

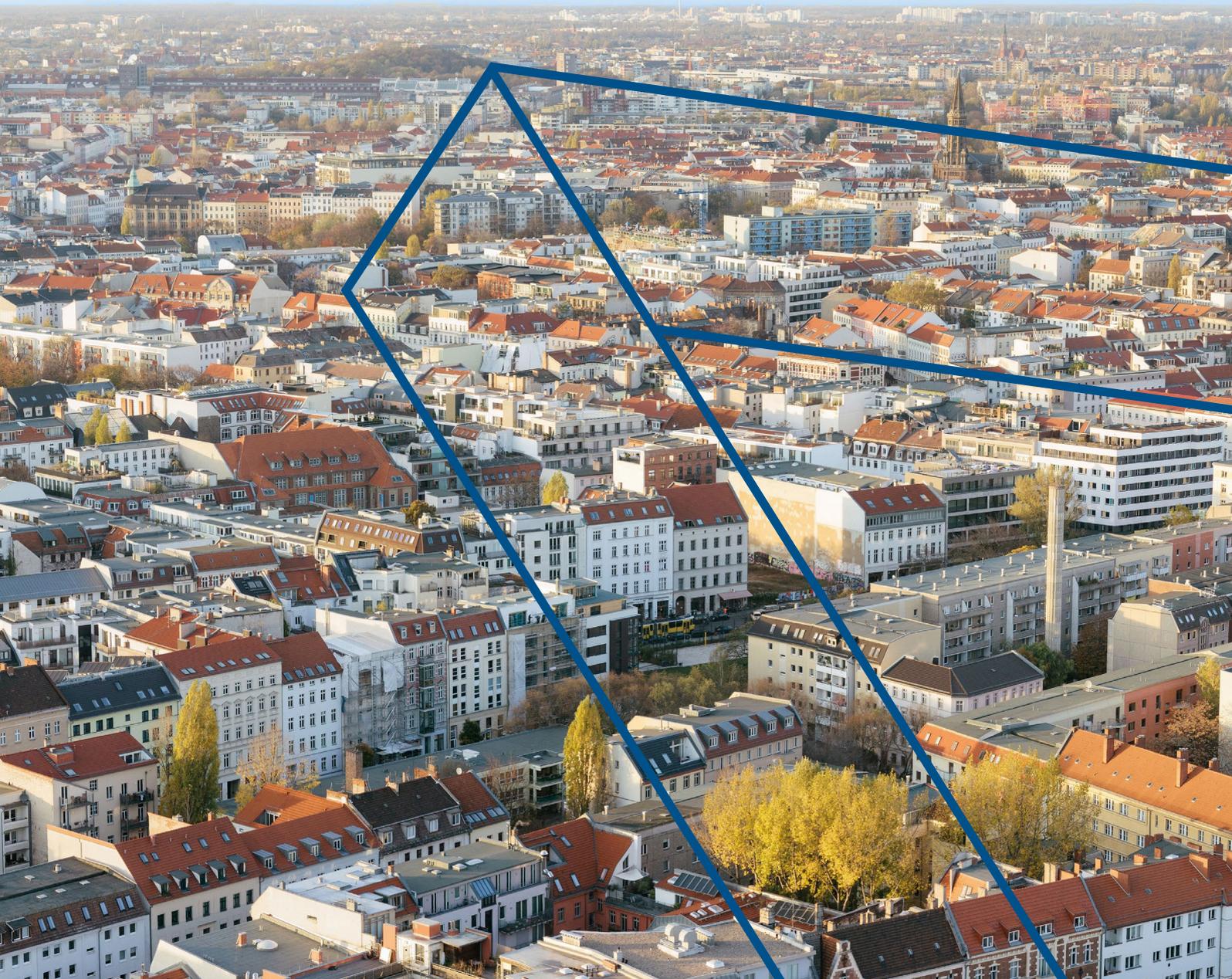


dena
GEBÄUDE
REPORT
2021

dena
Deutsche Energie-Agentur

dena-GEBÄUDEREPORT 2021

Fokusthemen zum Klimaschutz im Gebäudebereich



Inhalt

06

Zahlen, Daten, Fakten



18

Ziele und politische Rahmenbedingungen



30

Green Finance im Gebäudesektor



46

Wärme und Kälte



66

Ressourcen im Bauwesen



06 Zahlen, Daten, Fakten

- 08 Nichtwohngebäudebestand in Deutschland
- 10 Endenergiebezogener Gebäudeenergieverbrauch
- 15 Entwicklung Antragszahlen Effizienzhäuser, Sanierung und Neubau

18 Ziele und politische Rahmenbedingungen

- 19 Einordnung des Themas
- 20 Europäische und internationale Verpflichtungen
- 24 Nationale Ziele, Umsetzungsstrategien und Maßnahmen

30 Green Finance im Gebäudesektor

- 31 Der Finanzsektor im Kontext von Klimaschutz
- 35 Politische Rahmenbedingungen der EU
- 39 Ansätze „grüner“ Immobilienfinanzierung in Deutschland

46 Wärme und Kälte

- 47 Endenergieverbrauch im Wärme- und Kältesektor
- 53 Wärme- und Kältetechnologien und -anwendungen
- 56 Wärmenetze

66 Ressourcen im Bauwesen

- 67 Bedeutung von Ressourcen im Bauwesen
- 69 Bedeutung des Themas für das Bauwesen
- 72 Rahmenbedingungen, politische Ziele

Impressum

Herausgeber :

Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena)
Chausseestraße 128 a, 10115 Berlin
Tel.: + 49 (0)30 66 777-0
Fax: + 49 (0)30 66 777-699
www.dena.de

Bildnachweis:

Titelbild – GettyImages/Guido Mieth; GettyImages: S. 4 – Bim, S. 6 – Dowell Moment, S. 18, 27, 30 – Westend 61, S. 22 – Travel Motion, S. 36 – Kentaroo Tryman; Shutterstock: S. 46 – Ivan Smuk, S. 66 – Curioso Photography; Pexels: S. 42 – Singkham; Alle anderen Bilder Copyright: Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena)

Redaktion:

Thomas Bründlinger, dena
Heike Marcinek, dena
Christina Stahl, dena
Christian Stolte, dena

Konzeption und Gestaltung:

Heimrich & Hannot GmbH

Stand:

05/2021

Bitte zitieren als:

Deutsche Energie-Agentur (dena, 2021):
dena-Gebäudereport 2021 – Fokusthemen
zum Klimaschutz im Gebäudebereich

Diese Veröffentlichung des Projekts „dena-Gebäudereport 2021: Fokusthemen zum Klimaschutz im Gebäudebereich“ erfolgt im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie. Die dena unterstützt die Bundesregierung in verschiedenen Vorhaben bei der Umsetzung der energie- und klimapolitischen Ziele.



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie



gebaeudereport@dena.de



twitter.com/dena_news



dena.de





LIEBE LESERINNEN UND LESER,

Sie lesen den Gebäudereport 2021, ein neues Format in einer besonderen Zeit. Die Corona-Krise belastet die Wirtschaft und unsere Gesellschaft. Die Energiewende – vor der Pandemie das Top-Thema – rückt wieder in den Mittelpunkt der politischen Agenda. Klar ist, dass die CO₂-Emissionen der Gebäude in den kommenden zehn Jahren, ausgehend von gegenwärtig rund 120 Millionen Tonnen, deutlich reduziert werden müssen. Debatten über höhere Ziele als bislang geplant werden auf nationaler und EU-Ebene derzeit intensiv geführt. Sie werden das Jahr 2021 weiter prägen, besonders wenn es dann auch um Maßnahmen geht, wie diese Ziele erreicht werden können.

Das Klimaschutzprogramm 2030 und das Konjunkturpaket stellen Milliarden für Energiewende und Klimaschutz bereit, von denen auch der Gebäudebereich profitiert. Förderprogramme für energieeffizientes Bauen und Sanieren wurden aufgestockt und die Nachfrage steigt. Aus Brüssel kommt mit der „Renovation Wave“ ebenfalls ein deutlicher Impuls für mehr energetische Modernisierungen.

Nun wird es darauf ankommen, diese Mittel intelligent zu nutzen, sodass sie nachhaltig wirken. Für den Gebäudesektor ist das gelungen, wenn der Sanierungsstau sich endlich auflöst und klimafreundlicheres Bauen und Sanieren zum „Mainstream“ wird. Essenziell dafür ist, die neuen und erhöhten Fördermöglichkeiten gezielt zu bewerben und die Töpfe für die kommenden Jahre verlässlich auszustatten. Ausreichende Förderung braucht es auch für innovative Technologien und Geschäftsmodelle. Und alle, die aktiv werden, sollten auf Rahmenbedingungen treffen, die ihr Vorhaben beschleunigen statt verkomplizieren.

Mit dem dena-Gebäudereport 2021 wollen wir informieren und sichtbar machen, wo wir stehen und wo Dinge in Bewegung sind – politisch und technologisch.

Wie in den Vorjahren haben wir **aktuelle Statistiken zur Energieeffizienz im Gebäudebestand** aufbereitet, inklusive der Abrufe von Förderprogrammen. Das Kapitel „**Ziele und politische Rahmenbedingungen**“ zeigt die Ziele, Programme und Strategien Deutschlands und der EU auf dem Weg zum klimaneutralen Gebäudebestand.

Zusätzlich werden Themen beleuchtet, die in den kommenden Jahren eine wichtige Rolle spielen werden und sich gegenseitig ergänzen:

Wärme- und Kältewende im Gebäudebereich: Technologien zur Erzeugung, Nutzung und Speicherung werden effizienter und digitaler. Unsere Übersicht soll unterstützen, Planungsentscheidungen zu treffen und Potenziale abzuschätzen.

Green Finance: Der Finanzsektor entwickelt sich zu einem immer wichtigeren Hebel, um grüne Investitionen im Gebäudesektor und in der gesamten Energiewende zu ermöglichen. Wir blicken auf Vorreiter in Deutschland und Europa.

Ressourcen im Bauwesen: Energie- und Materialeffizienz nehmen eine Schlüsselstellung in der Wärmewende ein. Wir analysieren Bedeutung und Potenziale für das Bauwesen im Kontext der politischen Ziele und Rahmenbedingungen.

Im Baubereich der dena setzen wir uns kontinuierlich mit diesen und vielen weiteren Themen rund um das energieeffiziente Bauen und Sanieren auseinander. Wir freuen uns auf Ihre Diskussionsbeiträge und Rückmeldungen. Lassen Sie uns dranbleiben.



ANDREAS KUHLMANN

Vorsitzender der Geschäftsführung
der Deutschen Energie-Agentur (dena)



CHRISTIAN STOLTE

Bereichsleiter Energieeffiziente Gebäude
der Deutschen Energie-Agentur (dena)

Kapitel 01/05

Zahlen, Daten, Fakten

Was Sie hier lesen:

Das folgende Kapitel gibt einen Überblick über den Status quo des nationalen Gebäudebestands. Dabei sind Zahlen, Daten und Fakten in übersichtlichen Diagrammen zusammengefasst. Dargestellt werden Bestand und Energieverbrauch von Wohngebäuden und Nichtwohngebäuden sowie die Entwicklung der Absatzzahlen von Wärmeerzeugern. Ein weiterer Schwerpunkt ist die 2020 umgestaltete Förderlandschaft und deren Antragszahlen.

Abb. 1: Wohngebäudebestand in Deutschland

Quelle: AGEB 2020, BMWi 2020a, Destatis 2020, eigene Berechnungen



3.216.005

Mehrfamilienhäuser



15.837.211

Ein- und Zweifamilienhäuser



66 %

Anteil der Wohngebäude am Gebäudeenergieverbrauch



40.828.717

Wohneinheiten



3.753.715 m²

beheizte Nettogrundfläche in Tsd.

Unsere Autorin und unser Autor:



Alexandra Mayer und **Simon Becker** sind in der dena für die Themen Energieanalysen und Energieeffizienz im Gebäudebereich tätig.

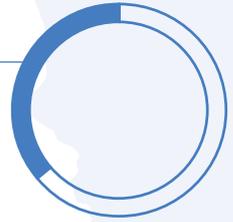
► Ein- und Zweifamilienhäuser (EZFH) haben im Vergleich zu Mehrfamilienhäusern (MFH) durchschnittlich größere Wohnflächen je Wohneinheit und höhere quadratmeterbezogene Energieverbräuche. Wohneinheiten in EZFH betragen im Durchschnitt 118 m², während sie in MFH 69 m² groß sind. Betrachtet man beide Kategorien zusammen, hat jeder Einwohner 46,7 m² an Wohnfläche zur Verfügung. Mit rund 15,8 Millionen Gebäuden stellen EZFH die zahlenmäßig größte Gruppe dar.

