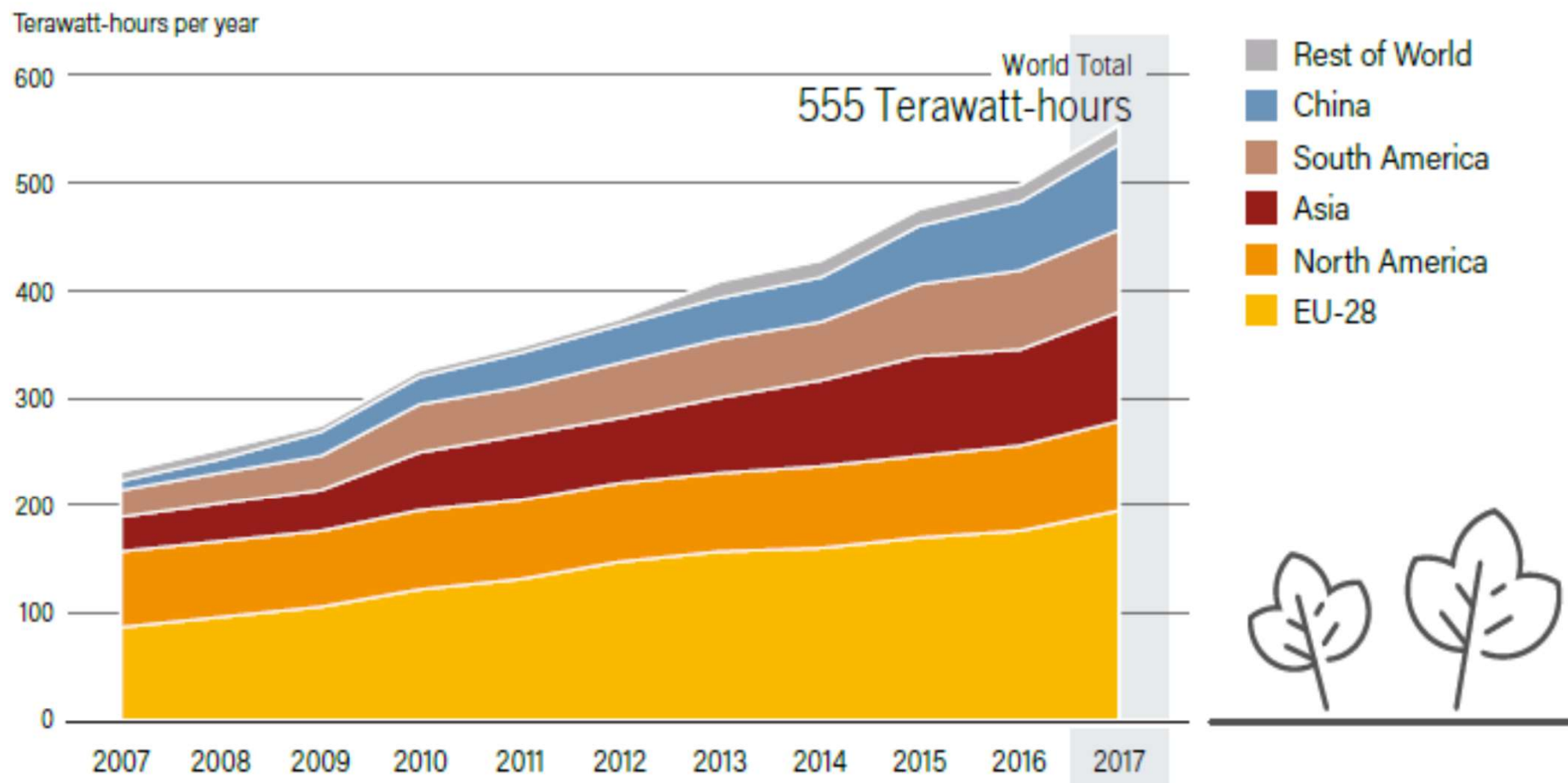
2) Bioenergie = Biomasse + biogener Abfall

3) Sonstige: Meeresenergie und Solarthermie CSP.

Globale Entwicklung **Bruttostromerzeugung (BSE) aus Erneuerbare-Biomasse** nach Regionen und EU-28 2007-2017 (8)

Jahr 2017: 555 TWh, Anteil 2,2% von gesamt 25.518 TWh (Mrd kWh) *

FIGURE 18. Global Bio-Power Generation by Region, 2007-2017



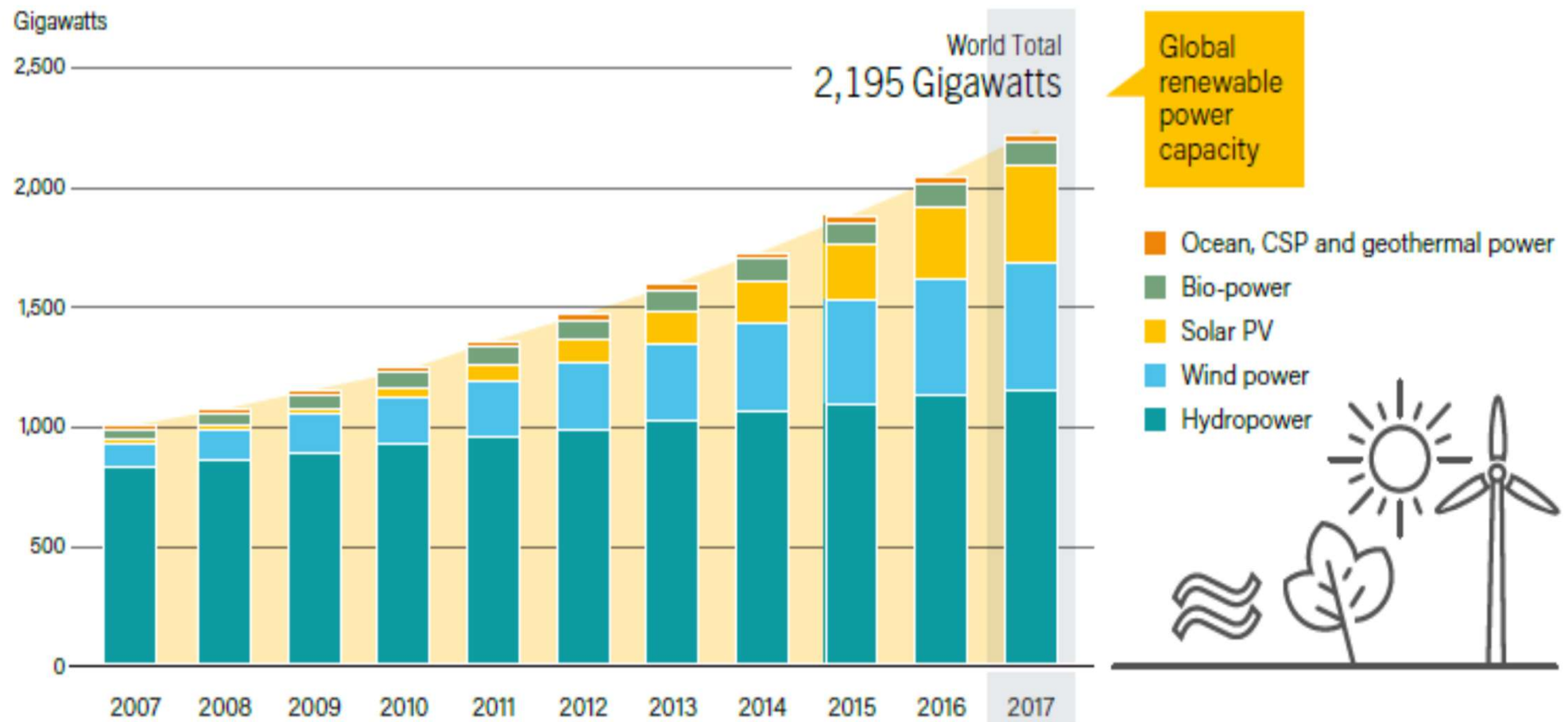
* Daten 2017 vorläufig, Stand 9/2018

Quelle: REN21 - Renewables 2018, Global Status Report, S. 72, 6/2017; BMWI – EE in Zahlen, N & I Entwicklung, S 49, 9/2018

Entwicklung installierte Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in der Welt Ende 2007-2017 nach REN21 (1)

Gesamt 2.195 GW,
davon Beitrag Biomasse 122 GW (Anteil 5,6%)

FIGURE 5. Global Renewable Power Capacity, 2007-2017










Source: See endnote 186 for this chapter.

Installierte Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbare Energien nach TOP-Regionen und Ländern der Welt 2017 (2)

Gesamte installierte Leistung 2.195 GW
Beitrag EU-28: 443 GW (Anteil 20,2%)

■ TABLE R2. Renewable Power Capacity, World and Top Regions/Countries¹, 2017

Technology	World Total	BRICS ²	EU-28	China	United States	Germany	India	Japan	United Kingdom
	GW			GW					
 Bio-power	122	40	40	14.9	16.7	8	9.5	3.6	6
 Geothermal power	12.8	0.1	0.8	~0	2.5	~0	0	0.5	0
 Hydropower	1,114	507	124	313	80	5.6	45	23	1.9
 Ocean power	0.5	~0	0.2	~0	~0	0	0	0	~0
 Solar PV ³	402	152	108	131	51	42	18.3	49	12.7
 Concentrating solar thermal power (CSP)	4.9	0.5	2.3	~0	1.7	~0	0.2	0	0
 Wind power	539	236	169	188	89	56	33	3.4	18.9
Total renewable power capacity (including hydropower)	2,195	936	443	647	241	112	106	79	39
Total renewable power capacity (not including hydropower)	1,081	429	320	334	161	107	61	57	38
Per capita capacity (kilowatts per inhabitant, not including hydropower)	0.1	0.1	0.6	0.2	0.5	1.3	0.05	0.4	0.6

1 Die Tabelle zeigt die sechs wichtigsten Länder nach der Gesamtkapazität für erneuerbare Energien ohne Wasserkraft. Wenn Wasserkraft einbezogen würde, wären dies Länder und Rankings unterscheiden sich etwas (die ersten sechs wären China, die Vereinigten Staaten, Brasilien, Deutschland, Indien und Kanada).

2 Die fünf BRICS-Länder sind Brasilien, die Russische Föderation, Indien, China und Südafrika.








3 Solar-PV-Daten werden in Gleichstrom (DC) geliefert. Weitere Informationen finden Sie unter Methodologische Hinweise.

Hinweis: Die Gesamtsumme bezieht sich auf zusätzliche Länder, die nicht angezeigt werden. Die Zahlen basieren auf den besten zum Zeitpunkt der Produktion verfügbaren Daten. Um zu berücksichtigen Unsicherheiten und Inkonsistenzen bei den verfügbaren Daten, die Zahlen werden auf die nächste 1 GW gerundet, mit Ausnahme der folgenden: Gesamtkapazität 20 GW und Pro Kopf werden auf den nächsten Dezimalpunkt gerundet (außer Indien, das auf 0,01 kW gerundet wird). Wo Summen nicht addieren Der Unterschied ist auf Rundungen zurückzuführen. Kapazitätsmengen von <50 MW (einschließlich Pilotprojekte) sind mit „~ 0“ gekennzeichnet. Genauere Kapazitätsdaten finden Sie in Kapitel zu Markt und Industrie und dazugehörige Endnoten. Zahlen sollten nicht mit früheren Versionen dieser Tabelle verglichen werden, um jährliche Zuwächse zu erzielen, da einige Anpassungen sind eher auf verbesserte oder angepasste Daten als auf tatsächliche Kapazitätsänderungen zurückzuführen. Wasserkraft insgesamt und damit die gesamte Welt erneuerbar Kapazität (und für einige Länder insgesamt) spiegeln die Bemühungen wider, reine Pumpspeicherkapazitäten wegzulassen. Weitere Informationen zu Wasserkraft und Pumpspeicher finden Sie siehe methodische Hinweise.

Zubau und gesamte Installierte Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbare Energien in der Welt 2017 (3)

Gesamte installierte Leistung 2.195 GW, davon Zubau 178 GW

■ TABLE R1. Global Renewable Energy Capacity and Biofuel Production, 2017

	Added During 2017	Existing at End-2017
Power Capacity (GW)	178 GW	2.195 GW
 Bio-power	8.1	122
 Geothermal power	0.7	12.8
 Hydropower	19	1,114
 Ocean power	~0	0.5
 Solar PV	98	402
 Concentrating solar thermal power (CSP)	0.1	4.9
 Wind power	52	539

TOP 5–Länder bei der globalen Gesamtkapazität von erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung Ende 2017 (4)

Total Capacity or Generation as of End-2017

	1	2	3	4	5
POWER					
Renewable power capacity (including hydropower)	China	United States	Brazil	Germany	India
Renewable power capacity (not including hydropower)	China	United States	Germany	India	Japan
Renewable power capacity <i>per capita</i> (not including hydro) ³	Iceland	Denmark	Germany/Sweden		Finland
🔌 Bio-power generation	China	United States	Brazil	Germany	Japan
🔌 Bio-power capacity	United States	Brazil	China	India	Germany
🔌 Geothermal power capacity	United States	Philippines	Indonesia	Turkey	New Zealand
💧 Hydropower capacity ⁴	China	Brazil	Canada	United States	Russian Federation
💧 Hydropower generation ⁴	China	Brazil	Canada	United States	Russian Federation
☀️ Solar PV capacity	China	United States	Japan	Germany	Italy
☀️ Solar PV capacity <i>per capita</i>	Germany	Japan	Belgium	Italy	Australia
☀️ Concentrating solar thermal power (CSP)	Spain	United States	South Africa	India	Morocco
💨 Wind power capacity	China	United States	Germany	India	Spain
💨 Wind power capacity <i>per capita</i>	Denmark	Ireland	Sweden	Germany	Portugal

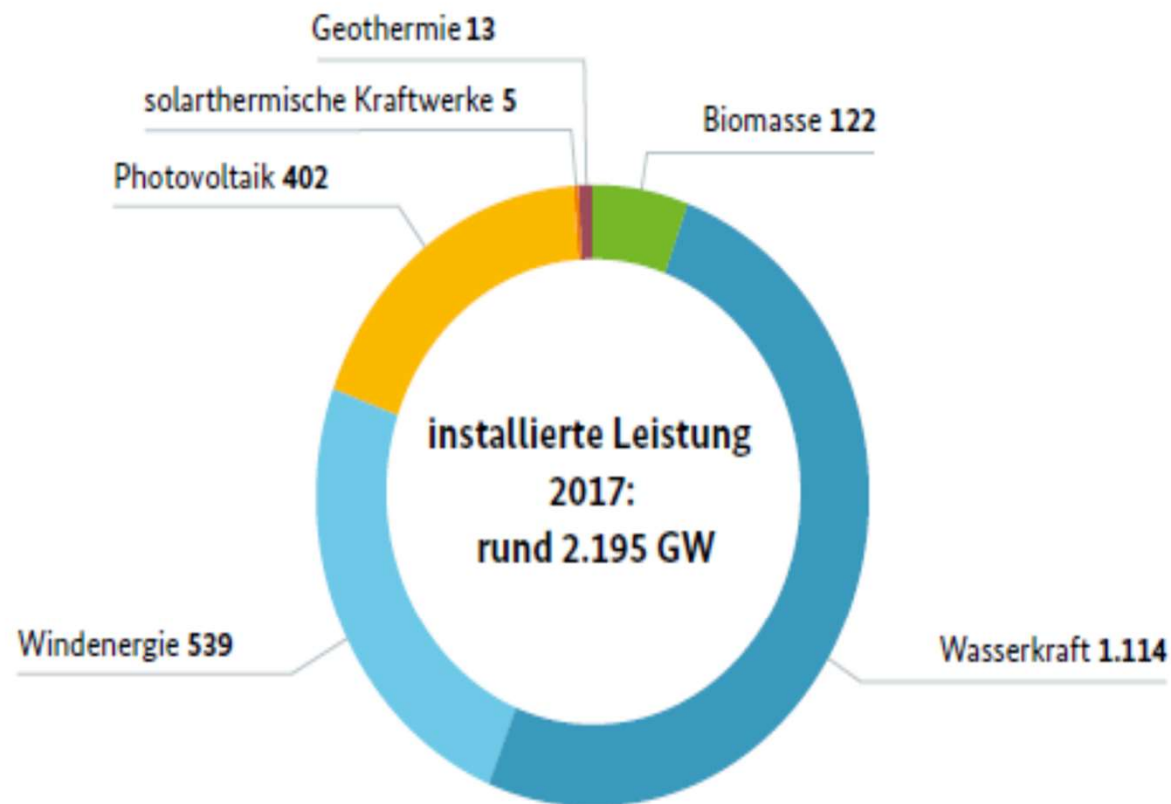
³ Per capita renewable power capacity (not including hydropower) ranking based on data gathered from various sources for more than 70 countries and on 2015 population data from World Bank.

⁴ Country rankings for hydropower capacity and generation differ because some countries rely on hydropower for baseload supply whereas others use it more to follow the electric load and to match peaks in demand.

Globale installierte Gesamt-Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien Ende 2017 nach REN21 (5)

Gesamt 2.195 GW,
davon Beitrag Biomasse 122 GW, Anteil 5,6%

Abbildung 59: Gesamte installierte Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien zum Jahresende 2017
Gigawatt (GW)











Quelle: REN21: Renewables 2018 Global Status Report; REN21 Secretariat, Paris, 2018 [39]

aus BMWI- Erneuerbare Energien in Zahlen - Nationale und internationale Entwicklung 2017, S. 56, 9/2018

Entwicklung ausgewählte globale Indikatoren (Kennzahlen) von **erneuerbaren Energien** zur **Stromerzeugung** 2016/17 (6)

Jahr 2017: Gesamte installierte Leistung 2.195 GW,
Bioenergie 122 GW

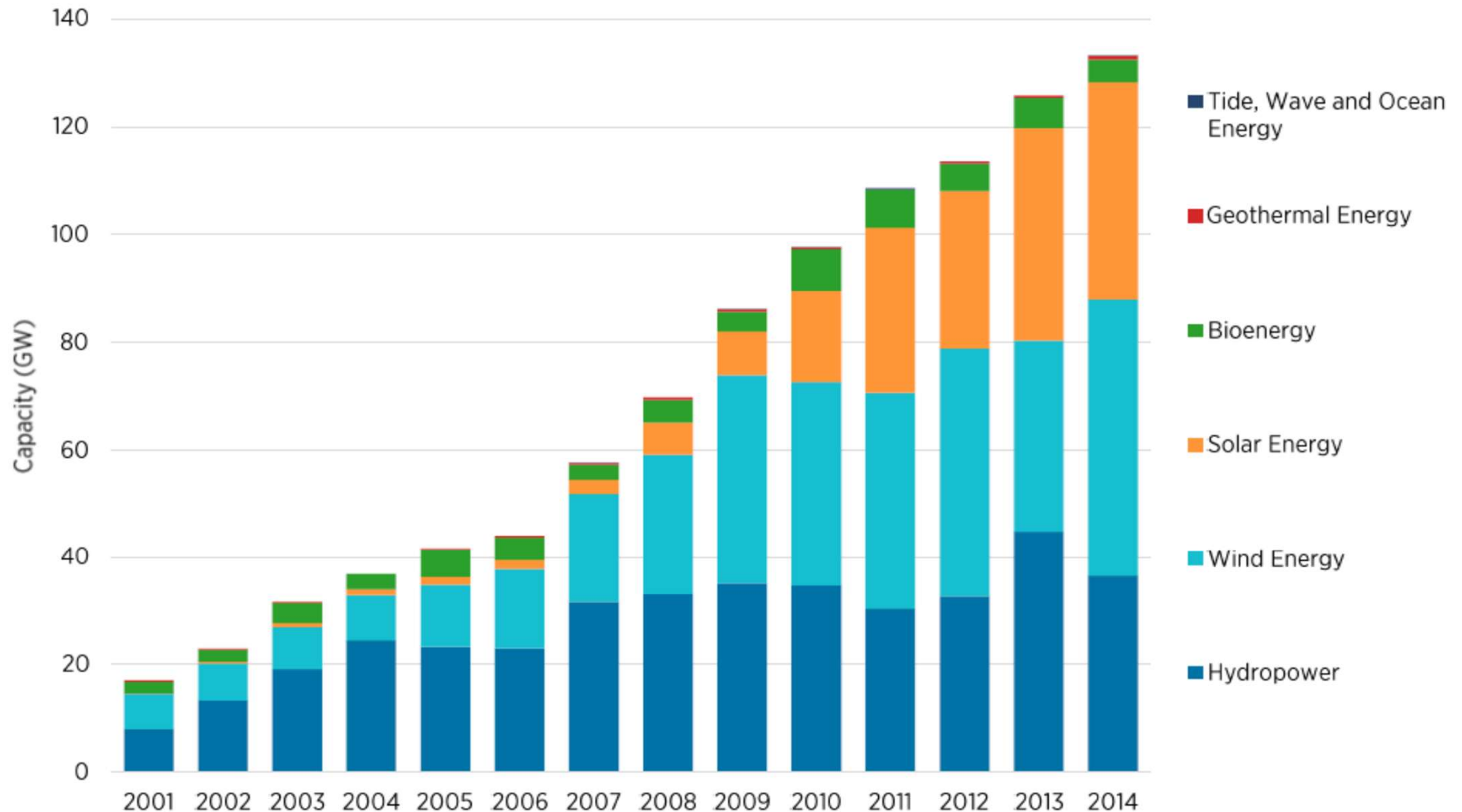
Technologien	Einheit	2016	2017	Anteile 2017 (%)
POWER				
Renewable power capacity (including hydro)	GW	2,017	2,195	100
Renewable power capacity (not including hydro)	GW	922	1,081	49,2
 Hydropower capacity ²	GW	1,095	1,114	50,8
 Bio-power capacity	GW	114	122	5,6
 Bio-power generation (annual)	TWh	501	555	---
 Geothermal power capacity	GW	12,1	12,8	0,6
 Solar PV capacity ³	GW	303	402	18,3
 Concentrating solar thermal power (CSP) capacity	GW	4,8	4,9	0,2
 Wind power capacity	GW	487	539	24,5
 Ocean energy capacity	GW	0,5	0,5	0,0

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 in this report for more information.

Entwicklung **Zubau** installierte Leistung zur Stromerzeugung **aus erneuerbaren Energien** in der Welt 2001-2017 **nach Irena, REN21 (7)**

Jahr 2017: Gesamt 178 GW,
davon Beitrag Biomasse 8 GW, Anteil 4,5%



* Daten 2017 vorläufig, Stand 9/2018

Quelle: IRENA Renewable Energy Capacity Statistics 2015, Ausgabe Juni 2015; REN21 aus BMWI- Erneuerbare Energien in Zahlen - Nationale und internationale Entwicklung 2017, S. 57, 9/2018

Beitrag Erneuerbare – Biogase zur Wärme-Kälteversorgung

Globaler Endenergieverbrauch zur Wärmeversorgung durch erneuerbare Energien mit Beitrag Biomasse 2016/17

Rund 25 Prozent des globalen Endenergieverbrauchs für Wärme wurden im Jahr 2016 von erneuerbaren Energien bereitgestellt.

Mehr als zwei Drittel davon entfielen jedoch nach wie vor auf **die traditionelle Biomassenutzung** und können daher nicht als nachhaltig bezeichnet werden. Immerhin 9 Prozent der weltweit verbrauchten Wärme wurden inzwischen mit **modernen Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energien bereitgestellt**. Rund 90 Prozent davon basierten auf Biomassenutzung, 8 Prozent auf der Nutzung von Solarthermie und 2 Prozent auf Geothermie.

Der Ausbau der solarthermischen Leistung hat sich im Jahr 2016 infolge des niedrigen Ölpreises mit rund 21 Gigawatt (netto) gegenüber dem Vorjahr um rund ein Fünftel weiter verlangsamt und erreichte damit den niedrigsten Wert seit 2007. Die Ende 2016 weltweit installierte Solarthermieleistung von 456 Gigawatt reicht aus, um jährlich 375 Milliarden Kilowattstunden Solarwärme bereitzustellen. Mit 71 Prozent war der größte Teil der Kollektorfläche in China installiert, mit weitem Abstand folgten die USA mit 4 Prozent und die Türkei und Deutschland mit jeweils 3 Prozent.

Die **installierte thermische Leistung zur direkten Nutzung der Geothermie (ohne Wärmepumpen) lag nach einer Neuinstallation von 1,3 Gigawatt Ende 2016 weltweit bei 23 Gigawatt**. Insgesamt 79 Milliarden Kilowattstunden Wärme wurden daraus bereitgestellt. China war mit 20,6 Milliarden Kilowattstunden der größte Erdwärmenutzer, gefolgt von der Türkei mit 12,5 Milliarden, Island mit 7,4 Milliarden und Japan mit 7,1 Milliarden Kilowattstunden.

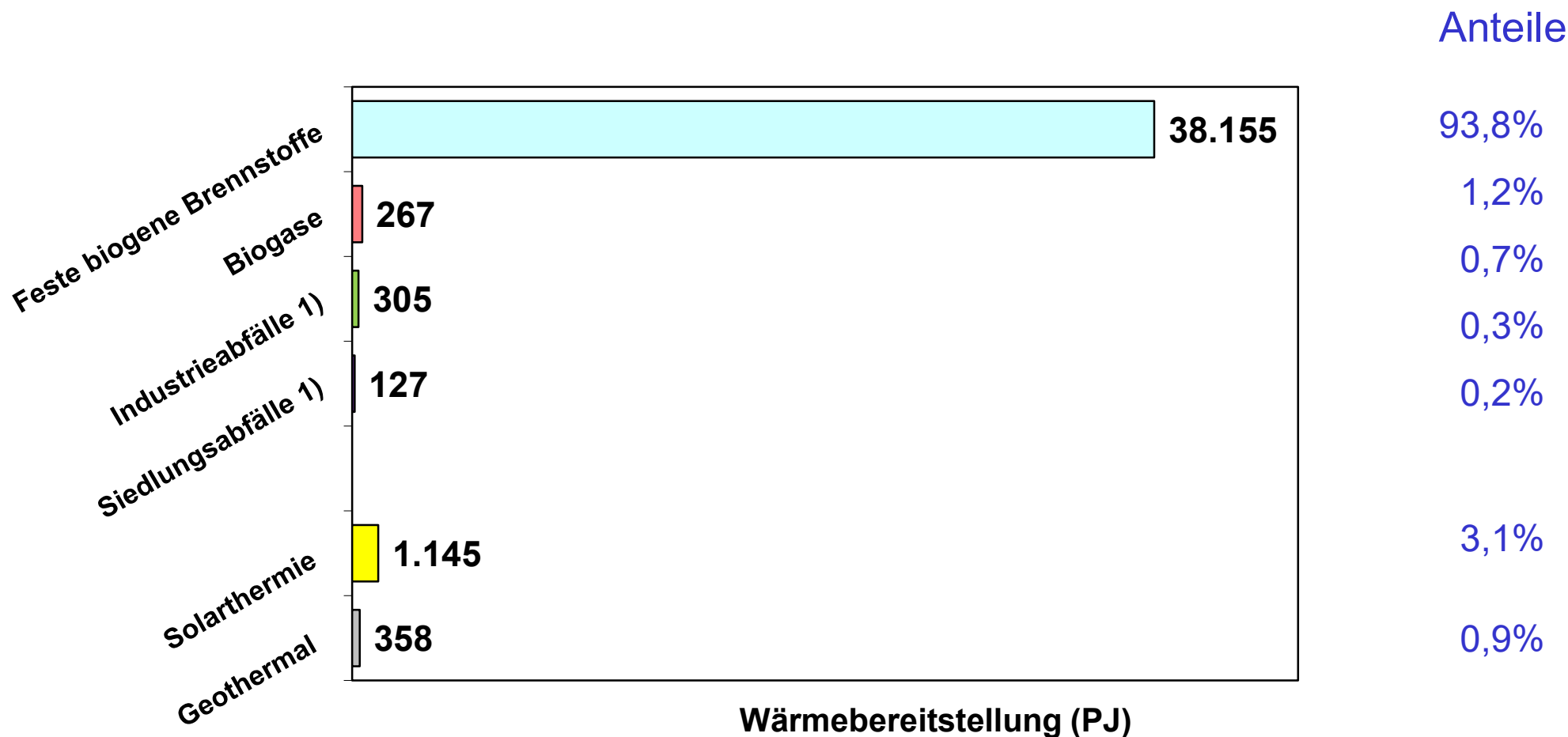
Erneuerbare Energien im Wärmesektor 2017

Weltweit wurden im Jahr 2017 26,7 Prozent des Endenergieverbrauchs für Wärme aus erneuerbaren Energien gedeckt. Dabei ist der Anteil moderner Technologien inzwischen deutlich auf 10,3 Prozent gestiegen, der Großteil entfiel jedoch nach wie vor auf die traditionelle Biomassenutzung und kann daher nicht als nachhaltig bezeichnet werden.