Abb. 2: Nichtwohngebäudebestand in Deutschland

Quelle: AGEb 2020, BMWi 2020a, IWU 2021, eigene Berechnungen

34 %

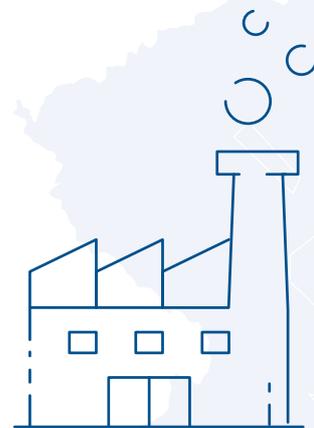
Anteil der Nichtwohngebäude
am Gebäudeenergieverbrauch



3.507.000 m²

beheizte Nettogrundfläche in Tsd.

► Im Gegensatz zu den Wohngebäuden gibt es für die Anzahl an Nichtwohngebäuden (NWG) keinen amtlichen Wert. Das Institut für Wohnen und Umwelt (IWU) erstellt in dem Projekt ENOB:dataNWG eine Hochrechnung von 1,98 Millionen GEG-relevanten NWG auf. Aufgrund ihrer großen Fläche je Gebäude und der hohen quadratmeterbezogenen Verbräuche liegt der Anteil der NWG am Gebäudeenergieverbrauch bei 34 Prozent.



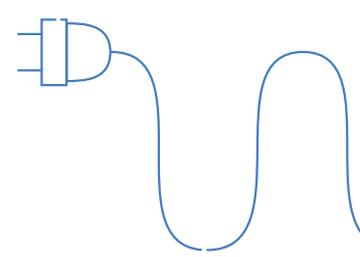
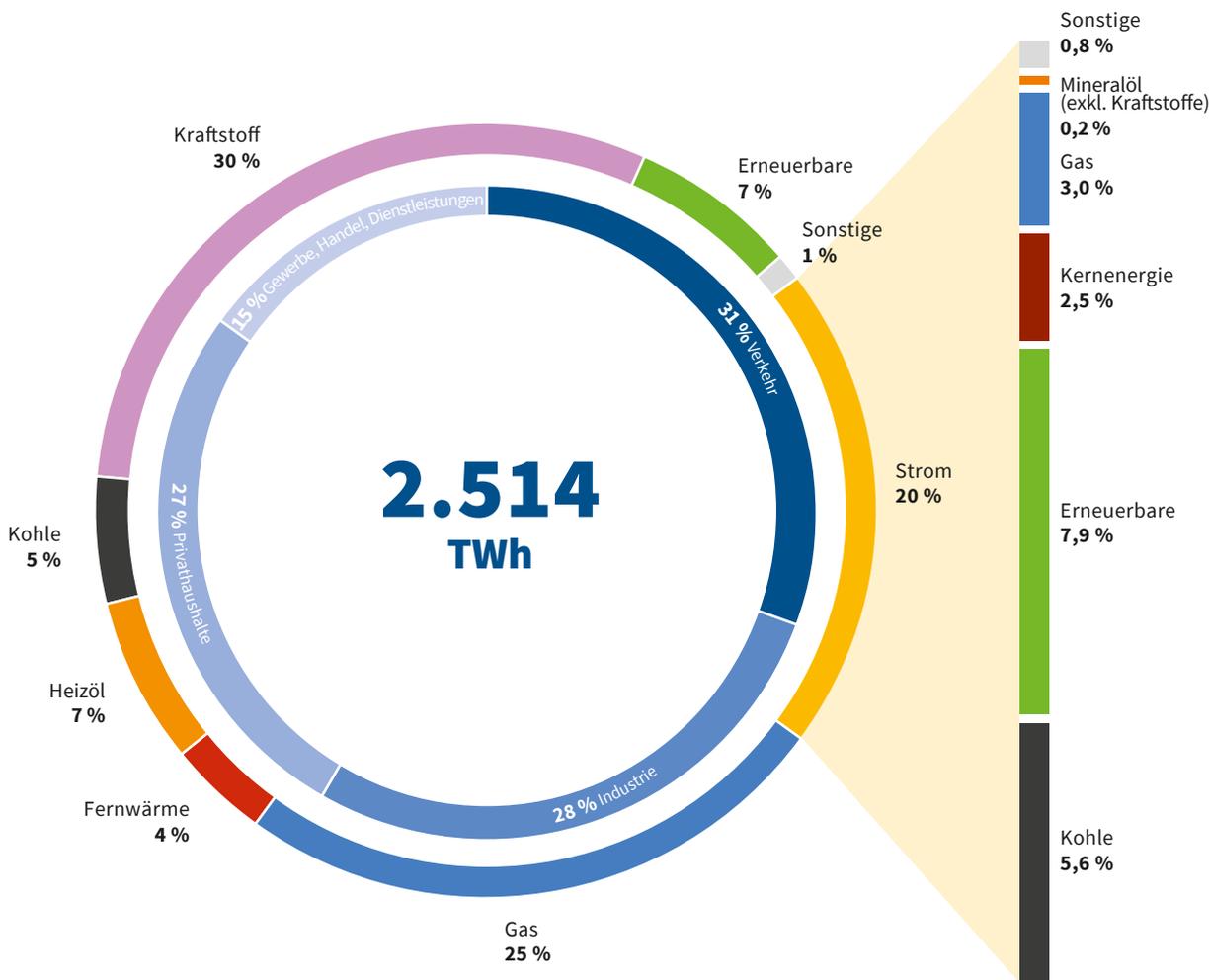
1,98 Mio.

Anzahl der GEG-relevanten
Nichtwohngebäude in Deutschland



Abb. 3: Endenergieverbrauch nach Sektoren und Energieträgern

Quelle: AGEB 2020, BMWi 2020b, eigene Berechnungen



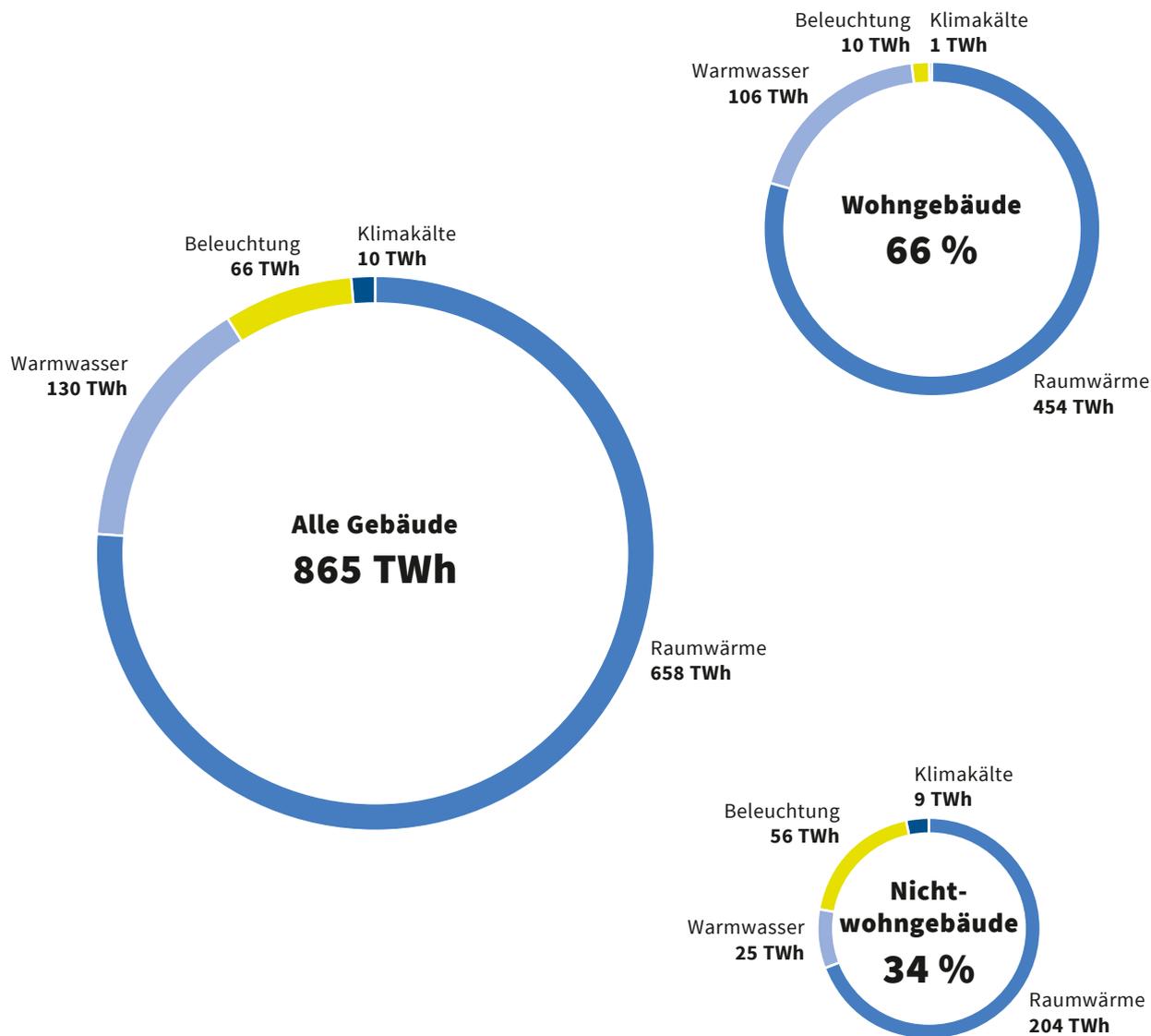
Kraftstoff und Gas sind die dominierenden Energieträger

Mit 30 Prozent Anteil am Endenergieverbrauch sind Kraftstoffe 2019 die dominierenden Energieträger in Deutschland. Diese werden überwiegend im Verkehrssektor verbraucht, welcher damit den Sektor mit dem größten Verbrauchsanteil darstellt. Der Energieträger Gas hat den zweitgrößten Anteil (25 Prozent). Hier erfolgt der Einsatz hauptsächlich in den Sektoren Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Privathaushalte für die Bereitstellung von Raumwärme, aber auch in der Industrie für Prozesswärme. Der Bedarf an Heizöl für die Raumwärme hat 2019 zugenommen, während der Gasbedarf konstant blieb.

Bei der Strombereitstellung liegen die erneuerbaren Energien mit 8 Prozent Anteil am Endenergieverbrauch 2019 erstmals vorne und verdrängen die Kohlekraftwerke auf den zweiten Platz.

Abb. 4: Endenergiebezogener Gebäudeenergieverbrauch

Quelle: AGEB 2020, BMWi 2020b, eigene Berechnungen



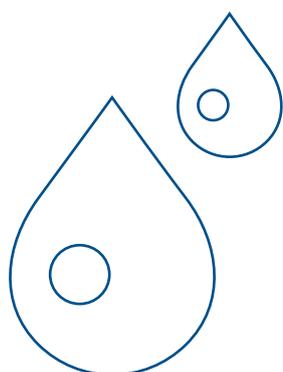
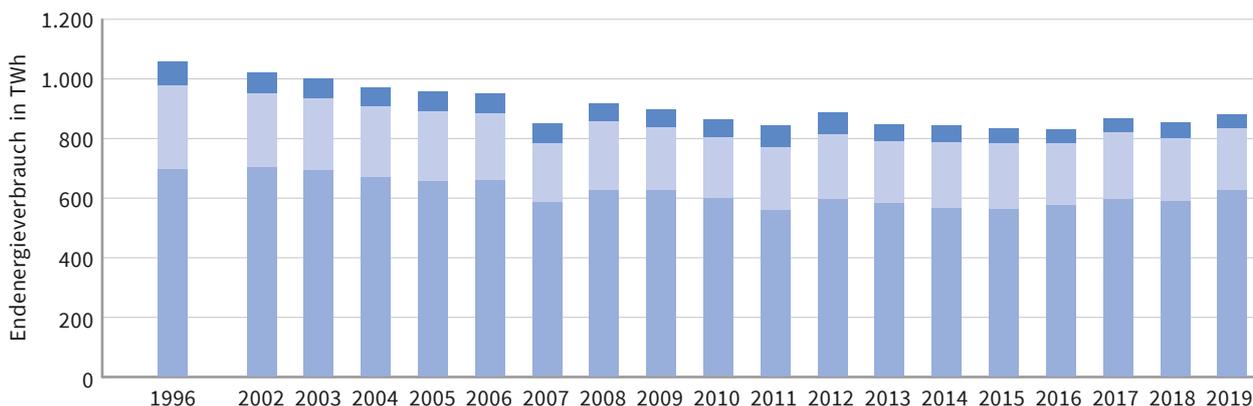
Raumwärme hat größten Anteil am Gebäudeenergieverbrauch

Mit 76 Prozent hat die Raumwärme den größten Anteil am Gebäudeenergieverbrauch. 2019 lag der Endenergieverbrauch für Raumwärme bei 658 TWh. Dieser ist damit im Vergleich zu 2018 um 22 TWh angewachsen. Aufgrund der hohen Anzahl von 19 Millionen Wohngebäuden fallen bei diesen 66 Prozent des gesamten Gebäudeenergieverbrauchs an. Dabei wird die Energie in Wohngebäuden vor allem durch Raumwärme und Warmwasser verbraucht. Endenergieverbräuche durch Beleuchtung oder Kli-

makälte fallen wenig an. Anders sieht dies im Nichtwohngebäudebereich aus. Den größten Anteil macht auch hier die Raumwärme aus, aber auf Platz zwei liegt die Beleuchtung und nur ein geringer Anteil wird für Warmwasser benötigt. Zwar ist die Anzahl der Nichtwohngebäude im Vergleich zu den Wohngebäuden relativ gering, doch machen sie aufgrund ihrer großen Fläche einen Anteil von 34 Prozent am gesamten Gebäudeenergieverbrauch aus. Wie bei den Wohngebäuden liegt die Klimakälte auf dem vierten Platz, wobei diese bei den Nichtwohngebäuden mit 10 TWh eine größere Bedeutung hat.