Der weltweite Ausbau der solarthermischen Leistung hat sich auch im Jahr 2017, u. a. in Folge des niedrigen Ölpreises, weiter verlangsamt und mit rund 16 Gigawatt (netto) den niedrigsten Wert seit zehn Jahren verzeichnet. Die zum Ende des Jahres 2017 weltweit installierte Solarthermieleistung von 472 Gigawatt könnte jährlich 388 Milliarden Kilowattstunden Solarwärme bereitstellen. Mit über 71 Prozent war der überwiegende Teil der Kollektorfläche in China installiert, mit weitem Abstand folgten die USA mit 4 Prozent und die Türkei und Deutschland mit jeweils rund 3 Prozent.

Struktur Wärmebereitstellung (EEV-Wärme) aus erneuerbaren Energien und gesamte Abfälle in der Welt 2015 nach IEA

Gesamt 40,7 EJ = 11,3 Bill. kWh (Mrd. kWh)* 1-3),
Beitrag Biomasse + gesamte Abfälle 38,9 PJ = 10,8 Bill. kWh (Anteil 96,2%) 2)



Grafik Bouse 2017

* Daten 2015 vorläufig, Stand 9/2016

Energieeinheiten: 1 Mio. t RÖE (Mtoe) = 1,429 Mio. t SKE = 11,63 Mrd. kWh (TWh) = 41,869 PJ

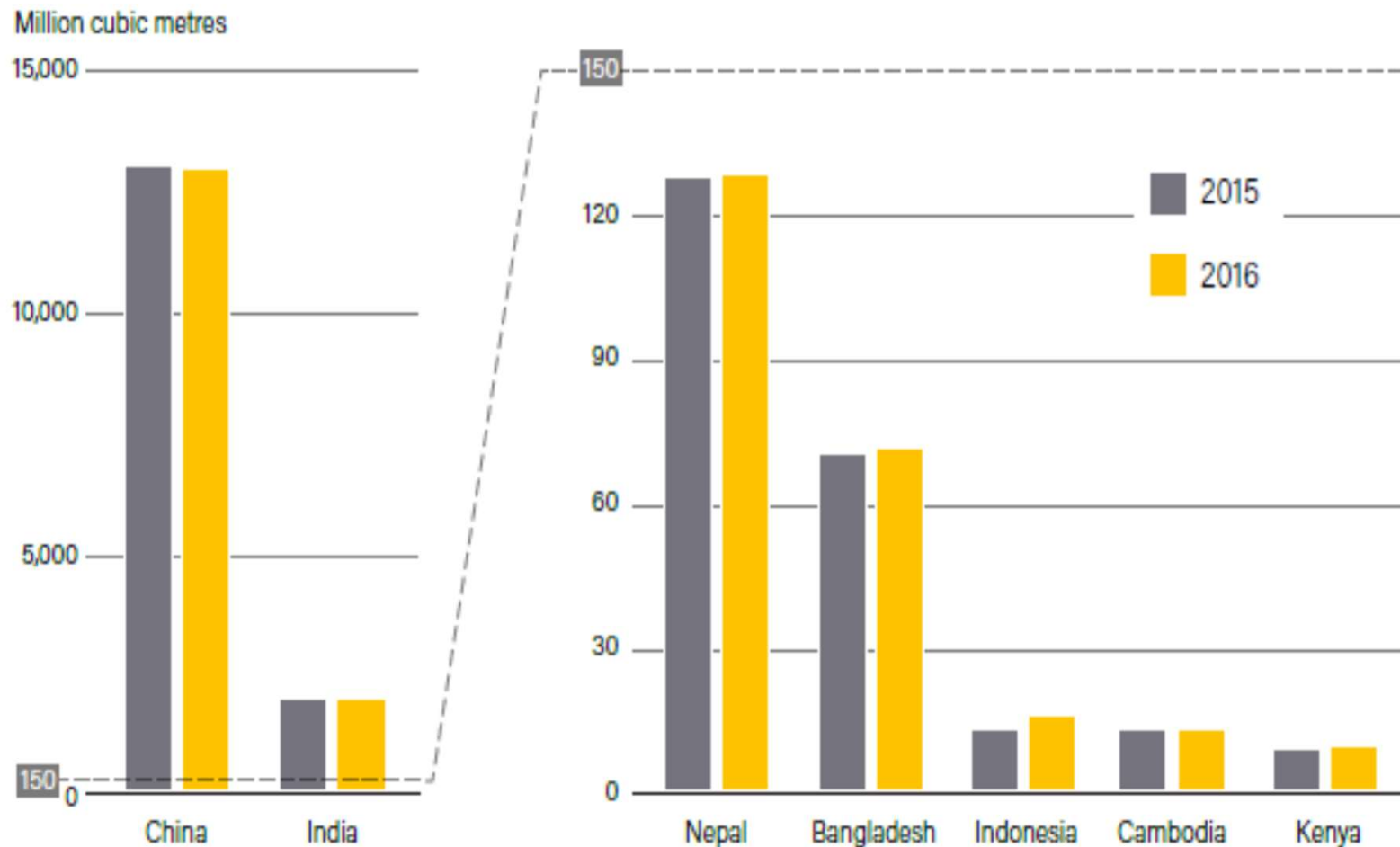
1) Gesamte Abfälle (Aufteilung in biogene und nicht biogene Abfälle liegt nicht vor)

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

3) Direkte Nutzung von tiefe Geothermie

Globale Produktion von Biogas zum Kochen in ausgewählten Ländern 2015 und 2016 (1)

FIGURE 45. Production of Biogas for Cooking in Selected Countries, 2015 and 2016

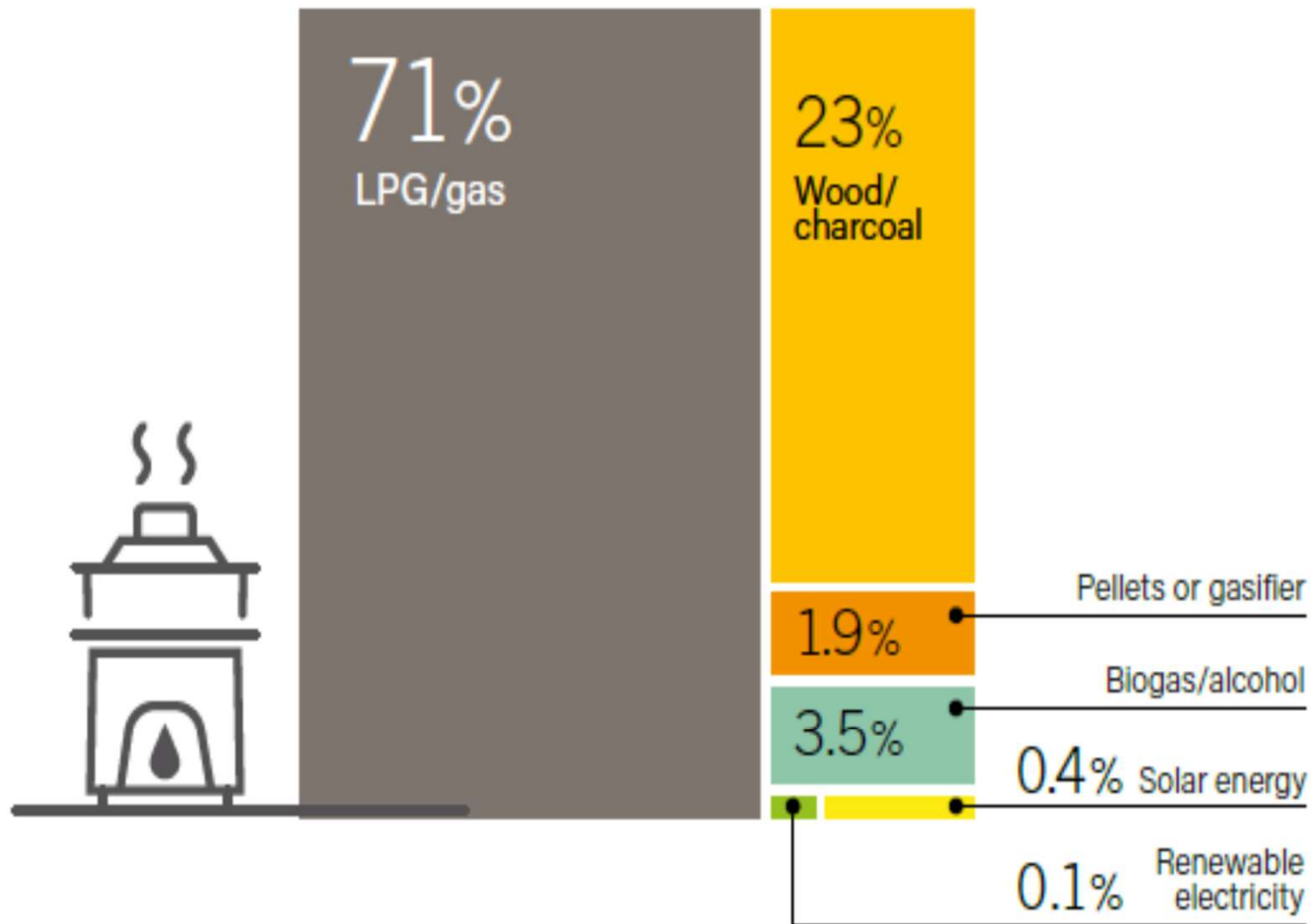


Worldwide production of biogas for cooking saw little change from 2015 to 2016.



Ungefährer globaler Anteil sauberer Kochherde nach Energiequellen 2016 (2)

FIGURE 44. Approximate Proportion of Clean Cook Stoves by Energy Source, 2016



Note: LPG = liquefied petroleum gas

Only an estimated




29%

of the 30.8 million clean cook stoves distributed in 2016 used renewable energy

Globale installierte Wärmeleistung 2017

Gesamte installierte Leistung 811 GW, davon Zubau 39,4 GW, Anteil 4,9%
Beitrag Biomasse 314 GW, Zubau 3 GW, Anteil 1,0%

■ TABLE R1. Global Renewable Energy Capacity and Biofuel Production, 2017 (Auszug)

	Added During 2017	Existing at End-2017
Thermal Capacity (GW _{th})		
 Modern bio-heat	3	314
 Geothermal direct use ¹	1.4	25
 Solar collectors for water heating ²	35	472

1) Die Daten enthalten keine Wärmepumpen.