Abb. 5: Entwicklung des Endenergieverbrauchs für Raumwärme und Warmwasser, klimabereinigt

Quelle: BMWi 2020b, DWD 2020, eigene Berechnungen



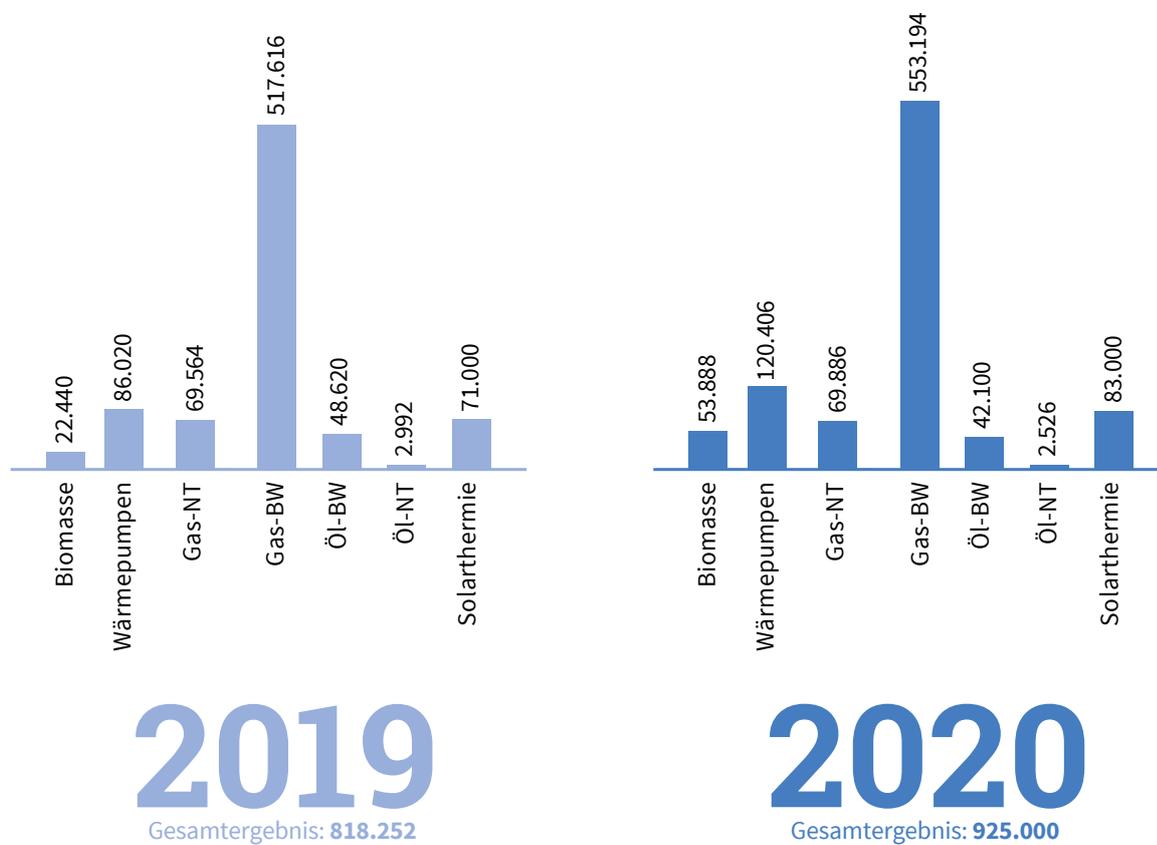
Nach 2018 steigt 2019 der Endenergieverbrauch wieder an

Im Jahr 2018 ist der Endenergieverbrauch im Vergleich zu 2017 klimabereinigt um 1,9 Prozent auf 854 TWh gesunken. Während der Sektor Industrie um 4,8 Prozent gestiegen ist, gab es im Bereich Gewerbe, Handel und Dienstleistungen einen Rückgang um 5,4 Prozent und in den Privathaushalten um 1,2 Prozent.

Im Jahr 2019 ist der Endenergieverbrauch von Raumwärme und Warmwasser wieder auf 865 TWh angestiegen. Dabei gab es Rückgänge in den Sektoren Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Industrie von 12 TWh und einen Anstieg in den Privathaushalten von 23 TWh.

Abb. 6: Absatzzahlen Wärmeerzeuger

Quelle: BDH 2021, BSW-Solar 2020, BSW-Solar 2021



▲ 2019 und 2020 wurden am meisten Gas-Brennwertkessel verkauft. Der Marktanteil lag 2020 bei 60 Prozent. Die größten Wachstumsraten konnten bei Wärmepumpen (+40 Prozent) und Biomasse (+140 Prozent) verzeichnet werden.

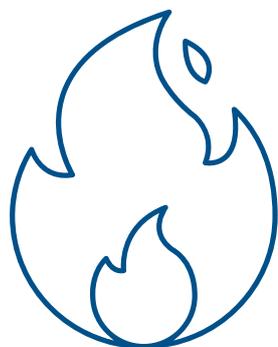
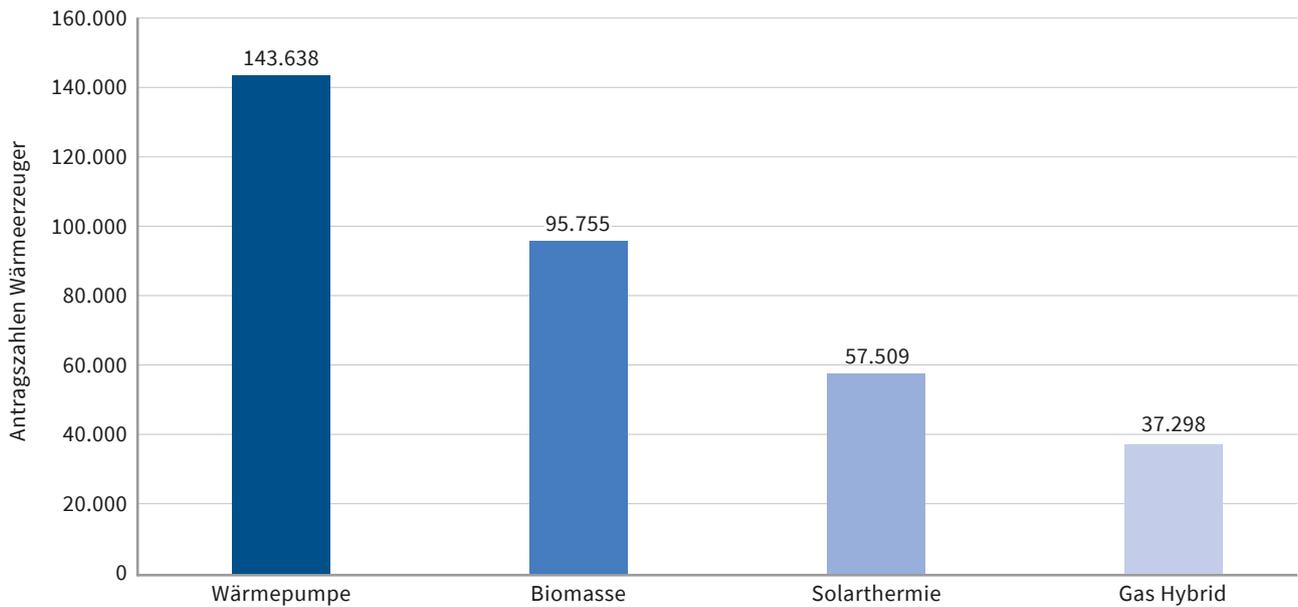


Abb. 7: Beantragte Wärmeerzeuger im Förderprogramm „Heizen mit Erneuerbaren Energien 2020“

Quelle: BAFA 2020a



▲ Zum Jahresbeginn 2020 wurde das Förderprogramm Heizen mit Erneuerbaren Energien vom BAFA neu aufgelegt. Durch attraktive Konditionen wurde das Programm 3,9-mal so häufig wie das Vorgängerprogramm im Vorjahr beantragt. Bei 40 Prozent der Anträge wurde die Förderung erhöht, da hier ein Ölkessel ersetzt wurde. Alleine 48.000 Anträge für eine Wärmepumpe wurden noch im Dezember gestellt, sodass noch nicht alle Geräte in den Absatzzahlen 2020 auftauchen.

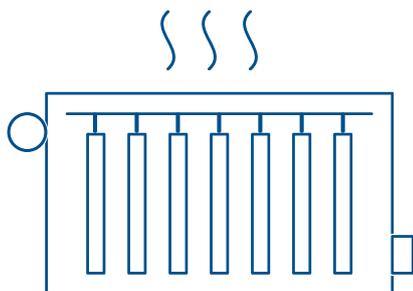
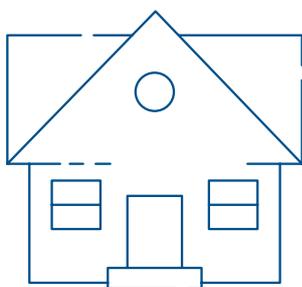
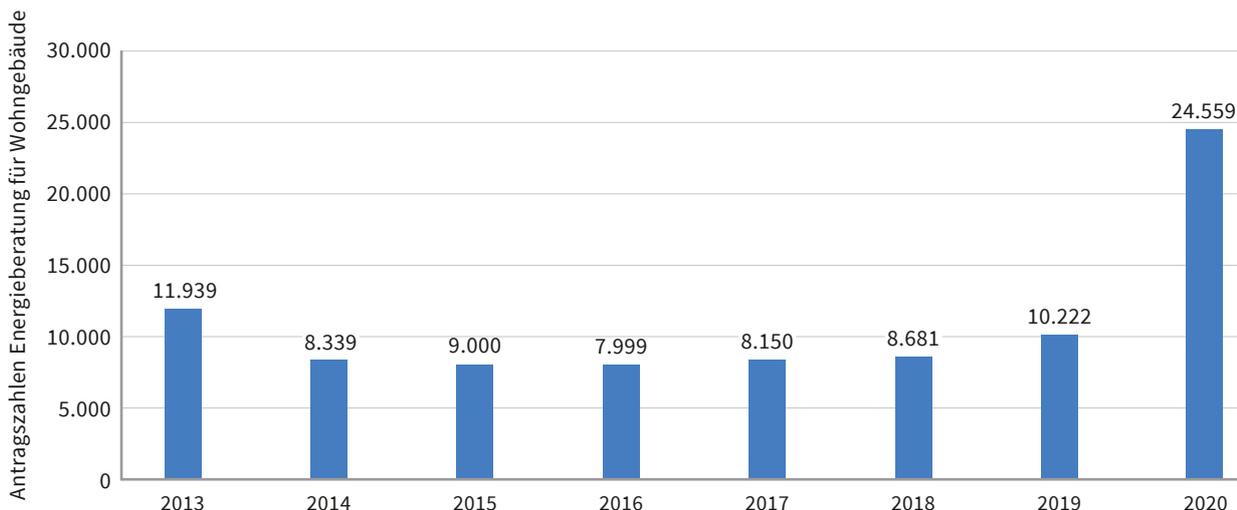