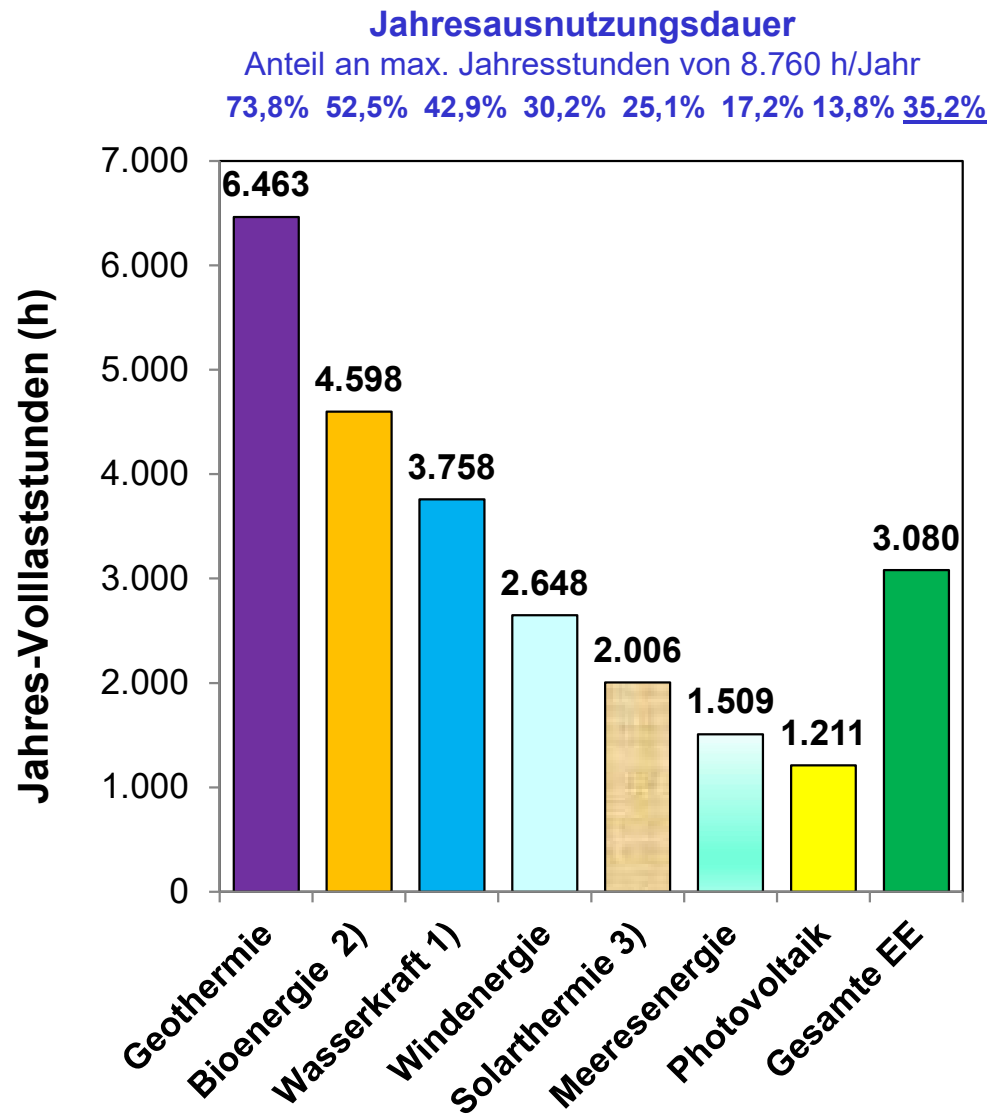
2) Die Daten enthalten keine Luftsammler.

Anmerkung:

Jährliche Zugänge sind netto, mit Ausnahme der Zuführungen von Sonnenkollektoren für die Warmwasserbereitung, die brutto sind. Zahlen werden auf die nächste gerundet GW / GW_{th} / Milliarde Liter, mit Ausnahme von Zahlen <15, die auf den ersten Dezimalpunkt gerundet sind; Wenn sich die Summen nicht addieren, ist der Unterschied darauf zurückzuführen Runden. Durch die Rundung werden Unsicherheiten und Inkonsistenzen bei den verfügbaren Daten berücksichtigt. Die Daten spiegeln die Anpassungen der Kapazitätsdaten zum Jahresende 2016 (insbesondere für Bioenergie)

Energie & Wirtschaft, Energieeffizienz

Vergleich Jahresvolllaststunden bei der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien (EE) mit Beitrag Bioenergie in der Welt im Jahr 2017



Energieträger	Installierte Leistung	Strom-erzeugung	Jahres-Volllaststunden
	GW	TWh	h/a
Bioenergie 2)	122	561	4.598
Wasserkraft 1)	1.114	4.186	3.758
Geothermie	12,8	84	6.463
Windenergie	539	1.427	2.648
Photovoltaik	402	487	1.211
Solarthermie	4,9	10	2.006
Meeresenergie	0,53	8	1.509
Gesamte EE	2.195,23	6.762	3.080

Vollbenutzungsstunden (h/Jahr) =

Bruttostromerzeugung (GWh x 10³ / installierte Leistung (MW)
= max. 8.760 h/Jahr

* Daten 2017 vorläufig, Stand 9/2018

1) **ohne** installierte Leistung in Pumpspeicherkraftwerken

2) Biomasse mit Deponie -und Klärgas und Anteil biogener Abfall 50%

3) **Solarthermische Kraftwerke (CSP)**

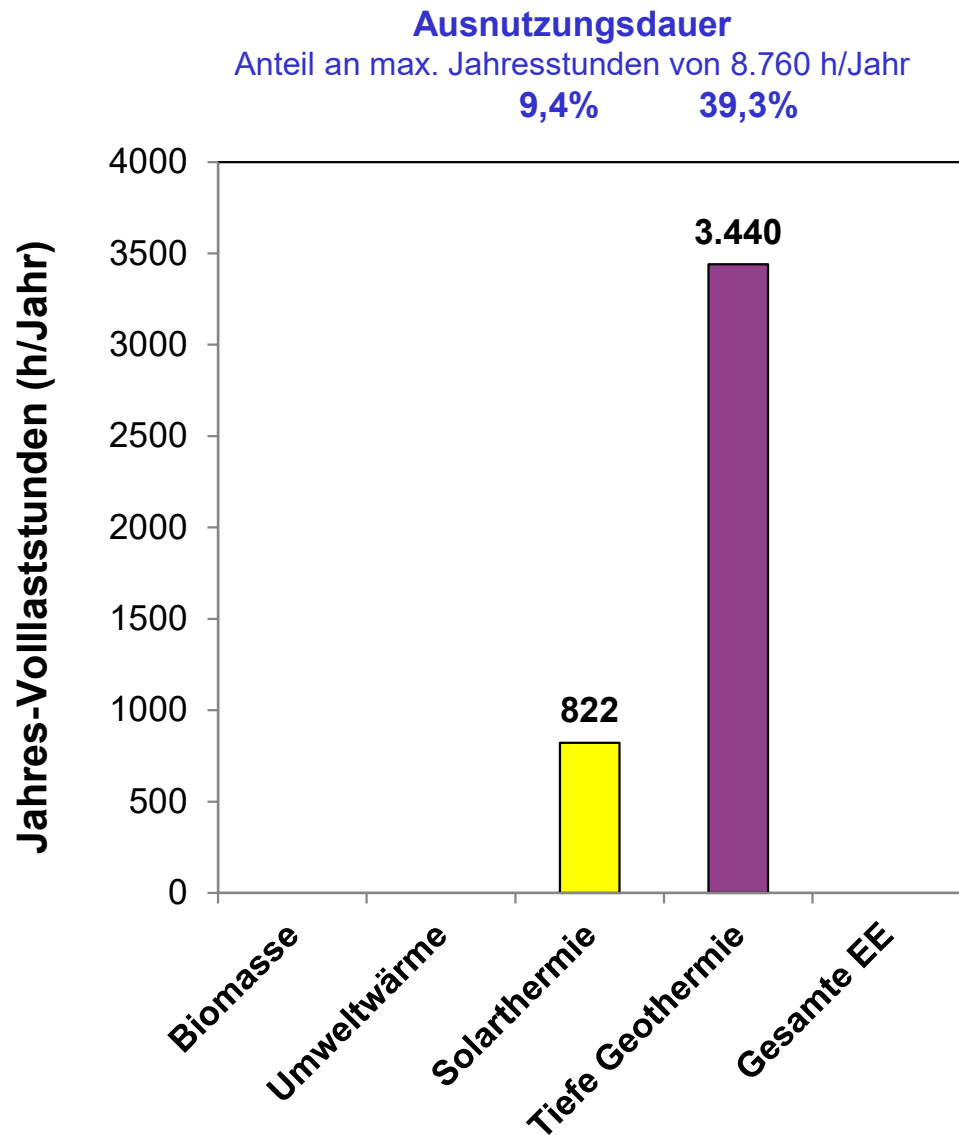
Energie- und Leistungseinheiten: 1 GWh = 1 Mio. kWh; 1 MW = 1.000 kW;

Quellen: REN21 aus BMU- Erneuerbare Energien in Zahlen, Nationale und internationale Entwicklung 2017, S. 54-59; 9/2018;

REN21 - Renewables 2018, Global Status Report (GSR), 6/2018

Gute Energieeffizienz bei der Stromerzeugung aus Bioenergie
Jahresvolllaststunden 4.598 h/a = 52,5% Jahresausnutzungsdauer von max. 8.760 h/a

Vergleich Jahresvolllaststunden bei der Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien (EE) mit Beitrag Bioenergie in der Welt im Jahr 2017



Energieträger	Installierte Leistung ¹⁾	Wärme-bereit-stellung	Jahres-Volllaststunden
	GW	TWh	h/a
Bioenergie ¹⁾	k.A.	k.A.	k.A.
Umweltwärme (WP)	k.A.	k.A.	k.A.
Solarthermie	472 ²⁾	388	822
Tiefe Geothermie	25	860	3.440
Gesamte EE	k.A. ¹⁾	k.A.	k.A.

* Daten 2017 vorläufig, Stand 9/2018

Jahres-Volllaststunden (h/Jahr) =

Bruttostromerzeugung (TWh x 10³ / installierte Leistung (GW) , max. 8.760 h/Jahr

1) Installierte Leistung von festen und flüssigen biogene Brennstoffen, Biogas, Deponie- und Klärgas und biogener Abfall 50%, tiefe Geothermie und Umweltwärme (WP)

2) Installierte Leistung ohne Luftkollektoren (2015 =1,64 GW)

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

Quellen: REN21 - Renewables 2018, Global Status Report, Ausgabe 6/2018, BMWI – Erneuerbare Energien, Nationale und internationale Entwicklung 2017, 9/2018

Energieeffizienz bei der Wärmeerzeugung aus Bioenergie liegt nicht vor!

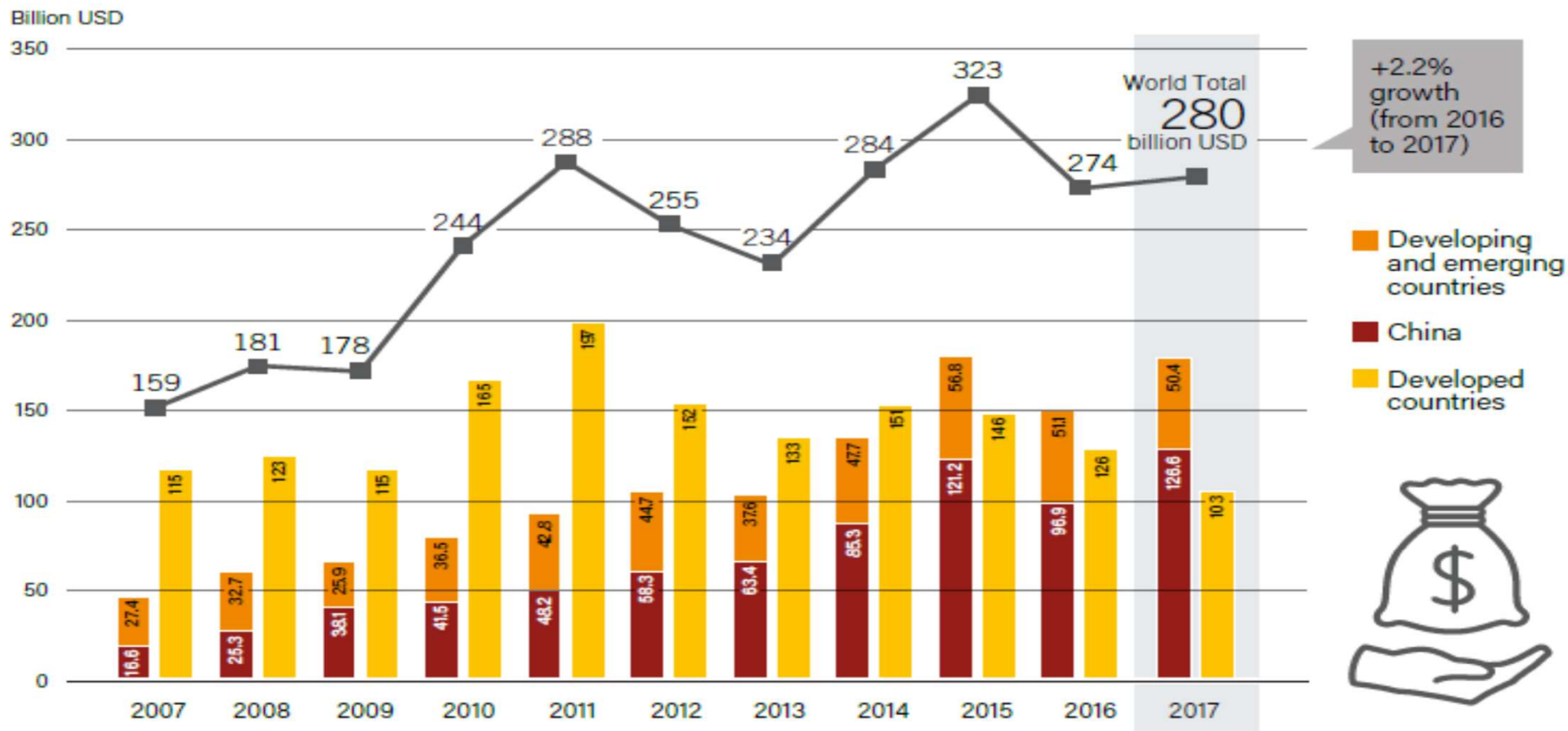
Jahresvolllaststunden k.A. h/Jahr = k.A. % Anteil an der max. Jahresausnutzungsdauer

Globale Entwicklung der Investitionen im Erneuerbare Energien-Sektor nach Regionen von 2007 bis 2017 (1)

Jahr 2017: Gesamtinvestitionen 279,8 Bill. USD*

Beitrag Biomasse 6,7 Bill. US-D, Anteil 2,4%

FIGURE 48. Global New Investment in Renewable Power and Fuels in Developed, Emerging and Developing Countries, 2007-2017



Note: Figure does not include investment in hydropower projects larger than 50 MW. Investment totals have been rounded to nearest billion and are in current USD.