Abb. 8: Antragszahlen Bundesförderung Energieberatung für Wohngebäude

Quelle: BAFA 2020b



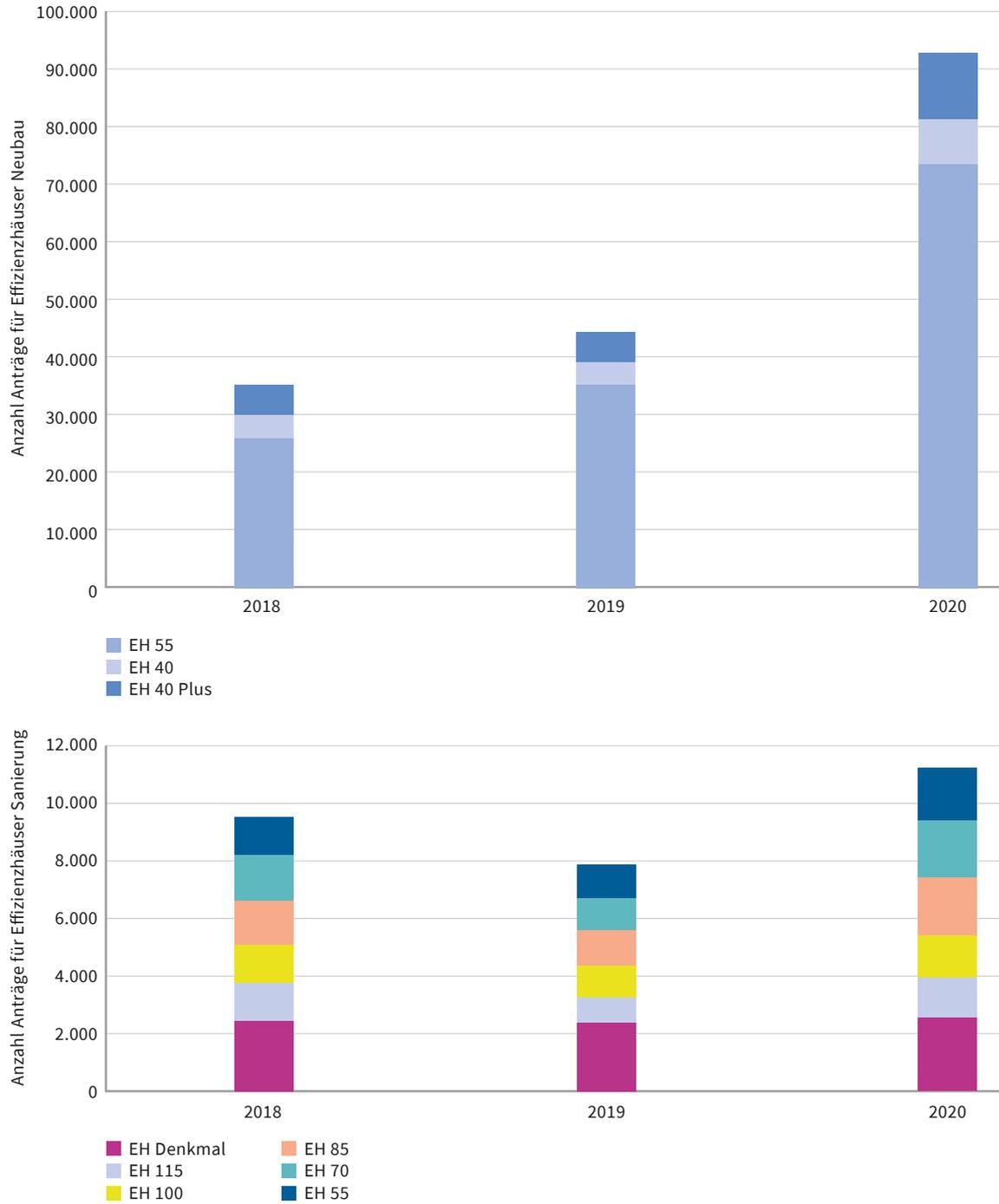
Starke Nachfrage nach geförderter Energieberatung

Die Erhöhung der Bundesförderung Energieberatung für Wohngebäude zum 01.02.2020 auf 80 Prozent hat zu einem deutlichen Anstieg der Antragszahlen geführt. Auch die mit einem individuellen Sanierungsfahrplan (iSFP) durchgeführten Beratungen sind im Vergleichszeitraum Januar bis April 2020 zu 2019 um 40 Prozent gestiegen. Der Anteil der eingereichten

iSFP lag bei 35 Prozent. Es ist davon auszugehen, dass dieser Anteil mit der Einführung der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) weiter steigen wird. Seit dem 01.01.2021 gibt es bei der Umsetzung einer förderfähigen Maßnahme aus einem zuvor geförderten iSFP einen Bonus von 5 Prozentpunkten. Der Trend der Nachfrage nach geförderter Energieberatung könnte also generell im Jahr 2021 anhalten und der iSFP-Anteil zusätzlich weiter steigen.

Abb. 9: Entwicklung Antragszahlen Effizienzhäuser, Sanierung und Neubau

Quelle: KfW 2018, KfW 2019, KfW 2020



▲ Auch bei den Effizienzhäusern (EH) lässt sich der Trend durch die Erhöhung der Förderung erkennen. 2020 gab es eine deutlich höhere Anzahl an Effizienzhäusern als in den Jahren 2018 und 2019. Sehr deutlich ist dies im Neubau der Fall. Mit 79 Prozent wird hier 2020 am meisten das EH 55 gebaut, gefolgt vom EH 40 Plus mit 13 Prozent.

Im Programm „Energieeffizient Sanieren“ liegt das EH Denkmal mit 19 Prozent der Anträge vorn. An zweiter Stelle liegen mit jeweils 15 Prozent die EH 85 und EH 70.

Insgesamt wurden die Förderprogramme so stark nachgefragt, dass das BMWi im Oktober die entsprechenden Haushaltsgelder noch einmal um 2,2 Milliarden Euro erhöhte.

Abbildungsverzeichnis zu Kapitel 01

Abbildung 1: Wohngebäudebestand in Deutschland

Abbildung 2: Nichtwohngebäudebestand in Deutschland

Abbildung 3: Endenergieverbrauch nach Sektoren und Energieträgern

Abbildung 4: Endenergiebezogener Gebäudeenergieverbrauch

Abbildung 5: Entwicklung des Endenergieverbrauchs für Raumwärme und Warmwasser, klimabereinigt

Abbildung 6: Absatzzahlen Wärmeerzeuger

Abbildung 7: Beantragte Wärmeerzeuger im Förderprogramm „Heizen mit Erneuerbaren Energien 2020“

Abbildung 8: Antragszahlen Bundesförderung Energieberatung für Wohngebäude

Abbildung 9: Entwicklung Antragszahlen Effizienzhäuser, Sanierung und Neubau

Literaturverzeichnis zu Kapitel 01

AGEB 2020, Anwendungsbilanzen für die Endenergiesektoren in Deutschland in den Jahren 2008 bis 2018. Berlin (2020): AG Energiebilanzen e. V. Von https://ag-energiebilanzen.de/index.php?article_id=29&fileName=ageb_anwendungsbilanz2018_v3.pdf abgerufen.

BAFA 2020a, Monatsstatistik Heizen mit erneuerbaren Energien. Eschborn (2020): Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle.

BAFA 2020b, Energieberatung für Wohngebäude. Eschborn (2020): Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle. Von https://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/ebw_statistik_antragstellung.pdf?__blob=publicationFile&v=18 abgerufen.

BDH 2021, 10-Jahres-Verlauf Absatz Wärmeerzeuger Deutschland. Berlin (2021): Bundesverband der Deutschen Heizungsindustrie. Von https://www.bdh-koeln.de/fileadmin/user_upload/Pressemeldungen/Marktstruktur_zehn_Jahre_2020_DE.pdf abgerufen.

BMWi 2020a, Langfristige Renovierungsstrategie der Bundesregierung. Berlin (2020): Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. Von <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/langfristige-renovierungsstrategie-der-bundesregierung.html> abgerufen.

BMWi 2020b, Energiedaten: Gesamtausgabe. Berlin (2020): Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. Von https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Binaer/Energiedaten/energiedaten-gesamt-xls.xlsx?__blob=publicationFile&v=129 abgerufen.

BSW-Solar 2020, Statistische Zahlen der deutschen Solarwärmebranche. Berlin (2019): BSW – Bundesverband Solarwirtschaft e. V. Von https://www.solarwirtschaft.de/datawall/uploads/2020/04/bsw_faktenblatt_solarthermie.pdf abgerufen.

BSW-Solar 2021, Bilanz 2020: Renaissance der Solarwärme. Berlin (2021): BSW – Bundesverband Solarwirtschaft e. V. Von https://www.solarwirtschaft.de/datawall/uploads/2021/02/210204_BSW-BDH-Kollektorabsatz.pdf abgerufen.

Destatis 2020, Bauabgang von Wohnungen und Wohngebäuden – Lange Reihen ab 1969 bis 2019, Wiesbaden (2020): Statistisches Bundesamt. Von https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Wohnen/Publikationen/Downloads-Wohnen/fortschreibung-wohnungsbestand-pdf-5312301.pdf;jsessionid=D32AFDDC24080F43F144BB7A204E2727.internet8732?__blob=publicationFile abgerufen.

DWD 2020, Klimafaktoren (KF) für Energieverbrauchsabweise. Essen (2020): Deutscher Wetterdienst. Von <https://www.dwd.de/DE/leistungen/klimafaktoren/klimafaktoren.html> abgerufen.

IWU 2021, ENOB:dataNWG – Projektinformation 8: Forschungsdatenbank Nichtwohngebäude. Darmstadt (2021): Institut Wohnen und Umwelt GmbH. Von https://www.datanwg.de/fileadmin/user/iwu/210216_IWU_Projektinfo-8.2_BE_Strukturdaten.pdf abgerufen.

KfW 2018, KfW-Förderreport 2018. Frankfurt am Main (2018): KfW Bankengruppe. Von https://www.kfw.de/PDF/Unternehmen/Zahlen-und-Fakten/KfW-auf-einen-Blick/Förderreport/KfW-Förderreport_2018.pdf abgerufen.

KfW 2019, KfW-Förderreport 2019. Frankfurt am Main (2019): KfW Bankengruppe. Von https://www.kfw.de/PDF/Unternehmen/Zahlen-und-Fakten/KfW-auf-einen-Blick/Förderreport/KfW-Förderreport_2019.pdf abgerufen.

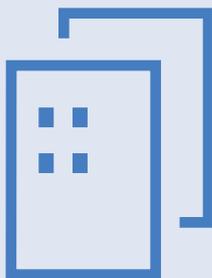
KfW 2020, KfW-Förderreport 2020. Frankfurt am Main (2020): KfW Bankengruppe. Von https://www.kfw.de/Presse-Newsroom/Pressematerial/F%C3%B6rderreport/KfW-F%C3%B6rderreport_2020.pdf abgerufen.

Kapitel 02/05

Ziele und politische Rahmenbedingungen

Was Sie hier lesen:

Der Gebäudesektor ist von zentraler Bedeutung, um die klimapolitischen Ziele der EU und Deutschlands zu erreichen. Für die Transformation hin zu einem klimaneutralen Gebäudebestand erfolgen sowohl auf europäischer als auch auf nationaler Ebene wichtige Weichenstellungen. Das folgende Kapitel gibt einen Überblick über zentrale nationale Zielsetzungen, Umsetzungsstrategien und Maßnahmen sowie politische Rahmenbedingungen auf EU-Ebene. Der Schwerpunkt des Textes liegt dabei auf den Zusammenhängen und der Erläuterung grundsätzlicher Ansätze.



01 Einordnung des Themas

► Der internationale Gebäudebestand

wird sich bis 2050 verdoppeln.

► **Bis 2060** wird alle fünf Tage das Äquivalent von Paris an Bodenfläche hinzugefügt.

► **In Deutschland** entfallen auf den Gebäudebereich etwa 35 Prozent des Endenergieverbrauchs, dieser Sektor verursacht zudem etwa 30 Prozent der CO₂-Emissionen.

Die Dekarbonisierung des Gebäude- und Bausektors ist von entscheidender Bedeutung, um die europäischen und internationalen Klimaziele und Verpflichtungen zu erreichen. International ist dieser Sektor für fast 40 Prozent der energie- und prozessbedingten Emissionen verantwortlich und wird durch die prognostizierte Verdopplung des Gebäudebestands bis 2050 noch mehr an Bedeutung gewinnen.

In Europa ist der Gebäudebereich ebenfalls für etwa 40 Prozent des Energieverbrauchs und 36 Prozent der Treibhausgasemissionen verantwortlich – und stellt somit den größten europäischen Energieverbraucher dar. Derzeit sind etwa 35 Prozent der Gebäude in den EU-Mitgliedstaaten über 50 Jahre alt, ca. 75 Prozent der bestehenden Häuser werden als energieineffizient eingestuft. Zudem wird geschätzt, dass ca. 80 Prozent der heutigen Gebäude auch im Jahr 2050 noch in Benutzung sein werden.

In den Haushalten der europäischen Mitgliedstaaten entfallen allein auf die Bereiche Heizung und Warmwasseraufbereitung fast 80 Prozent des Energieverbrauchs, wobei

Aspekte der Kühlung noch einen relativ geringen Anteil haben. Heizung und Kühlung erfolgen gegenwärtig zu ca. 75 Prozent aus fossilen Brennstoffen. Der Bereich der Kühlung wird im Gebäudebereich voraussichtlich stark an Bedeutung gewinnen.*

Die genannten Zahlen für den Energieverbrauch von Gebäuden in Europa lassen sich auch auf Deutschland übertragen. 839 TWh Endenergie wurden 2018 in Wohn- und Nichtwohngebäuden verbraucht (Raumwärme, Warmwasser, Beleuchtung und Klimakälte). Davon entfallen ca. zwei Drittel auf Wohn- und ein Drittel auf Nichtwohngebäude. Zwar sind die Emissionen im Gebäudebereich seit 1990 zurückgegangen, allerdings ist seit ca. einem Jahrzehnt eine Stagnation festzustellen, auch die Sanierungsrate steht seit längerer Zeit bei nur rund einem Prozent.

Um das Ziel eines klimaneutralen Gebäudebestandes bis 2050 zu erreichen, ist es notwendig, die Sanierungsgeschwindigkeit und -tiefe auf nationaler und europäischer Ebene zu erhöhen. Die Europäische Kommission hat dazu Ende 2020 ihre Renovierungsstrategie veröffentlicht, Deutschland hat 2019 mit dem Klimapakete und dem Klimaschutzprogramm einen wichtigen Schritt in diese Richtung gemacht und zahlreiche Maßnahmen auch für den Gebäudesektor beschlossen.

Unsere Autorin:



Sonja Leidner ist in der dena u. a. für politische Prozesse mit dem Fokus Gebäude auf EU-Ebene zuständig und arbeitet zudem für die Allianz für Gebäude-Energie-Effizienz sowie die Deutsch-Französische Energieplattform.

* Mehr Informationen im Kapitel „Wärme und Kälte“, Gebäude-report 2021

02 Europäische und internationale Verpflichtungen

Die Pariser Klimakonferenz

Das Übereinkommen von Paris ist die erste umfassende und rechtsverbindliche weltweite Klimaschutzvereinbarung und wurde im Dezember 2015 auf der Pariser Klimakonferenz (COP21) geschlossen. Mit dem Abkommen haben sich die Mitgliedstaaten der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen (UNFCCC) dazu verpflichtet, die Erderwärmung bis zum Ende des Jahrhunderts deutlich unter 2 °C und möglichst unter 1,5 °C gegenüber dem vorindustriellen Niveau zu halten.

Die EU und ihre Mitgliedstaaten zählen zu den fast 190 Vertragsparteien. Die Vertragsstaaten haben Zusagen über national festgelegte Beiträge (Nationally Determined Contributions, NDCs) getroffen, mit denen in Summe das globale Ziel des Pariser Abkommens erreicht werden soll. Die einzelnen Mitglieder der EU haben keinen eigenen nationalen NDC eingereicht – ihre Anteile finden sich im gemeinsamen Beitrag der Europäischen Union wieder. Die EU hat entsprechende Vorschriften und Ansätze in ihren europäischen Energie- und Klimarahmen eingebettet, um Fortschritte in den Mitgliedstaaten gemäß den internationalen Verpflichtungen zu erzielen. Nach dem Pariser Abkommen müssen die Vertragsstaaten ihre neuen oder aktualisierten NDCs alle fünf Jahre (z. B. 2020, 2025, 2030) einreichen, um die Ambitionen im Laufe der Zeit zu verstärken und die Lücke zur Erreichung des globalen Ziels zu schließen.

„Der europäische Grüne Deal ist unsere neue Wachstumsstrategie. Er wird es uns ermöglichen, die Emissionen zu senken und gleichzeitig Arbeitsplätze zu schaffen.“

**Ursula von der Leyen,
Präsidentin der
Europäischen Kommission**

Der europäische Energie- und Klimarahmen 2030

EU-Ziele 2030

Im Vorfeld der Pariser Klimakonferenz haben die Mitgliedstaaten 2014 den EU-Klima- und Energierahmen 2030 beschlossen. Der Rahmen baut auf dem Klima- und Energiepaket 2020¹ auf und legt politische Ziele für den Zeitraum 2021 bis 2030 fest:

- ▶ Die Treibhausgasemissionen sollen gegenüber dem Niveau des Jahres 1990 um 40 Prozent verringert werden.
- ▶ Der Anteil der erneuerbaren Energien am Gesamtenergieverbrauch soll auf 27 Prozent steigen. Eine Anpassung der Zielvorgaben auf 32 Prozent erfolgte in 2018.
- ▶ Die Energieeffizienz soll auf 27 Prozent erhöht werden. Die Erhöhung der Zielvorgaben auf 32,5 Prozent erfolgte in 2018.

Diese Überprüfung und teilweise Erhöhung der EU-Ziele 2030 fand im Rahmen des Legislativpakets „Saubere Energie für alle Europäer“ statt. Die EU-Kommission hat dieses Legislativpaket 2016 als Entwurf im sogenannten „Winterpaket“ vorgestellt.

Im Zuge des Green Deals erfolgt ab 2020 eine weitere Verschärfung der europäischen Zielvorgaben 2030.

Legislativpaket „Saubere Energie für alle Europäer“

Mit dem Legislativpaket „Saubere Energie für alle Europäer“ hat die EU ihre energie- und klimapolitische Rahmensetzung für den Zeitraum 2021–2030 weiterentwickelt. Das Paket umfasst mehrere Richtlinien und Verordnungen in den Bereichen Governance der Energieunion, erneuerbare Energien (RED II), Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (EPBD), Energieeffizienz (EED) und Strommarktdesign. In diesem Zusammenhang wurden die EU-2030-Ziele für erneuerbare Energie und Energieeffizienz in 2018 erhöht und mit Maßnahmen hinterlegt. Die letzten Aspekte des Pakets wurden vor der Europawahl 2019 verabschiedet.

Neben den neuen Zielsetzungen für Energieeffizienz und erneuerbare Energien in EED und RED II hat die EU auch einen neuen Governance-Rahmen verabschiedet, nach dem die Mitgliedstaaten jeweils für den Zeitraum 2012–2030 integrierte nationale Energie- und Klimapläne (NECP) erstellen müssen. Die Mitgliedstaaten melden in den NECPs ihren jeweiligen Beitrag zu den EU-Zielen und legen dar, mit welchen Strategien und Maßnahmen diese erreicht werden sollen. Damit sind die NECPs das zentrale Instrument, um die EU-2030-Ziele für erneuerbare Energien und Energieeffizienz umzusetzen.

¹ Das Klima- und Energiepaket 2020 beinhaltet folgende Ziele:

- ▶ Senkung der Treibhausgasemissionen um 20 Prozent (gegenüber dem Stand von 1990)
- ▶ 20 Prozent der Energie aus erneuerbaren Quellen
- ▶ Verbesserung der Energieeffizienz um 20 Prozent

Energieeffizienzrichtlinie	Erneuerbare-Energien-Richtlinie	Gebäuderichtlinie
<p>Inhalte u. a.:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ EU-Energieeffizienzziel 2030 ■ Sanierungsrate für Gebäude der Zentralregierungen ■ Verpflichtende Energieeinsparung der Mitgliedstaaten bis 2030 ■ Verpflichtende Durchführung regelmäßiger Energieaudits in großen Unternehmen ■ ... 	<p>Inhalte u. a.:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ EU-Ziel 2030 für erneuerbare Energien ■ Mindestmaß an erneuerbaren Energien für Neubauten und teilweise für Sanierungen ■ Vorgaben zur Wärme- und Kälteversorgung aus erneuerbaren Energien ■ Abbau bestehender Barrieren für Prosumenten ■ ... 	<p>Inhalte u. a.:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Verpflichtende Erstellung von langfristigen Renovierungsstrategien (LTRS) ■ Einführung Niedrigstenergiehaus-Standard (nzeb) und Energieausweis ■ Aufbau von Ladeinfrastruktur im Neubau und im Bestand ■ Kostensoptimale Mindestanforderungen ■ ...
<p>Vorzeitige Novellierung der Richtlinien durch den Green Deal bzw. die Renovierungswelle ab 2020</p>		

▲ Abb. 1: Zentrale EU-Richtlinien für den Gebäudesektor, Quelle: eigene Darstellung

Die EU-Kommission wertet die Berichte hinsichtlich der gemeldeten Zielbeiträge aus und überprüft die Umsetzung der dargelegten Maßnahmen – bei unzureichender Erfüllung der EU-2030-Ziele für erneuerbare Energien und Energieeffizienz kann die EU Nachbesserungen auf europäischer bzw. nationaler Ebene fordern.

Das EU-2030-Ziel zur Treibhausgasreduzierung wird umgesetzt durch das Europäische Emissionshandelssystem (EU-EHS) sowie die EU-Lastenteilung. Durch die Vorschriften zur Lastenteilung werden für jeden Mitgliedstaat in den Sektoren außerhalb des Europäischen Emissionshandels (vor allem Verkehr, Gebäude und Landwirtschaft) verbindliche Minderungsziele bzw. Emissionsbudgets als Beiträge zum EU-2030-Klimaziel festgelegt. Emittiert ein Land mehr als das zugewiesene Budget erlaubt, müssen die zusätzlichen Emissionen z. B. durch Zukäufe aus anderen Mitgliedstaaten kompensiert werden.



Der „Green Deal“ der EU-Kommission

Die EU-Kommissionspräsidentin Ursula von der Leyen hat Ende 2019 ihre Pläne für einen „Europäischen Grünen Deal“ vor dem Europäischen Parlament vorgestellt. Die Kommissionsmitteilung beschreibt den Grünen Deal als „neue Wachstumsstrategie, mit der die EU zu einer fairen und wohlhabenden Gesellschaft mit einer modernen, ressourceneffizienten und wettbewerbsfähigen Wirtschaft werden soll, in der im Jahr 2050 keine Netto-Treibhausgasemissionen mehr freigesetzt werden und das Wirtschaftswachstum von der Ressourcennutzung abgekoppelt ist“.