Source: BNEF.

* Achtung Einheit: Bill. USD entspricht Mrd., weil es keine Mrd USD gibt!

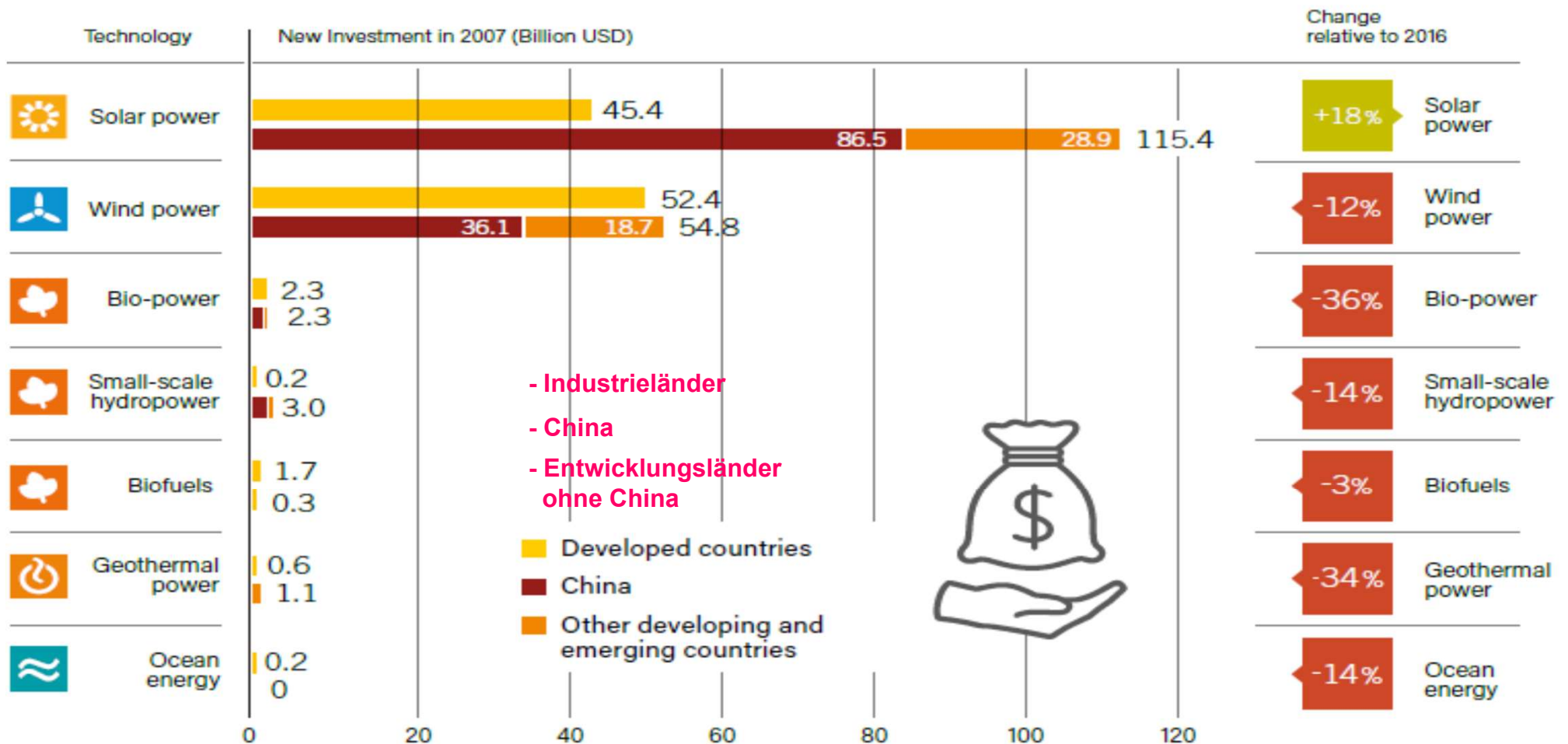
Quelle: Frankfurt School-UNEP Centre/BNEF aus REN21 -Renewables 2017, Global Status Report, Ausgabe 6/2018

Globale Investitionen in Erneuerbare Energien-Technologien nach Technologien sowie Industrie-und Entwicklungsländern 2017 (2)

Jahr 2017: Gesamt nach Technologien 279,8 Bill. US-Dollar,*

Beiträge Bio-Strom 4,7 Bill. US-Dollar (1,7%) ¹⁾ und Biokraftstoffe 2,0 Bill. (0,7%)

FIGURE 50. Global New Investment in Renewable Energy by Technology in Developed, Emerging and Developing Countries, 2017



* Achtung Einheit Bill. USD entspricht Mrd., weil es keine Mrd. USD gibt!

Globale Beschäftigte in den Erneuerbare-Energien-Sektoren nach ausgewählten Ländern mit EU-28 im Jahr 2017 (1)

Gesamt 8,8 Mio + 1,5 Mio. große Wasserkraft = 10,3Mio. , davon EU-28 1,3 Mio. (Anteil 14,4%)
Beitrag Bioenergie 3,055 Mio. B, Anteil 29,7%, davon Biogase 0,344 B, Anteil 3,3%

■ TABLE 1. Estimated Direct and Indirect Jobs in Renewable Energy, by Country and Technology

	World	China	Brazil	United States	India	Japan	Germany	Total EU ^k
Thousand jobs								
☀ Solar PV	3,365	2,216	10	233	164	272	36	100
🔥 Liquid biofuels	1,931	51	795 ^a	299 ^h	35	3	24	200
💨 Wind power	1,148	510	34	106	61	5	160	344
☀ Solar thermal heating/cooling	807	670	42	13	17	0.7	8.9	34
🔥 Solid biomass ^{a, b}	780	180		80 ⁱ	58		41	389
🔥 Biogas	344	145		7	85		41	71
💧 Hydropower (small-scale) ^c	290	95	12	9.3	12		7.3 ^j	74 ^l
🌋 Geothermal energy ^{a, d}	93	1.5		35		2	6.5	25
☀ CSP	34	11		5.2			0.6	6
Total	8,829^f	3,880	893	786	432	283	332	1,268
💧 Hydropower (large-scale) ^e	1,514	312	184	26	289	20	7.3 ^j	74 ^l
Total (including large-scale hydropower)	10,343	4,192	1,076	812	721	303	332ⁱ	1,268

Note: Jobs estimates generally derive from 2016 or 2017 data, although some data are from earlier years. Estimates result from a review of primary sources such as national ministries and statistical agencies, as well as secondary sources such as regional and global studies. Totals for individual countries/regions may not add up due to rounding.

a Power and heat applications. b Traditional biomass is not included. c Although 10 MW is often used as a threshold, definitions are inconsistent across countries. d Includes ground-source heat pumps for EU countries. e Large-scale hydropower includes direct jobs only, so the table underestimates employment for this technology relative to others. f Totals include waste (28,000 jobs), ocean energy (1,000 jobs) and non-technology-specific jobs (8,000). g About 225,400 jobs in sugarcane processing and 168,000 in ethanol processing in 2016; also includes a rough estimate of 200,000 indirect jobs in equipment manufacturing in 2016, and 202,000 jobs in biodiesel in 2017. h Includes 237,000 jobs in ethanol and about 62,200 jobs in biodiesel in 2017. i Based on employment factor calculations for bioelectricity and combined heat and power (CHP). j Combines small- and large-scale hydropower. k All EU data are from 2016 and include Germany. l EU hydropower data combine small- and large-scale facilities; hence the regional total with large-scale hydropower is the same as the total without it. Figure is derived from EurObserv'ER data, adjusted with national data for Germany, the United Kingdom and Austria, as well as IRENA calculations.

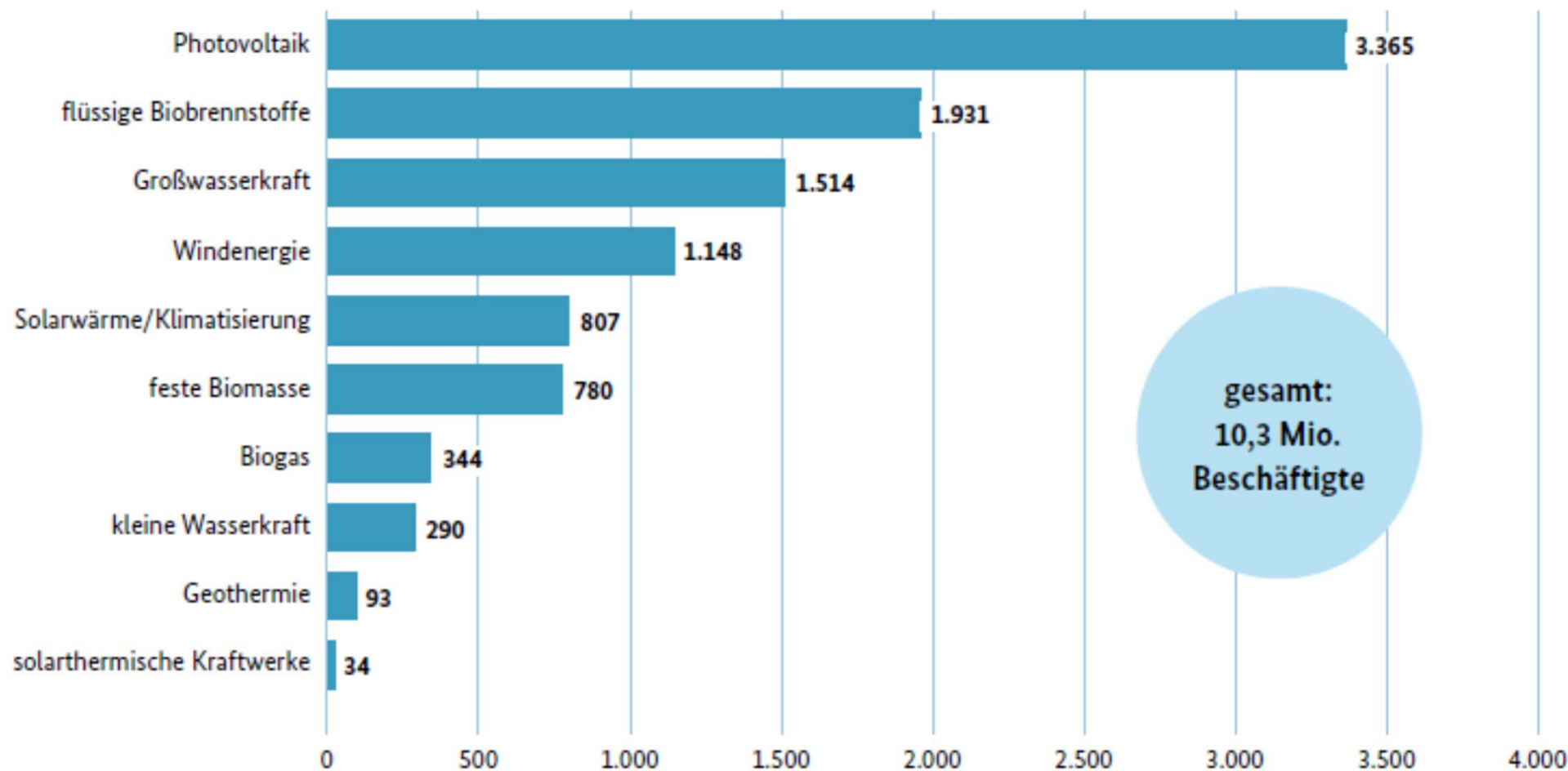
Globale Beschäftigte in den Erneuerbare-Energien-Sektoren im Jahr 2017 (2)

Gesamt 10,3 Mio.