Der Green Deal beinhaltet einen Zeitplan und ein umfangreiches Maßnahmenpaket. Inhaltlich erstrecken sich die Vorhaben über alle Wirtschaftssektoren: Energie, Gebäude, Industrie, Landwirtschaft, Verkehr und den Bereich nachhaltiges Finanzwesen. Die einzelnen Maßnahmen werden mit dem Europäischen Parlament und den Regierungen der EU-Mitgliedsländer in konkrete Vorhaben überführt. Zentrale Ansätze sind u. a.:

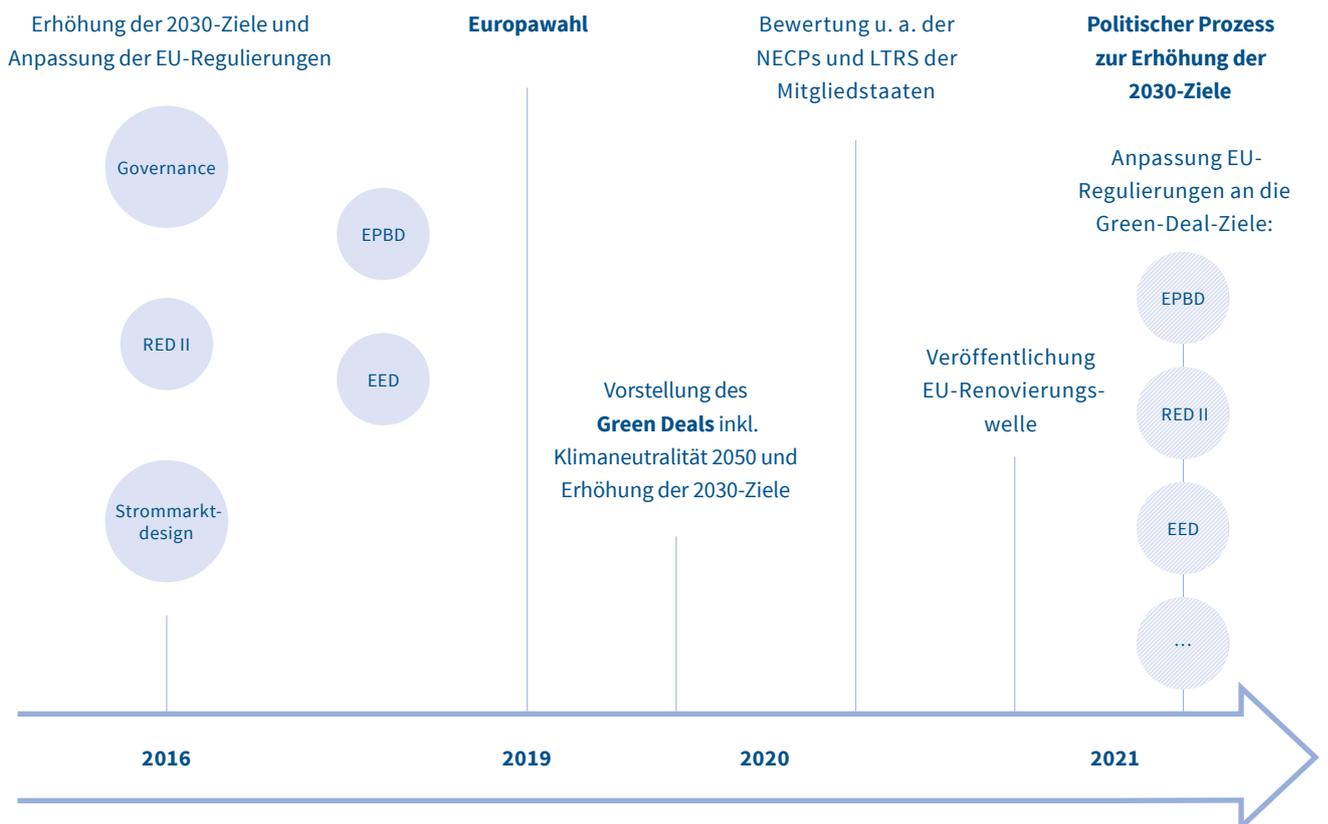
- ▶ das europäische „Klimaschutzgesetz“ zur rechtlichen Verankerung der geplanten Treibhausgasneutralität bis 2050
- ▶ die Anhebung des Klimaziels für 2030 auf mindestens 55 Prozent
- ▶ die Initiierung einer „Renovierungswelle“ für den Bausektor
- ▶ die Anpassung relevanter Anforderungen und EU-Richtlinien zur Erreichung des angehobenen Klimaziels 2030 (z. B. Erneuerbare-Energien-Richtlinie RED II, Energieeffizienzrichtlinie EED, Gebäuderichtlinie EPBD)
- ▶ Überarbeitung des EU-Emissionshandelssystems (EU-EHS) und gegebenenfalls Ausweitung auf die Sektoren Gebäude und Verkehr
- ▶ der Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft^A
- ▶ der EU Action Plan: Financing Sustainable Growth^B

55 %

Das Klimaziel 2030 für die Verringerung der Treibhausgasemissionen soll auf mindestens 55 Prozent angehoben werden.

▼ Abb. 2: Zentrale Meilensteine bei der Weiterentwicklung des europäischen Energie- und Klimarahmens 2030, Quelle: eigene Darstellung

^A Mehr Informationen im Kapitel „Ressourcen“, Gebäudereport 2021
^B Mehr Informationen im Kapitel „Green Finance“, Gebäudereport 2021



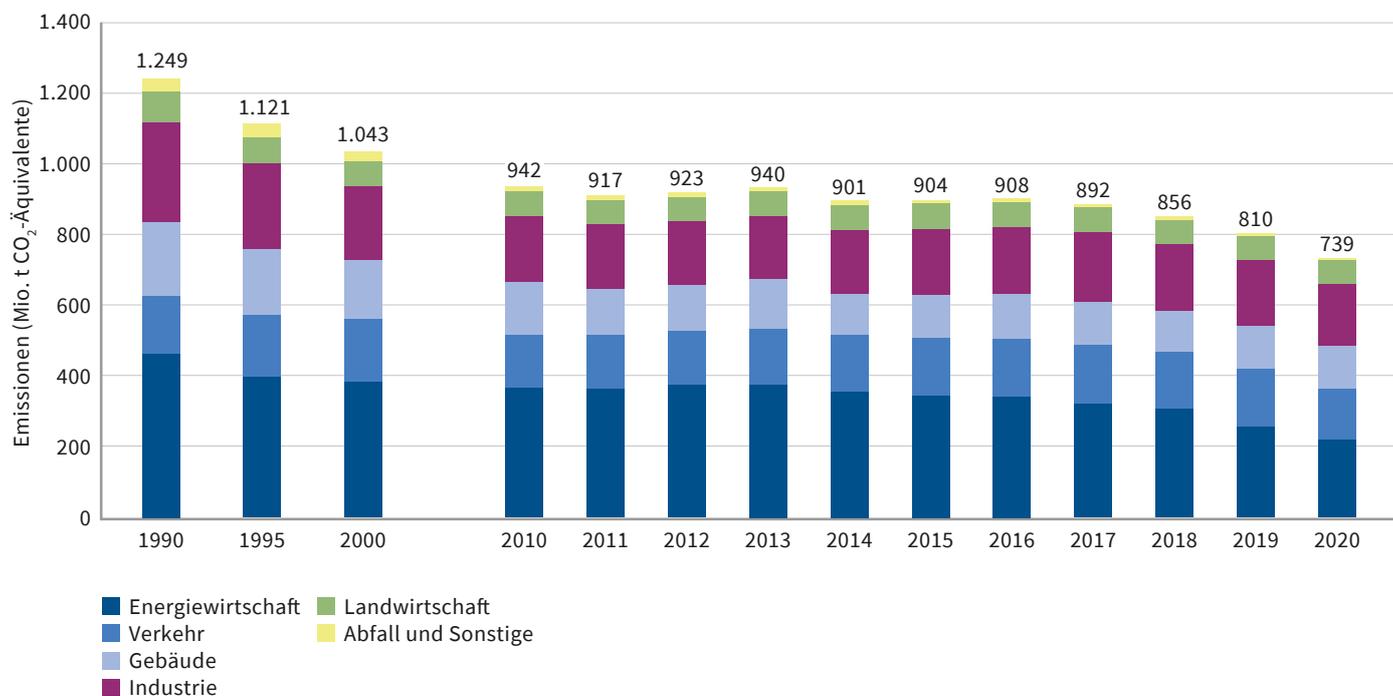
03 Nationale Ziele, Umsetzungsstrategien und Maßnahmen

Meilensteine für Energieeffizienz und Klimaschutz im Gebäudesektor seit 2010

Deutschland hat beim Klimaschutz über viele Jahrzehnte eine Vorreiterrolle übernommen, auch im Gebäudebereich. Bereits 1977 trat die erste Wärmeschutzverordnung (WSchVO) mit Anforderungen an die energetische Qualität von Gebäuden in Kraft. Seitdem wurden die ordnungsrechtlichen Vorgaben und damit die Energieeffizienz von Gebäuden kontinuierlich erhöht.

Der nachfolgende historische Abriss zeigt die Entwicklung der politischen Programme auf Bundesebene seit 2010.

▼ Abb. 3: Entwicklung der Treibhausgasemissionen in allen Sektoren (Deutschland), Quelle: UBA 2021



Energiekonzept der Bundesregierung

Auf nationaler Ebene hat die Bundesregierung 2010 mit dem Energiekonzept ehrgeizige Ziele für den Klimaschutz festgelegt. Ziel der Bundesregierung ist ein nahezu klimaneutraler Gebäudebestand bis 2050. Um dieses Ziel zu erreichen, sollten der Wärmebedarf bis 2020 um 20 Prozent und der Primärenergiebedarf bis 2050 um 80 Prozent sinken. Die Sanierungsrate soll bis 2020 von 1 auf 2 Prozent verdoppelt werden.

Nach dem Reaktorunfall in Fukushima folgte 2011 das sogenannte Energiepaket. Darin enthalten ist auch ein Gesetzentwurf zur steuerlichen Förderung von energetischen Sanierungsmaßnahmen. Dieser scheiterte aber danach mehrfach im politischen Prozess und ist erst mit dem Klimaschutzprogramm der Bundesregierung 2019 umgesetzt worden.

In ihrer Koalitionsvereinbarung von Dezember 2013 haben CDU/CSU und SPD insbesondere das langfristige Ziel bekräftigt, die Emissionen bis 2050 um 80–95 Prozent zu senken, sowie auch das nächste Etappenziel festgelegt: Bis zum Jahr 2020 sollten die Emissionen um mindestens 40 Prozent gegenüber 1990 gemindert werden.

Aktionsprogramm Klimaschutz 2020 / Klimaschutzplan 2050

Das Bundeskabinett hat am 3. Dezember 2014 das Aktionsprogramm Klimaschutz 2020 beschlossen. Damit sollte sichergestellt werden, dass Deutschland seine Treibhausgasemissionen bis 2020 um 40 Prozent gegenüber 1990 reduziert.

Aufbauend auf dem Aktionsprogramm hat die Bundesregierung 2016 einen nationalen Klimaschutzplan 2050 beschlossen, der die Zwischenziele für das Jahr 2030 zur Erreichung des Langfristziels 2050 beinhaltet. Für das Jahr 2050 haben sich sowohl die EU als auch die Bundesregierung das Ziel gesetzt, die Treibhausgase um bis zu 95 Prozent gegenüber 1990 zu senken. Bis 2030 sieht die Bundesregierung dazu eine Minderung der Treibhausgase um ca. 55 Prozent gegenüber 1990 vor.

Nationaler Aktionsplan Energieeffizienz (NAPE) / Energieeffizienzstrategie Gebäude (ESG)

Im Dezember 2014 hat die Bundesregierung den Nationalen Aktionsplan Energieeffizienz (NAPE) beschlossen, der die Ziele, Instrumente und Zuständigkeiten im Bereich der Energieeffizienz zusammenführt und diese, neben dem Ausbau der erneuerbaren Energien, als zweite Säule der Energiewende hervorhebt. Die Maßnahmen beinhalten z. B. den Ausbau der Energieberatung vor Ort und die Aufstockung des CO₂-Gebäude-sanierungsprogramms.

Innerhalb des NAPE wurde 2015 mit der „Energieeffizienzstrategie Gebäude“ (ESG) eine Gesamtstrategie für die zu erzielende Energieeinsparung und den Ausbau der erneuerbaren Energien in diesem Sektor entwickelt. Diese beinhaltete u. a. die Energieberatung für Kommunen, die Weiterentwicklung des Einsparrechts, gebäudeindividuelle Sanierungsfahrpläne sowie die Aufstockung der Förderprogramme in diesem Bereich.

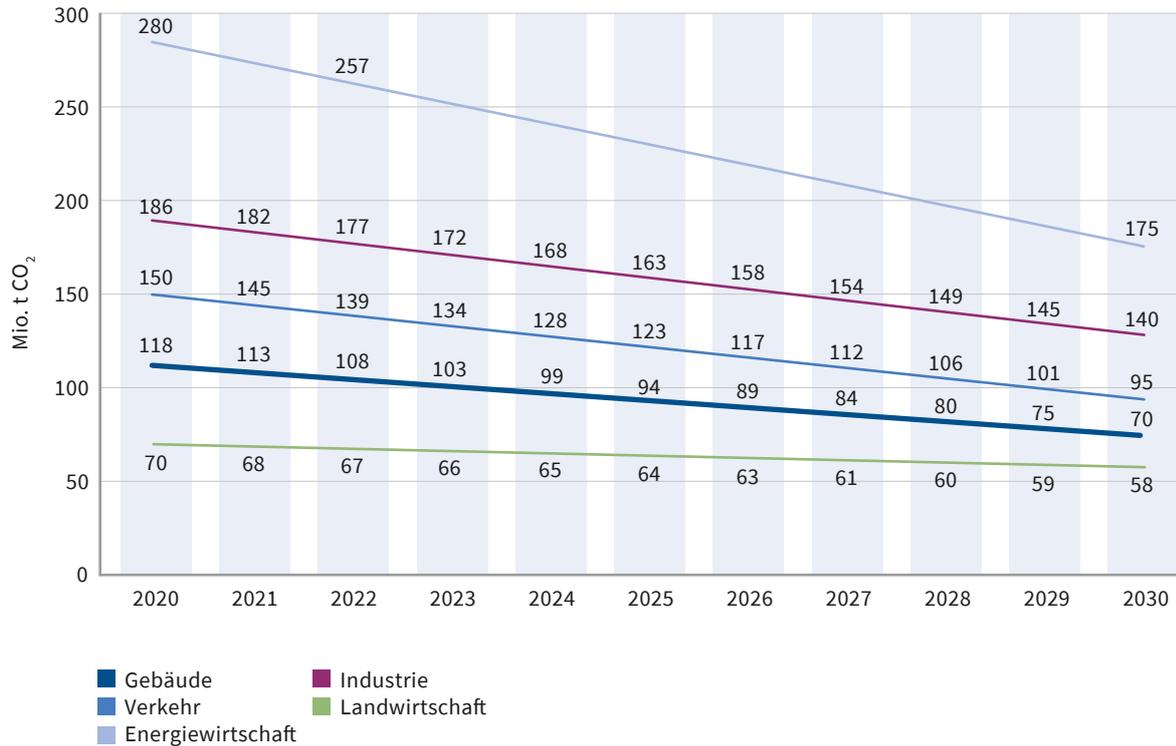
Grünbuch Energieeffizienz

Im August 2016 hat das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) das Grünbuch Energieeffizienz veröffentlicht. Mit dem Grünbuch legt das BMWi Thesen und Analysen zu den zentralen Handlungsfeldern für die Stärkung der Energieeffizienz vor und stellt Fragen zur weiteren Entwicklung. Gleichzeitig startete mit dem Grünbuch ein breit angelegter Konsultations- und Diskussionsprozess über politische Positionen und Maßnahmen.

Auf dieser Basis hat das Bundeskabinett 2019 die Energieeffizienzstrategie 2050 (Eff-STRA) verabschiedet. Die Strategie soll die Weichen für eine weitere Stärkung der Energieeffizienz in Deutschland stellen. Mit der Eff-STRA legte die Bundesregierung erstmals ein Energieeffizienzziel für 2030 fest. Das Ziel sieht die Senkung des Primärenergieverbrauchs um 30 Prozent gegenüber 2008 vor. Die Strategie bündelt eine Vielzahl wirksamer Effizienzmaßnahmen für die Dekade 2021–2030 im neuen Nationalen Aktionsplan Energieeffizienz 2.0 (NAPE 2.0). Außerdem wurde mit der Strategie ein breit angelegter Stakeholderprozess „Roadmap Energieeffizienz 2050“ gestartet, um mit wichtigen Stakeholdern Wege zur Halbierung des Primärenergieverbrauchs bis 2050

30 %

Das Energieeffizienzziel für 2030 sieht die Senkung des Primärenergieverbrauchs um 30 Prozent gegenüber 2008 vor.



▲ Abb. 4: Sektorziele und Jahresemissionsmengen bis 2030, Quelle: BMU 2020

zu analysieren und die dafür erforderlichen Maßnahmen und Instrumente zu entwickeln.

Gesetzliche Rahmenbedingungen (EnEV, GEG)

Die beschlossenen Eckpunkte wurden durch diverse Gesetzes- und Verordnungsentwürfe und verschiedene Förderprogramme umgesetzt. Konkrete Maßnahmen im Gebäudebereich waren u. a. die Novellierungen der Energieeinsparverordnung (EnEV) aus den Jahren 2009 und 2014. Im Bereich der erneuerbaren Energien zu nennen sind das Erneuerbare-Energien-Wärme-gesetz (EEWärmeG) und die Novelle des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG).

Seit dem 01.11.2020 gilt das Gebäudeenergie-gesetz (GEG), das die EnEV ersetzt. Es integriert EEWärmeG und EEG und schafft damit ein einheitliches Gesetz für die energetischen Anforderungen an Neubauten und an Bestandsgebäude sowie an den Einsatz erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteversorgung.

Klimaschutzgesetz und Klimaschutzprogramm

Klimaschutzgesetz

Das 2019 beschlossene Klimaschutzgesetz (KSG) schreibt erstmals gesetzlich verbindliche Klimaziele (nach dem Quellprinzip) mit jährlich sinkenden Treibhausgasbudgets für die Sektoren Verkehr, Energie, Industrie, Gebäude, Landwirtschaft sowie Abfallwirtschaft vor. Zweck dieses Gesetzes ist es, die Erfüllung der nationalen Klimaziele sowie die Einhaltung der europäischen Zielvorgaben zu gewährleisten.

Das KSG etabliert ein festes Regelwerk, das sofort greift, sollte sich herausstellen, dass die vorliegenden Maßnahmen noch nicht ausreichen, um die Klimaziele zu erreichen. In diesem Falle müssten Sofortprogramme erarbeitet werden, um wieder auf Zielkurs zu kommen.

Klimaschutzprogramm 2030

Mit dem Klimaschutzprogramm 2030 hat die Bundesregierung 2019 ein breites Maßnahmenpaket für alle Energiesektoren beschlossen, um die gesetzten Klimaziele zu erreichen.

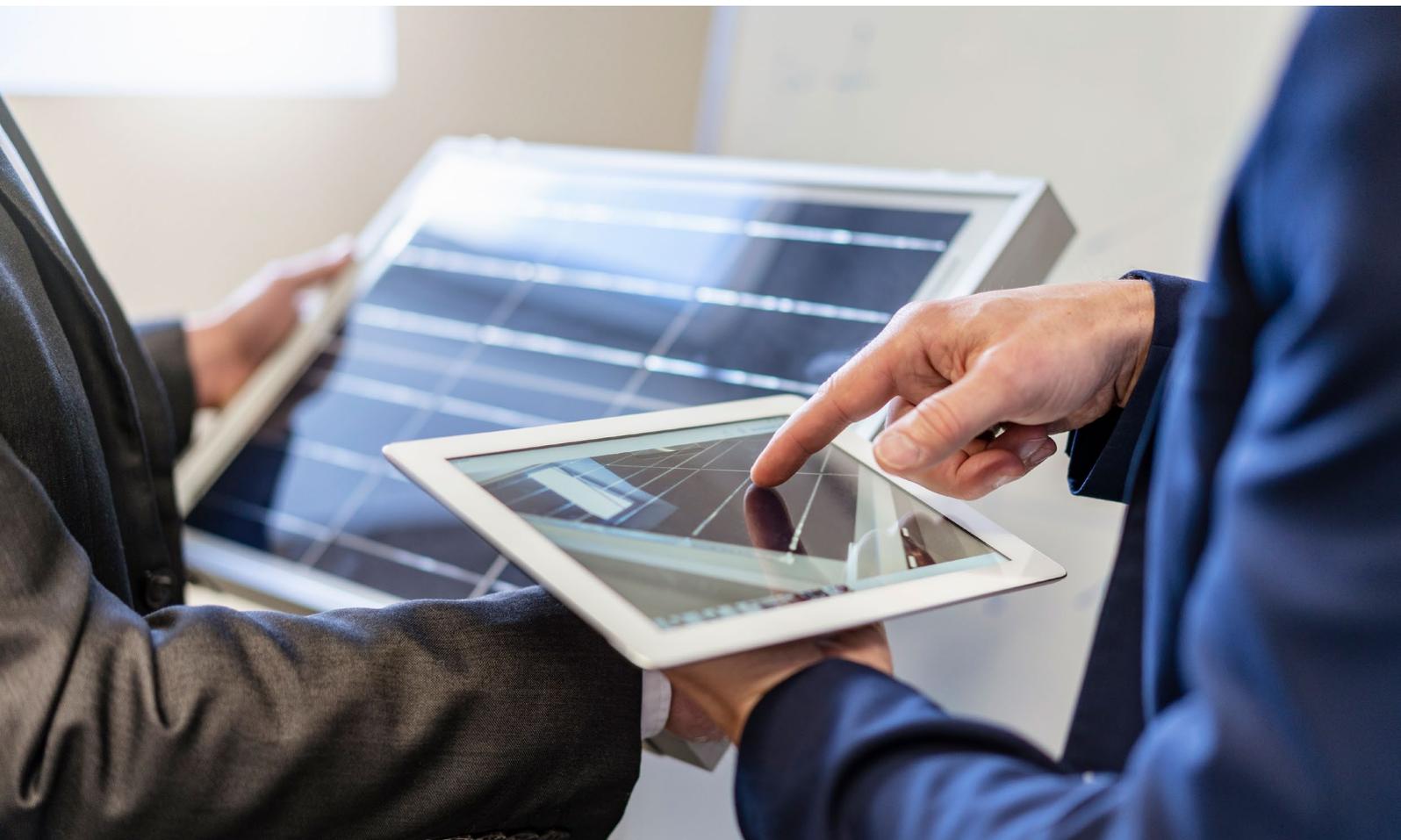
Für den Gebäudesektor enthält das KSP verschiedene Maßnahmen, die von verstärkter Förderung, mehr Information und Beratung bis hin zu ordnungsrechtlichen Ansätzen reichen – hier eine Auswahl wichtiger Punkte aus dem KSP:

- ▶ Einführung einer steuerlichen Förderung der energetischen Gebäudesanierung
- ▶ Höhere Fördersätze für energetische Sanierungen in den bestehenden Förderprogrammen
- ▶ Neue Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)

- ▶ Förderung der seriellen Sanierung
- ▶ Weiterentwicklung von Konzepten für Energieberatung und Öffentlichkeitsarbeit
- ▶ Stärkung der Vorbildfunktion von Gebäuden des Bundes bei Energieeffizienz, Klimaschutz und nachhaltigem Bauen
- ▶ Weiterentwicklung energetischer Standards

Die Wirkung des Klimaschutzprogramms und des Klimapakets wird ab 2021 von einem Expertenrat jährlich überprüft. Falls die Maßnahmen nicht ausreichen, um die Ziele zu erreichen, müsste entsprechend nachgebessert bzw. die Maßnahmen erweitert werden.

Ergänzend zu den Maßnahmen des Bundes gibt es noch weitere Programme und Aktivitäten auf Ebene der Bundesländer und Kommunen, ebenfalls in den Bereichen Ordnungsrecht, Förderung und Beratung, Information und Kommunikation.





▲ Abb. 5: Maßnahmen, Programme und Initiativen zum Erreichen der EU-Ziele 2030 in Deutschland, Quelle: BMWi 2020, eigene Darstellung

- 2030-Ziel Deutschland
- 2030-Ziel Europa
- Maßnahmen in Deutschland zur Zielerreichung

04 Ausblick

Die nächsten Jahre werden entscheidend dafür sein, ob die internationale Gemeinschaft, die EU und auch Deutschland die gesetzten Klimaschutzziele erreichen können.

Die EU-Kommission hat u. a. mit der Verkündung des Green Deals, der Renovierungswelle und dem Ziel der Klimaneutralität bis Mitte des Jahrhunderts ein ambitioniertes Signal aus Brüssel gesendet. Dies wird zu Anpassungen auf europäischer und nationaler Ebene führen und eine Weiterentwicklung der bisherigen Ziele, Strategien und Maßnahmen erfordern.

Hierbei spielt die Umsetzung der bereits verankerten Anforderungen im europäischen Energie- und Klimarahmen 2030 eine zentrale Rolle. Das beinhaltet u. a. die Umsetzung zentraler europäischer Richtlinien in nationales Recht sowie die Erfüllung der nationalen Sektoreziele, um hohe Kompensationszahlungen zu vermeiden.

Für die Umsetzung der bisherigen Ziele 2030 spielt auf deutscher Ebene die schnelle Umsetzung aller Maßnahmen aus dem

Klimapaket und dem Klimaschutzprogramm 2030 eine wichtige Rolle. Auf Grundlage des Klimaschutzgesetzes soll ein Expertenrat sicherstellen, dass der Zielpfad über alle Sektoren hinweg eingehalten wird, und dazu jährlich an die Bundesregierung berichten.

Gleichzeitig wird jetzt schon deutlich, dass es zusätzlicher Maßnahmen bedarf, um die bisherigen Ziele zu erreichen. Im Dialogprozess 2050 als einem Element aus der Energieeffizienzstrategie entwickeln daher Stakeholder Maßnahmenideen, die dazu beitragen können, die Lücke zu schließen.

Die geplante Anpassung der europäischen Ziele und Vorgaben für 2030 kann diese Dynamik noch verstärken, um fortlaufend die Vorgaben der EU in Deutschland umzusetzen – sowohl im Bereich gemeinsamer Maßnahmen als auch bei der Weiterentwicklung der Zielvorgaben.