Beitrag Bioenergie 3,055 Mio. B, Anteil 29,7%, davon Biogase 0,344 B, Anteil 3,3%

Abbildung 63: Beschäftigte in den Erneuerbare-Energien-Sektoren im Jahr 2017

in 1.000 Beschäftigten



Anhang zum Foliensatz

Ausgewählte Internetportale + KI (1)

Statistikportal Bund & Länder

www.statistikportal.de

Herausgeber:

Statistische Ämter des Bundes und der Länder

E-Mail: Statistik-Portal@stala.bwl.de ; verantwortlich:

Statistisches Landesamt Baden-Württemberg

70199 Stuttgart, Böblinger Straße 68

Telefon: 0711 641- 0; E-Mail: webmaster@stala.bwl.de

Kontakt: Frau Spegg

Info

Bevölkerung, Wirtschaft, Energie, Umwelt u.a, **sowie**

- **Arbeitsgruppe Umweltökonomische Gesamtrechnungen**

www.ugrdl.de

- **Arbeitskreis „Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen der Länder“; www.vgrdl.de**

- **Länderarbeitskreis Energiebilanzen Bund-Länder**

www.lak-Energiebilanzen.de > mit Klimagasdaten

- **Bund-Länder Arbeitsgemeinschaft Nachhaltige Entwicklung; www.blak-ne.de**

Energieportal Baden-Württemberg

www.energie.baden-wuerttemberg.de

Herausgeber:

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg

Postfach 103439; 70029 Stuttgart

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

E-Mail: Poststelle@um.bwl.de

Portal Energieatlas Baden-Württemberg

www.energieatlas-bw.de

Herausgeber:

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, Stuttgart und

Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe

Info

Behördliche Informationen zum Thema Energie aus Baden-Württemberg

Versorgerportal Baden-Württemberg

www.versorger-bw.de

Herausgeber:

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg

Tel.: 0711 / 126 – 0, Fax: +49 (711) 222 4957 1204

E-Mail: poststelle@um.bwl.de

Info

Aufgaben der Energiekartellbehörde B.-W. (EKartB) und der Landesregulierungsbehörde B.-W. (LRegB), Netzentgelte, Gas- und Trinkwasserpreise, Informationen der 230 baden-württembergischen Netzbetreiber

Umweltportal Baden-Württemberg

www.umwelt-bw.de

Herausgeber:

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg

Postfach 103439; 70029 Stuttgart

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

E-Mail: Poststelle@um.bwl.de

Info

Der direkte Draht zu allen Umwelt- und Klimaschutzinformationen in BW

Ausgewählte Internetportale + KI (2)

<p>Nachwachsende Rohstoffe</p> <p>www.nachwachsende-rohstoffe.de</p> <p>www.bioenergie.de</p> <p>Herausgeber: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.</p>	<p>Biokraftstoffe</p> <p>www.ufop.de</p> <p>Herausgeber: Union zur Förderung der Öl- und Proteinpflanzen e.V.</p>
<p>Biokraftstoffe</p> <p>www.bio-kraftstoffe.info</p> <p>Herausgeber: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.</p>	<p>Biokraftstoff-Portal</p> <p>www.biokraftstoffe.org</p> <p>Herausgeber: Bundesverband Biogene und Regenerative Kraft- und Treibstoffe e.V.</p>
<p>Biokraftstoffe in Bundesländern</p> <p>www. biokraftstoff-portal.de</p> <p>Herausgeber: Nova-Institut GmbH, Hürth</p>	<p>Qualifizierungskampagne Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg</p> <p>Internet: www.energie-aber-wie.de</p> <p>Herausgeber: Ministerium für Umwelt Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg</p>
<p>Erneuerbare Energien</p> <p>www.erneuerbare-Energien.de</p> <p>Herausgeber: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)</p>	

Ausgewählte Internetportale + KI (3)

Microsoft – Bing-Chat mit GPT-4

www.bing.com/chat

Herausgeber:

Microsoft Bing

Info

b Bing ist KI-gesteuerter Copilot für das Internet zu Themen – Fragen und Antworten

Infoportal Energiewende

Baden-Württemberg plus weltweit

www.dieter-bouse.de

Herausgeber:

Dieter Bouse, Diplom-Ingenieur

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

Tel.: 07732 / 8 23 62 30;

E-Mail: dieter.bouse@gmx.de

Info

Energiewende in Baden-Württemberg, Deutschland, EU-27 und weltweit

Ausgewählte Informationsstellen (1)

<p>Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (UM) Kerner Platz 9, 70178 Stuttgart Internet: www.um.baden-wuerttemberg.de Tel.: 0711-126-0, Fax: 0711/126-2881; E-Mail: poststelle@um.bwl.de, Besucheradresse: Hauptstätter Str. 67 (Argon-Haus), 70178 Stuttgart Referat 62: Wärmewende Leitung: MR Brunner Tel.: 0711/126-1215 E-Mail:brunner@um.bwl.de Info Wärmewende Kommunen, Gebäude, Bioenergie u.a.</p>	<p>Statistisches Landesamt Baden-Württemberg Referat 44: Energiewirtschaft, Handwerk, Dienstleistungen, Gewerbeanzeigen Böblinger Str. 68, 70199 Stuttgart Internet: www.statistik-baden-wuerttemberg.de Tel.: 0711 / 641-0; Fax: 0711 / 641-2440 Leitung: Präsidentin Dr. Carmina Brenner Kontakt: RL'in RD'in Monika Hin (Tel. 2672), E-Mail: Monika.Hin@stala.bwl.de; Frau Autzen M.A.(Tel. 2137) Info Energiewirtschaft, Handwerk, Dienstleistungen, Gewerbeanzeigen Landesarbeitskreis Energiebilanzen der Länder, www.lak-Energiebilanzen.de</p>
<p>Stiftung Energie & Klimaschutz Baden-Württemberg Durlacher Allee 93, 76131 Karlsruhe Internet: www.energieundklimaschutzbw.de Tel.: 07 2163 - 12020, Fax: 07 2163 – 12113 E-Mail: energieundklimaschutzBW@enbw.com Kontakt: Dr. Wolf-Dietrich Erhard Info Plattform für die Diskussion aktueller und allgemeiner Fragen rund um die Themen Energie und Klimawandel; Stiftungsmittel durch EnBW</p>	<p>Verband für Energie- und Wasserwirtschaft Baden-Württemberg e.V.- VfEW - Schützenstraße 6; 70182 Stuttgart Internet: www.vfew-bw.de Tel.: 0711/ 933491-20; Fax 0711 /933491-99 E-Mail: info@vfew-bw.de Internet: www.vfew-bw.de Kontakt: GF Matthias Wambach, GF Dr. Bernhard Schneider Stv. Info Energie (Strom Gas, Fernwärme), Wasser</p>
<p>Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW) Heßbrühlstr. 21c, 70565 Stuttgart Tel.: 0711/7870-0, Fax: 0711/7870-200 Internet: www.zsw-bw.de Kontakt: Leiter Prof. Dr. Frithjof Staiß, Tel.: 0711 / 7870-235, E-Mail: staiss@zsw-bw.de Dipl-Ing Tobias Kelm Info Statistik Erneuerbare Energien u.a.</p>	<p>Universität Stuttgart Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER), Heßbrühlstr. 49a, 70565 Stuttgart, Internet: www.ier.uni-stuttgart.de Tel.: 0711 / 685-878-00; Fax: 0711/ 685-878-73 Institutsleiter: Prof. Dr.-Ing. Kai Hufendiek Kontakt: AL Dr. Ludger Eltrop, AL Dr. Ulrich Fahl E-Mail: le@ier.uni-stuttgart.de, ulrich.fahl@ier.uni-stuttgart.de, Tel.: 0711 / 685-878-11/ 16 / 30 Info Energienmärkte, GW-Analysen , Systemanalyse und Energiewirtschaft bzw. EE u.a.</p>

Ausgewählte Informationsstellen (2)

Ministerium für Ländlicher Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg (MLR)

Kernerplatz 9, 70182 Stuttgart

Internet: www.mlr.baden-wuerttemberg.de

Tel.: 0711/126-2140, Fax: 0711/126-2904

E-mail: poststelle@bwl.mlr.de

Kontakt: RL ForstDir. Martin Strittmatter, Bruno Krieglstein

E-Mail: martin.strittmatter@mir.bwl.de,

Info

Nachwachsende Rohstoffe u.a.

Landesanstalt für Entwicklung der Landwirtschaft und der ländlichen Räume (LEL)

Oberbettringer Straße 162, 73525 Schwäbisch Gmünd

www.landwirtschaft-bw.info

Tel.: 07171/917 100, Fax: 07171/917 101

E-Mail: poststelle@

Kontakt: Hansjörg Sattler (LEL) , Tel.: 07171/ 917 130

Info

Infodienst für ländlichen Raum und Verbraucherschutz

Ausgewählte Informationsstellen (3)

<p>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, Internet: www.zsw-bw.de Kontakt: Dr. Frithjof Staiss, Info Statistik Erneuerbare Energien u.a.</p>	<p>Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER), Universität Stuttgart Heßbrühlstr. 49a, 70565 Stuttgart Internet: www.ier.uni-stuttgart.de Tel.: 0711 / 780 61-0, Fax: 0711/ 780 61-822 E-Mail: ier@ier.uni-stuttgart.de, Kontakt: Dr. Ludger Eltrop Leiter Abt. "Systemanalyse und Erneuerbare Energien -SEE" Tel.: 0711-78061-16; Fax: - 822; mobil: 0160-7840682 Info Bioenergie, Statistik Energiewirtschaft u.a.</p>
<p>Forstkammer Baden-Württemberg Danneckerstr. 37, 70182 Stuttgart Tel.: 0711 / 23 647-37, Fax: 0711 / 23 61123 E-Mail: info@foka.de, Internet: www.foka.de Kontakt: Präsident Erich Bamberger Info Interessenvertretung kommunaler, privater und kirchlicher Waldbesitzer, Holzstatistiken, Energieholzkontingenten</p>	<p>Regierungspräsidium Freiburg Forstdirektion Freiburg Bertoldstraße 43, 79098 Freiburg Tel.: 0761 / 208-1322, Fax: 0761 / 208-1359 E-Mail: sandra.kimmerle@rpf.bwl.de, Internet: www.rpf.bwl.de Kontakt: Sandra Kimmerle Info Evaluierung Förderprogramm Energieholz BW</p>
<p>VSH Verband der Säge- und Holzindustrie Baden-Württemberg e.V. (VSH) Smaragdweg 6, 70174 Stuttgart Internet: www.vsh.de, www.holz.org Tel.: 0711 / 22 55 80-0, Fax: 0711/ 22 55 80-20 Kontakt: Info Mitgliederinformationen zum Thema Holz</p>	<p>Holzenergie-Fachverband Baden-Württemberg e.V. Smaragdweg 6, 70174 Stuttgart Tel.: 0711 / 22 55 80-60, Fax: 0711/ 22 55 80-66 E-Mail: info@holzenergie-bw.de, Internet: www.holzenergie-bw.de Kontakt: Info Informationen zur Holzenergie</p>

Ausgewählte Informationsstellen (4)

<p>Institut für umweltgerechte Landbewirtung Müllheim (IFUL) bei der Landesanstalt für Pflanzenbau Forchheim</p> <p>Auf der Breite 7, 79379 Müllheim Tel.: 07631 / 3684-0, Fax: 07631 / 3684-30 E-Mail: poststelle@iful.bwl.de; Internet: www.iful-bw.de Kontakt:</p> <p>Info</p> <p>Landwirtschaftlich erzeugte Biomasse und energetische Verwertung</p>	<p>Informationsinitiative Biokraftstoffe an der Landesanstalt für Pflanzenbau (LAP) Forchheim</p> <p>Kutschenweg 20 ; 76287 Rheinstetten Internet: www.lap.bwl.de Tel.: 0721/ 9518 - 216 E-Mail: Ingo.Gueinzus@lap.bwl.de Kontakt: Ingo Gueinzus</p> <p>Info</p> <p>Information und Beratung von Biokraftstoffen</p>
<p>Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg</p> <p>Wonnhaldestr. 4, 79100 Freiburg Internet: www.fva-bw.de Tel.: 0761 / 4018-0, Fax: 0761 / 4018-333 E-Mail: fva-b@forst.bwl.de Kontakt: Leiter Prof. Konstantin von Teuffel</p> <p>Info</p> <p>Erneuerbare Energien - Biomasse</p>	<p>Verbraucherzentrale Baden-Württemberg e. V.</p> <p>Paulinenstr. 47, 70178 Stuttgart Tel: 0711 66 91 10; Fax: 0711 66 91 50 E-Mail: info@vz-bw.de Internet: www.vz-bawue.de Kontakt: Herr Michaelis</p> <p>Info</p> <p>Energiemarkt, Energiesparen, Beratungsstellen</p>
<p>Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) Institut für Technische Thermodynamik (ITT)</p> <p>Pfaffenwaldring 38-40, 70569 Stuttgart Tel.: 0711 / 6862-0, Fax: 0711 / 6862-349 E-Mail: itt@dir.de, Internet: www.st.dir.de/en/tt Kontakt: Dr.-Ing. Joachim Nitsch, Tel.: 0711-686-2483 E-Mail: joachim.nitsch@dlr.de</p> <p>Info</p> <p>Statistik Erneuerbare Energien u.a.</p>	<p>Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg</p> <p>Postfach 100163, 76231 Karlsruhe Tel: 0721-5600-0, Fax: 0721-5600-1456 E-Mail: poststelle@lubw.bwl.de Internet: www.lubw.baden-wuerttemberg.de Kontakt:</p> <p>Info</p> <p>Koordinierung Erneuerbare Energien bei der Lokalen Agenda</p>

Ausgewählte Informationsstellen (5)

<p>BWHT Baden-Württembergischer Handwerkstag Heilbronner Straße 43, 70191 Stuttgart, Tel. 0711/1657-401, Fax: 0711/1657-444, E-Mail: info@handwerk-bw.de, Internet: www.handwerk-bw.de, Kontakt: Christine Sabbah Info Energie und Umwelt im Handwerk</p>	<p>IHK-Tag Baden-Württembergischer Industrie- und Handelskammertag Federführung für Energie und Industrie in BW, IHK Karlsruhe Lammstr. 13-17, 76133 Karlsruhe Tel.: 0721 / 174-174, Fax: 0721 / 174-290 E-mail: jeromin@karlsruhe.ihk.de, Internet: www.karlsruhe.ihk.de Kontakt: Linda Jeromin Info Energie und Umwelt in der Industrie</p>
<p>FV SHK Fachverband Sanitär-Heizung-Klima Baden-Württemberg Viehhofstr. 11, 70188 Stuttgart Tel.: 07 11/48 30 91; Fax: 07 11/46 10 60 60 E-Mail: info@fvshkbw.de , d.zahn@fvshkbw.de Internet: www.fvshkbw.de Kontakt: Dietmar Zahn, Jörg Knapp E-Mail: d.zahn bzw. j.knapp@fvshkbw.de Info Energie und Umwelt in Gebäuden</p>	<p>ITGA Industrieverband Technische Gebäudeausrüstung Baden-Württemberg Motorstr. 52; 70499 Stuttgart Tel: 0711/13 53 15-0, Fax: 0711 / 135315-99 E-Mail: verband@itga-bw.de, Internet: www.itga-bw.de Kontakt: GF Rechtsanwalt Sven Dreesens Info Energie und Umweltschutz u.a</p>
<p>Fraunhofer-Institut für Bauphysik (IBP) Nobelstraße 12 · 70569 Stuttgart Tel.: 0711 970-3360; Fax: 0711 970-3399 Internet: www.ibp.fraunhofer.de Kontakt: IL: Prof. Dr. Philip Leistner IL: Prof. Dr.-Ing. Klaus Sedlbauer Dipl.-Ing. Hans Erhorn Info Anwendungsorientierte Forschung und Demonstration in der Bauphysik von Gebäuden</p>	<p>Universität Stuttgart IGTE Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung Institutsleiter: Prof. Dr.-Ing. Konstantinos Stergiaropoulos und Prof. Dr. Andre Thess Internet: www.igte.uni-stuttgart.de E-Mail: info@igte.uni-stuttgart.de Lehrstuhl für Heiz- und Raumluftechnik Institusleiter Prof. Dr.-Ing. Konstantinos Stergiaropoulos Pfaffenwaldring 35, 70569 Stuttgart Tel. +49 711 685-62085; Fax +49 711 685-52085 Kontakt: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Konstantinos Stergiaropoulos E-Mail: konstantinos.stergiaropoulos@igte.uni-stuttgart.de Info Forschung und Lehre in der Gebäudeenergetik</p>

Ausgewählte Informationsstellen (6)

<p>AK BW Architektenkammer Baden-Württemberg Danneckerstr. 54, 70182 Stuttgart Internet: www.akbw.de Tel.: (0711) 2196-140 (141) Fax: (0711) 2196-101 E-Mail: Architektur@akbw.de Kontakt: Carmen Mundorff, Katja Glücker Info Energie und Umwelt</p>	<p>IK Ingenieurkammer Baden-Württemberg Zellerstr. 26, 70180 Stuttgart Tel.: (0711) 64971-0, Fax: (0711) 64971-55 E-Mail: info@inkbw.de, Internet: www.inkbw.de Kontakt: HGF Manfred Pfaus Technikreferent Gerhard Freier Info Energie und Umwelt</p>
<p>Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg Schadenweilerhof, 72108 Rottenburg Tel. 07472 9510; Fax 07472 951200 E-Mail: hfr@hs-rottenburg.de Internet: www.hs-rottenburg.de Kontakt: Prof. Dr. Stefan Pelz Info Schwerpunkt Forstwirtschaft: Studiengang BioEnergie, Forschung, Information und Beratung zur Bioenergie in der Forstwirtschaft</p>	<p>Universität Hohenheim 70593 Stuttgart Internet: www.uni-hohenheim.de Tel.: 0711 459-0; Fax: 0711 459-23960 E-Mail: post@uni-hohenheim.de Kontakt: Dr. H. Oechsner Tel: 0711-459-0 26 83 E-Mail: oechsner@uni-hohenheim.de Info Schwerpunkt Landwirtschaft: Studiengang BioEnergie; Forschung, Information und Beratung zur Bioenergie in der Landwirtschaft</p>
<p>Verband der Biogasindustrie www.fachverband-biogas.de</p>	

Ausgewählte Informationsstellen (7)

<p>BAFA Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle Postfach 5171, 65726 Eschborn Tel. 06196 / 908-625, Fax 06196 / 908-800, E Mail: solar@bafa.de Internet: www.bafa.de Kontakt: Info Bundesförderprogramme für Private, Unternehmen u.a.</p>	<p>Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) Dienstsitz Bonn: Rochusstraße 1, 53123 Bonn; Postfach 14 02 70, 53107 Bonn. Dienstsitz Berlin: Wilhelmstraße 54, 10117 Berlin; Postanschrift: 11055 Berlin Internet: www.bmel.bund.de Telefon: 03 0 / 1 85 29 – 0; Telefax: 03 0 / 1 85 29 - 42 62 E-Mail: poststelle@bmel.bund.de Kontakt: Info Ernährung und Landwirtschaft</p>
<p>KfW Bankengruppe Palmengartenstr. 5-9, 60325 Frankfurt Tel.: 069 / 74 31-0, Fax: 069 / 7431-2944 E-mail: iz@kfw.de, Internet: www.kfw.de Kontakt: Info KfW-Förderprogramme für Private, Unternehmen u.a.</p>	<p>Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) Presse- und Informationsstab Stresemannstraße 128 - 130 ; 10117 Berlin Telefon: 030 18 305-0, Telefax: 030 18 305-2044 Internet: www.bmu.bund.de Tel.: 030 18 305-0 ; Fax: 030 18 305-2044 E-Mail: service@bmu.bund.de Kontakt: Info Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit, Verbraucherschutz</p>
<p>C.A.R.M.E.N e.V. Centrales Agrar-Rohstoff-Marketing-und Entwicklungsnetzwerk im Kompetenzzentrum für nachwachsende Rohstoffe Schulgasse 18, 94315 Straubing Tel.: 09421 / 960-300, Fax: 09421 / 960-333 E-Mail: contact@carmen-ev.de, Internet: www.carmen-ev.de Kontakt: Geschäftsführer Werner Döller Info Informationsdienst zu Biomasse und nachwachsende Rohstoffe:</p>	<p>Deutsche Energieagentur GmbH (dena) Chausseestraße 128 a, 10115 Berlin Internet: www.dena.de Tel: +49 (0)30 72 61 65-600; Fax: +49 (0)30 72 61 65-699 E-Mail: info@dena.de Internet: www.dena.de Kontakt: Geschäftsführer: Stephan Kohler, Andreas Jung Info Energieanwendung</p>

Ausgewählte Informationsstellen (8)

<p>Wirtschaftsverband Fuels und Energie e.V. (en2x) ab Ende 2021 Georgenstraße 25, 10117 Berlin Internet: www.en2x.de Tel.: +49 30 202 205 30; Fax: +49 30 202 205 55 Mail: info@en2x.de Kontakt: HGF Prof. Dr. Christian Küchen, Adrian Willig Info Kraftstoffe, z.B. Mineralöl</p>	<p>Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB) Alt-Moabit 140, 10557 Berlin Internet: www.bmi.bund.de Telefon: +49-(0)30 18 681-0 Kontakt: Referat Presse, Online-Kommunikation, Öffentlichkeitsarbeit Info Publikationen zum Bauen und Wohnen u.a.</p>
<p>Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz - Kontakt BMWi Berlin Scharnhorstr.34-37, 11019 Berlin Tel.: + 49 (0) 30 18 615 – 0; Fax: E-Mail: poststelle@bmwi.bund.de Internet: www.bmwi.de Kontakt: Info Zuständig für Wirtschaft, Energie und Klimaschutz</p>	<p>Ministerium für Landesentwicklung und Wohnen Baden-Württemberg (LMW BW) Theodor-Heuss-Str. 4, 70174 Stuttgart www.mlw.baden-wuerttemberg.de E-Mail: poststelle@mlw.bwl.de Tel.: + 49 (0) 0711 123-0, Telefax: (0711) 123-3131 Kontakt: Info Landesentwicklung, Bauen und Wohnen, Städtebau, Denkmalschutz</p>

Ausgewählte Informationsstellen (9)

<p>UFOP Union zu Förderung von Oel- und Proteinpflanzene.V. Godesberger Allee 142-148, 53175 Bonn Tel.: 0228/8198-226, Fax: 0228/8198-203 E-mail: ufop@wpr-communication.de Internet: www.ufop.de</p> <p>Info Informationen rund um die Biokraftstoffe</p>	<p>IWR Internationales Wirtschaftsforum Regenerative Energien an der Universität Münster Robert-Koch-Str. 26, 48149 Münster Tel.: 0251-83-33995, Fax: 0251-83-38352 E-Mail: iwr@uni-muenster.de Internet: www.uni-muenster.de/Energie</p> <p>Info Raumordnung, Bau- und Energierecht, aktuelle Pressemeldungen, Veranstaltungsübersicht</p>
<p>Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V. (ATB) Max-Eyth-Allee 100 14469 Potsdam Internet: www.atb-potsdam.de Tel.: 0331/5699-0 E-Mail: atb@atb-potsdam.de Kontakt:</p> <p>Info Agrartechnik</p>	<p>Agentur für Erneuerbare Energien Reinhardtstr. 18; 10117 Berlin Internet: www.unendlich-viel-energie.de Tel.: 030/200535-3; Fax 030/200535-51 E-Mail: kontakt@unendlich-viel-energie.de Kontakt: Online-Redaktion Undine Ziller</p> <p>Info Informationen über erneuerbare Energien</p>
<p>Deutsches BiomasseForschungs Zentrum gGmbH (DBFZ) Torgauer Straße 116 , 04347 Leipzig Internet: www.dbfz.de Tel.: 0341/2434-112 E-Mail: info@dbfz.de www.dbfz.de Kontakt:</p> <p>Info Biomasseforschung</p>	<p>Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL) Bartningstraße 49 64289 Darmstadt Internet: www.ktbl.de Tel.: 06151/7001-0 E-Mail: ktbl@ktbl.de www.ktbl.de Kontakt:</p> <p>Info Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft</p>

Ausgewählte Informationsstellen (10)

<p>Vereinigte Werkstätten für Pflanzenöltechnologie GbR Am Steigbühl 2, 90584 Allersberg Tel.: 09174 / 2862, Fax: E-Mail: Internet: www.pflanzenoel-traktor.de Internet: www.pflanzenoel-motor.de Kontakt: Dr. Georg Gruber Info Informationen zur Pflanzenöltechnologie</p>	<p>Bundesverband Erneuerbare Energie e.V. (BEE) Reinhardtstr. 18; 10117 Berlin Web: www.bee-ev.de Tel.: 030 / 2 75 81 70 – 0; Fax: 030 / 2 75 81 70 – 20 E-Mail: info@bee-ev.de Kontakt: GF Dr. Hermann Falk Info Dachverband erneuerbare Energien</p>
<p>Bundesverband BioEnergie e.V. (BBE) Godesberger Allee 142-148; 53175 Bonn Web: www.bioenergie.de Tel.: 0228/ 81 002-22; Fax: 0228/ 81 002-58 E-Mail: info@bioenergie.de Kontakt: GF Bernd Geisen Info Informationen zur Bioenergie</p>	<p>Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR) OT Gülzow, Hofplatz 1; 18276 Gülzow-Prüzen Tel.: 03843/6930-0; Fax: 03843/6930-102 E-Mail: info@fnr.de www.fnr.de Kontakt: Info Projektträger des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) Umfassende Informationen zur Biomasse, z.B. www.nachwachsende-rohstoffe.de; www.bio-energie.de www.biogasportal.info; www.bio-kraftstoffe.info www.energiepflanzen.info</p>
<p>Biogasrat e.V. Dorotheenstraße 35 10117 Berlin Internet: www.biogasrat.de Tel.: 030/201431-33 E-Mail: geschaeftsstelle@biogasrat.de Kontakt: Info</p>	<p>Deutscher Energieholz- und Pellet-Verband e.V. (DEPV) Neustädtische Kirchstraße 8; 10117 Berlin Web: www.depv.de Tel.: 030 688 1599 66; Fax: 030 688 1599 77 E-Mail: info@depv.de Kontakt: Vorsitzender Martin Bentele Info Informationen zu Holzpellets</p>

Ausgewählte Informationsstellen (11)

<p>Bundesverband Biogene und regenerative Kraft- und Treibstoffe e. V.: Arnswaldtstr. 18, 30159 Hannover Tel.: 0511 / 23 520-03, Fax: 0511 / 23 52 0-05 E-mail: info@biokraftstoffe.org Internet: www.biokraftstoffe.org Kontakt: Martin Tauschke</p> <p>Info Informationen zur biogenen Kraftstoffen</p>	<p>Universität Hamburg Zentrum Holzwirtschaft Leuschnerstrasse 91; 21031 Hamburg Internet: www.holzwirtschaft.org Tel. 040/73962-0; Fax: 040/73962-1 Kontakt: Prof. Dr. Jörg B. Ressel</p> <p>Info Holzwirtschaft in Deutschland und weltweit</p>
<p>Bine-Informationsdienst Internet: www.bine.info</p> <p>Info Demoanlagen und Informationen zu Erneuerbaren Energien und zur Energieeffizienz</p>	<p>Wege zum Bioenergiedorf Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) OT Gülzow, Hofplatz 1, 18276 Gülzow-Prüzen Internet: www.fnr.de Telefon 0 38 43/69 30-0, Fax 0 38 43/69 30-1 02 E-Mail: info@fnr.de</p> <p>Info Bioenergiedörferliste in Deutschland, BW</p>
<p>Fachgruppe Biogas Weckelweiler, Heimstr. 1, 74592 Kirchberg/Jagst Tel.: 07954 / 926 203, Fax: 07954 / 926 204 E-Mail: info@biogas-zentrum.de Internet: www.biogas-zentrum.de Kontakt: GF Michael Köttner</p> <p>Info</p>	<p>Fachverband Biogas e.V Angerbrunnenstraße 12; 85356 Freising Tel. 08161/ 984660; Fax 08161/ 984670 E-Mail: info@biogas.org Internet: www.fachverband-biogas.de Kontakt: GF Dr. Claudius das Costa Gomez</p> <p>Info Der Fachverband Biogas e.V. vereint bundesweit Betreiber, Hersteller und Planer von Biogasanlagen, Vertreter aus Wissenschaft und Forschung sowie Interessierte.</p>

Ausgewählte Informationsstellen (12)

<p>Verband für Energiehandel Südwest-Mitte e.V. Tullastr. 18, 68161 Mannheim Tel.: 0621/411095, Fax: 0621/415222 E-Mail: info@veh-ev.de, Internet: www.veh-ev.de Kontakt: Geschäftsführer Dipl.-Vw.Hans-Jürgen Funke Info Energiehandel</p>	<p>Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe Internet: www.tfz.bayern.de Info Biomasse</p>
<p>Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt der Technischen Universität München Internet: www.tec.agrar.tu-muenchen.de Kontakt Info</p>	<p>Institut für Energetik und Umwelt g GmbH, Torgauer Str. 116, 04347 Leipzig, Tel.: 0341/2434-112, E-Mail: info@ie-leipzig.de Internet: www.ie-leipzig.de Kontakt: Prof. Dr. Ing. Kaltschmitt Info Bioenergie</p>
<p>NRW-Aktion Holzpellets Kontakt: Beate Schmidt Tel.: 0211 /456 66 92 E-Mail: beate.schmidt@munlv.rwe.de Internet: www.aktion-holzpellets.de Info NRW-Holzpelletsilo-Fahrzeug</p>	<p>Energieagentur NRW Kasinostr. 19-21, 42103 Wuppertal Tel.: 0202 /24552-60, Tel.: 0202 /24552-99 E-Mail: Energieagentur@ea-nwr.de Internet: www.ea-nrw.de Info Broschüren u.a.</p>
<p>Forum für Zukunftsenergien e.V. Godesberger Allee 90, 53175 Bonn Tel.: 0228/95956-0; Fax: 0228/95956-50 E-Mail: energie.forum@t-online.de Internet: www.zukunftsenergien.de Info Auskünfte zu Erneuerbaren Energien</p>	<p>Initiative Pro Schornstein e.V. Internet: www.proschornstein.de Info Holzpellets</p>

Ausgewählte Informationsstellen (13)

<p>Europäische Kommission eurostat Joseph Bech Gebäude, 5, rue Alphonse Weicker, L-2721 Luxemburg Internet: http://epp.eurostat.ec.europa.eu Kontakt: Presse Tel: (352) 4301 3344 4; Fax (352) 4301 3534 9 E-Mail: eurostat-pressoffice@ec.europa.eu</p> <p>Info EU-Statistiken Energie (z.B. Stromerzeugung Wind) u.a.</p>	<p>European Kommission GD Energy and Transport B -1049 Brussels Internet: www.euobserv.org Kontakt: Energiekommissar Miguel Arias Canete, Spanien</p> <p>Info Barometer EurObserv'ER zu Erneuerbaren Energien z.B. Biogase</p>
<p>IEA International Energy Agency 9, rue de la Federation, F 75739 Paris Cedex 15 Tel.: + 33 1 40 57 65 00, Fax: + 33 1 40 57 65 59 Internet: www.iea.org Kontakt: Info Energiestatistik</p>	<p>EurObserv'ER 146, rue de l'Université; 75007 Paris; Frankreich www.energies-renouvelables.org Tel. : +33 (0)1 44 18 00 80; Fax : +33 (0)1 44 18 00 36 E-Mail: observ.er@energies-renouvelables.org; Kontakt: Frédéric Tuillé oder Gaëtan Fovez</p> <p>Info Jährliche Publikationen Stand der EE in Europa 2018, Biogas-Barometer“</p>
<p>European Energy Exchange AG Europäische Energiebörse Augustusplatz 9 – 19; 04109 Leipzig Tel.: 0341 / 21 56-0. E-Mail: info@eex.de Tel.: 0341 / 21 56-0. Internet: www.eex.de Kontakt: Vorstand Dr. Hans-Bernd Menzel.</p> <p>Info Strompreise, installierte Kraftwerkskapazitäten, stündlich erzeugte Strommengen u.a.</p>	<p>Europäische Biomasse-Verband Renewable Energy House Rue d'Arlon 63-65 ; 1040 Brüssel Web: www.aebiom.org E-Mail Kontakt:</p> <p>Info Informationen und Veranstaltungen zur Biomasse</p>

Ausgewählte Informationsstellen (14)

<p>OECD Berlin Centre Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung Schumannstraße 10, 10117 Berlin Internet: www.oecd.org/berlin Tel.: 030/ 30 28 88 35 3 E-Mail: berlin.centre@oecd.org Kontakt: Matthias Rumpf; Tel.: 030 / 30 28 88 35 41 E-Mail: matthias.rumpf@oecd.org</p> <p>Info Informationen und Statistiken zur OECD</p>	<p>IRENA Internationale Agentur für Erneuerbare Energien C 67 Office Building, Khalidiyah (32.) Street Opposite Al Khalidiyah Ladies & Children Park , PO Box 236 Abu Dhabi, Vereinigte Arabische Emirate (UAE) Internet: www.irena.org Tel: +971-2-4179000; Fax: +971-2-6216499 Kontakt: Generalsekretär Adnan Z. Amin</p> <p>Info Förderung der Erneuerbaren Energien</p>
<p>Die Weltbank 1818 H Street, NW; Washington, DC 20433 USA Tel.: (202) 473-1000; Fax: (202) 477-6391 Internet: www.worldbank.org E-Mail: Kontakt:</p> <p>Info Statistik BIP u.a.</p>	<p>IRENA Innovation Technology Centre Robert-Schuman-Platz 3, 53175 Bonn, Web: Tel.: +49 (0) 228 391 7908 5 Kontakt:</p> <p>Info</p>
<p>Weltenergierat WEC Internet: www.worldenergy.org</p> <p>Info Beiträge zu internationalen Energiethemen, Energiestatistik</p>	<p>European Biomass Association (AEBIOM) Renewable Energy House 63-65 Rue d'Arlon, 1040 Brüssel Web: www.aebiom.org Kontakt: Peter Rechberger rechberger@pelletcouncil.eu Tel.: +32 24 00 10 61</p> <p>Info Informationen und Veranstaltungen zur Biomasse Pell</p>
<p>United Nations Internet: http://unstats.un.org Kontakt:</p> <p>Info Energie- und Umweltstatistik u.a, UNFCCC -GHD-Data</p>	

Ausgewählte Informationsmaterialien (1)

Integriertes Energie- und Klimaschutzkonzept Baden-Württemberg (IEKK), Beschlussfassung vom 15. Juli 2014

Ausgabe Juli 2014

Herausgeber:

**Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft
Baden-Württemberg**

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

Besucheradresse:

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

Tel.: 0711/126-1203, Fax: 0711/126-1258

E-Mail: ilona.szemelka@wm.bwl.de

Schutzgebühr: z.Z. nur PDF-Datei

Erneuerbare Energien in Zahlen

Nationale und internationale Entwicklung 2021

Stand: 10/2022

Herausgeber:

**Bundeswirtschaftsministerium für Wirtschaft und
Klimaschutz**

- Kontakt BMWi Berlin

Scharnhorstr.34-37, 11015 Berlin

Tel.: 030 /2014-9, Fax: 030 7 2014– 70 10

E-Mail: poststelle@bmwi.bund.de

Internet: www.bmwi.de Schutzgebühr: kostenlos

Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2022

Auflage: 10/2023

Herausgeber:

**Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft
Baden-Württemberg**

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

Besucheradresse:

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

Tel.: 0711/126-1203, Fax: 0711/126-1258

E-Mail: ilona.szemelka@wm.bwl.de

Schutzgebühr: keine

Erneuerbare Energien

Innovationen für eine nachhaltige Energiezukunft

8. Auflage: 10/2011

Herausgeber:

**Bundeswirtschaftsministerium für Wirtschaft und
Klimaschutz**

- Kontakt BMWi Berlin

Scharnhorstr.34-37, 11015 Berlin

Tel.: 030 /2014-9, Fax: 030 7 2014– 70 10

E-Mail: poststelle@bmwi.bund.de

Internet: www.bmwi.de Schutzgebühr: keine

Bioenergie - die vielfältige erneuerbare Energie

Ausgabe: 8/2016

Herausgeber:

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR)

Hofplatz 1 • 18276 Gülzow

E-Mail: info@fnr.de

Internet: www.fnr.de ; www.nachwachsende-rohstoffe.de

Schutzgebühr: PDF kostenlos

Biogas Journal - Biogas in Kommunen

Ausgabe Sonderheft 2012

Herausgeber:

Fachverband Biogas e.V

Angerbrunnenstraße 12; 85356 Freising

Tel. 08161/ 984660; Fax 08161/ 984670

E-Mail: info@biogas.org

Internet: www.fachverband-biogas.de

Schutzgebühr : N.N.

PDF-Datei kostenlos bei der Liste der Biodörfer

Ausgewählte Informationsmaterialien (2)

<p>Energiebericht 2022 und Energiebericht kompakt 2023 Ausgabe 10/2022 und 7/2023 Herausgeber: UM BW & Stat. LA BW Internet: www.um.baden-wuerttemberg.de; Besucheradresse: Hauptstätter Str. 67 (Argon-Haus), 70178 Stuttgart Tel.: 0711/126-1203, Fax: 0711/126-1258 E-Mail: ilona.szemelka@wm.bwl.de Schutzgebühr: z.Z. nur PDF-Datei</p>	
<p>Jährliche Publikation zum Themenbereich erneuerbaren Energien in der EU-27, z.B. Jahresbericht-Stand der EE in Europa 2020 sowie Barometer feste Biomasse, Biogas-Barometer, Barometer regenerative Siedlungsabfälle, Biokraftstoff-Barometer bis 2021 Herausgeber: EurObserv'ER 146, rue de l'Université; 75007 Paris; Frankreich www.energie-srenouvelables.org/ec.europa.eu/energy/re/publications/barometers_en.htm www.euobserv.org Tel. : +33 (0)1 44 18 00 80; Fax : +33 (0)1 44 18 00 36 E-Mail: observ.er@energies-renouvelables.org; Kontakt: Frédéric Tuillé oder Gaëtan Fovez Schutzgebühr: keine bei PDF-Datei</p>	<p>Holzrohstoffbilanz Deutschland 1987-2015, Studie 10/2012 Holzrohstoffmonitoring Energieholzverwendung in privaten Haushalten 2010, 5/2012 Herausgeber: Uni Hamburg – Zentrum für Holzwirtschaft über AGR – AG Rohholzverbraucher www.rohholzverbraucher.de</p>
<p>Biogas Journal – Energiepflanzen Ausgabe Sonderheft 2012 Herausgeber: Fachverband Biogas e.V. Angerbrunnenstraße 12; 85356 Freising Tel. 08161/ 984660; Fax 08161/ 984670 E-Mail: info@biogas.org Internet: www.fachverband-biogas.de Schutzgebühr : N.N.</p>	<p>REN21 - RENEWABLES 2023 - Global Status Report Ausgabe 6/2023 Herausgeber: Renewables Energy Policy Network for the 21st Century c/o UNEP REN21 Secretariat 15 rue de Milan 75441 Paris Cedex 9 France Tel.: +33 1 44 37 50 94 Fax: +33 1 44 37 50 95 E-Mail: secretariat@ren21.org www.ren21.net Schutzgebühr: PDF-Datei, keine Schutzgebühr</p>

Ausgewählte Informationsmaterialien (3)

<p>Technology Roadmap (Technologischer Fahrplan) Delivering Sustainable Bioenergy (Nachhaltige Bioenergie liefern) Ausgabe 2017, pdf Herausgeber: IEA Internationale Energieagentur, Paris</p>	<p>Wegweisende Bioenergieprojekte – Drei Jahre Bioenergieettbewerb Auflage: 2011 Herausgeber: Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg Internet: www.um.baden-wuerttemberg.de; Besucheradresse: Willy-Brandt-Str. 41, 70173 Stuttgart Tel.: 0711/126-1203, Fax: 0711/126-1258 E-Mail: ilona.szemelka@wm.bwl.de Schutzgebühr: keine</p>
<p>Leitfaden Biogase Ausgabe: 2016 Nachwachsende Rohstoffe Ausgabe 8/2018 Herausgeber: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR) Hofplatz 1 • 18276 Gülzow E-Mail: info@fnr.de Internet: www.fnr.de ; www. www.nachwachsende-rohstoffe.de Schutzgebühr: PDF kostenlos</p>	<p>Basisdaten Bioenergie Deutschland 2024 Ausgabe: 9/2023 Herausgeber: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR) Hofplatz 1 • 18276 Gülzow E-Mail: info@fnr.de Internet: www.fnr.de ; www. www.nachwachsende-rohstoffe.de Schutzgebühr: PDF kostenlos</p>
<p>Leitfaden Bioenergie Planung, Betrieb und Wirtschaftlichkeit von Bioenergieanlagen Ausgabe: 2013 Herausgeber: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR) Hofplatz 1 • 18276 Gülzow E-Mail: info@fnr.de Internet: www.fnr.de ; www. www.nachwachsende-rohstoffe.de Schutzgebühr: PDF kostenlos</p>	<p>KEY WORLD ENERGY STATISTICS 2021 Ausgabe 9/2021, pdf Herausgeber: IEA Internationale Energieagentur, Paris</p>

Ausgewählte Foliensätze zum Themenbereich Erneuerbare Energien

Erneuerbare Energien	Geothermie	Solarenergie - Solarwärme	Wasserkraft
Erneuerbare Energien Nationale und internationale Entwicklung	Geothermie Nationale und internationale Entwicklung	Solarthermie Nationale und internationale Entwicklung	Wasserkraft Nationale und internationale Entwicklung
		Solarthermieranlagen	
Bioenergie	Wärmepumpe	Solarenergie - Solarstrom	Windenergie
Bioenergie Nationale und internationale Entwicklung	Wärmepumpen Nationale und internationale Entwicklung	Photovoltaik Nationale und internationale Entwicklung	Windenergie Nationale und Internationale Entwicklung
Biofestbrennstoffe Nationale und internationale Entwicklung	Gebäudeheizung mit Wärmepumpen	Netzgekoppelte PV-Anlagen	
Biogase plus Nationale und internationale Entwicklung	Wärmepumpen Wärmequelle Außenluft		
Biokraftstoffe plus Nationale und internationale Entwicklung	Wärmepumpen Wärmequelle Geothermie	Solarthermische Kraftwerke	