Abbildungsverzeichnis zu Kapitel 02

Abbildung 1: Zentrale EU-Richtlinien für den Gebäudesektor

Abbildung 2: Zentrale Meilensteine bei der Weiterentwicklung des europäischen Energie- und Klimarahmens 2030

Abbildung 3: Entwicklung der Treibhausgasemissionen in allen Sektoren (Deutschland)

Abbildung 4: Sektorziele und Jahresemissionsmengen bis 2030

Abbildung 5: Maßnahmen, Programme und Initiativen zum Erreichen der EU-Ziele 2030 in Deutschland

Literaturverzeichnis zu Kapitel 02

BMU 2020, Sektorziele und Jahresemissionsmengen. Von <https://www.bmu.de/mehrklimaschutz/> abgerufen.

BMWi 2020, Integrierter Nationaler Energie- und Klimaplan Deutschland. Von https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/1/integrierter-nationaler-energie-klimaplan.pdf?__blob=publicationFile&v=4 abgerufen.

Europäische Kommission 2019, Kommission von der Leyen bringt europäischen Grünen Deal auf den Weg. Von https://ec.europa.eu/germany/news/20191211-green-deal_de abgerufen.

UBA 2021, Entwicklung der Treibhausgasemissionen in Deutschland in der Abgrenzung der Sektoren des Klimaschutzgesetzes. Dessau (2020): Umweltbundesamt. Von <https://www.umweltbundesamt.de/galerie/entwicklung-der-treibhausgasemissionen-in-2019> abgerufen.

Kapitel 03/05

Green Finance im Gebäudesektor

Was Sie hier lesen:

Damit die EU das Ziel der Klimaneutralität bis 2050 erreicht und so die Ziele des Pariser Klimaabkommens umsetzt, muss der Gebäudebestand dekarbonisiert werden. Da die öffentlichen Förderungen nicht ausreichen werden, um die nötigen Investitionen zu finanzieren, hat die EU verschiedene regulatorische Maßnahmen ergriffen, um privates Kapital in energieeffiziente und klimafreundliche Gebäude zu lenken. Auch für den Finanzsektor spielt die Bewertung von Risiken im Zusammenhang mit dem Klimawandel eine immer größere Rolle.



01 Der Finanzsektor im Kontext von Klimaschutz

Die Finanzwirtschaft spielt für Volkswirtschaften und die Weltwirtschaft eine zentrale Rolle, da es ihre originäre Aufgabe ist, wirtschaftliche Aktivitäten der Realwirtschaft zu finanzieren. Der globale Finanzmarkt ist inzwischen etwa viermal so groß wie die Realwirtschaft. Schwankungen auf den Finanzmärkten können die Produktion von Gütern erheblich beeinflussen. Der Wirtschaftswissenschaftler Herbert Sperber vergleicht die Finanzmärkte mit dem Herzen:

„Über die Märkte für Bankkredite, verzinsliche Wertpapiere und Aktien werden Finanzierungsmittel in die Adern der Wirtschaft gepumpt. Der reibungslose und ausreichende Geldtransport auf den Finanzmärkten ist notwendig, um die im Wirtschaftsprozess entstehenden Finanzierungsdefizite des Sektors Unternehmen, des Staates und des Auslands zu decken. Andernfalls müsste der Umfang der gesamtwirtschaftlichen Aktivitäten merklich schrumpfen. Anders ausgedrückt: Wenn die Finanzmärkte nicht funktionieren, brechen moderne Volkswirtschaften und die gesamte internationale Ökonomie zusammen¹.“

Die Finanzwirtschaft hat daher einen großen Einfluss auf die Art und Weise des wirtschaftlichen Handelns und auf die Lenkung von Investitionen. Das heißt auch, dass sie eine wichtige Rolle bei der Finanzierung von Investitionen spielt, die für das Erreichen der Pariser Klimaziele nötig sind. Dies

spiegelt sich auch in dem dritten Ziel des Abkommens wider, das gleichbedeutend mit dem Gesamtziel ist, die Erderwärmung auf deutlich unter 2 Grad zu begrenzen:

„Vereinbarkeit der Finanzströme mit einem Weg hin zu niedrigen Treibhausgasemissionen und klimaresistenter Entwicklung.“²

Es zeigt sich, dass auf der politischen Ebene seit 2015 eine Verlagerung des starken Fokus auf Klimaschutz in der Realwirtschaft hin zu einer Einbeziehung der Investitionsentscheidung der Finanzwirtschaft stattfindet³. Es wird als notwendig erachtet, die derzeitigen Finanzflüsse auch am Klimaschutz bzw. noch weitergehend an Nachhaltigkeit auszurichten⁴. Diese Neuausrichtung der Finanzflüsse benötigt u. a. auf vielen Ebenen eine Neuausrichtung der gesetzlichen Rahmenbedingungen für die Finanzwirtschaft⁵.

Aber nicht nur auf der politischen Ebene hat sich die Perspektive auf die Rolle der Finanzwirtschaft in Bezug auf Klimaschutz und Nachhaltigkeit verändert. Aufgrund der bereits jetzt spürbaren Auswirkungen des Klimawandels, wie Stürmen, Dürren, Überschwemmungen, Überflutun-

Thomas Buberl,

Axa CEO:

“4°C warming

makes the world

uninsurable.”

Larry Fink,

CEO BlackRock:

**“Climate risk is
investment risk.”**

Unsere Autorin:



Nana von Rottenburg

beschäftigt sich seit 2017 mit dem Thema Sustainable Finance und ist zudem in die Umsetzung internationaler Projekte eingebunden.

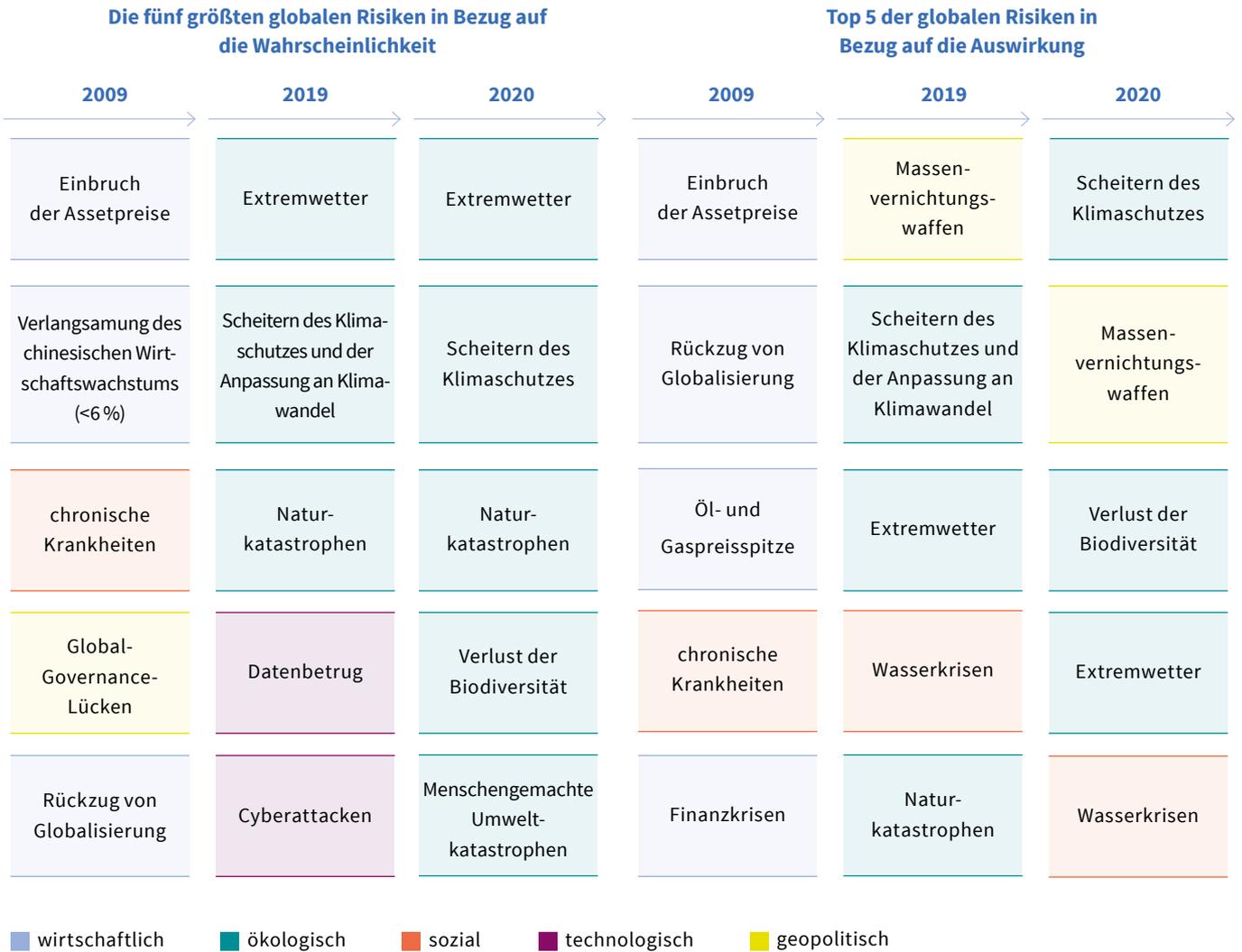
¹ Sperber 2014.

² UNFCC 2015.

³ Frankfurt School 2020a.

⁴ Convergence 2020.

⁵ Frankfurt School 2020b.



gen ganzer Siedlungsräume etc., und der damit verbundenen finanziellen Einbußen und Risiken ist „grüne“ (klimafreundliche, energieeffiziente oder ökologische) bzw. nachhaltige Finanzierung zu einem zentralen Thema geworden. Der Klimawandel stellt eine Bedrohung für das gesamte globale Wirtschaftssystem dar, d. h. für Unternehmen der Realwirtschaft, der Versicherungswirtschaft, für Investoren und Finanzdienstleister. Das zeigen auch die Einschätzungen des Weltwirtschaftsforums zu den globalen Risiken, die sich innerhalb von zehn Jahren von **ökonomisch zu ökologisch verschoben haben**.

Allerdings bedeuten der Klimawandel und die wirtschaftliche Transformation nicht nur Risiken, es ergeben sich für manche Wirtschaftszweige auch neue Investitionsmöglichkeiten.

In Europa und dadurch auch in Deutschland gibt es ein großes politisches Interesse daran, die Entwicklung eines nachhaltigen Finanzsektors aktiv voranzubringen. Das Ziel der EU-Kommission, Europa zu einem nachhaltigen Finanzstandort zu machen⁶, steht im Kontext der Ziele und Strategien zum Erhalt der Wettbewerbsfähigkeit der EU-Wirtschaft durch eine Transformation hin zu einer klimafreundlichen Wirtschaft.

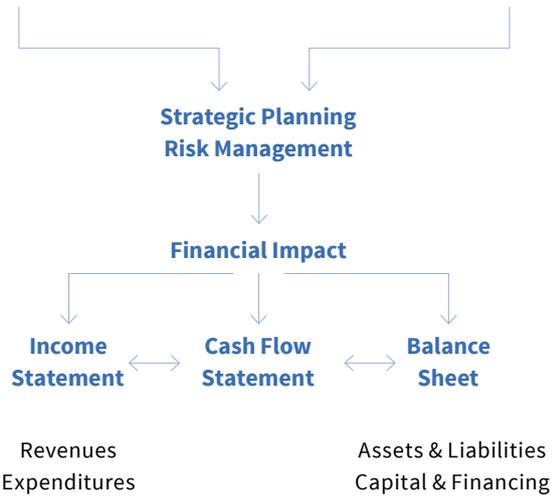
Daher nimmt die EU auf der regulatorischen Ebene für die Finanzwirtschaft eine Vorreiterrolle beim Thema Sustainable bzw. Green Finance ein. Beispielsweise durch ihren „EU Action Plan: Financing Sustainable Growth“ und dessen Aktualisierung im Rahmen des „Green Deals“ oder der Non-Financial Reporting Directive (NFRD).

▲ Abb. 1: Globale weltwirtschaftliche Risiken, Quelle: Weltwirtschaftsforum 2020, eigene Darstellung

⁶ EU-Kommission 2018a.

Climate-related risks, opportunities and financial impact

Risks	Opportunities
Transition Risks	Opportunities
Policy and Legal	Resource Efficiency
Technology	Energy Source
Market	Product/Services
Reputation	Markets
Physical Risks	Resilience
Acute	
Chronic	

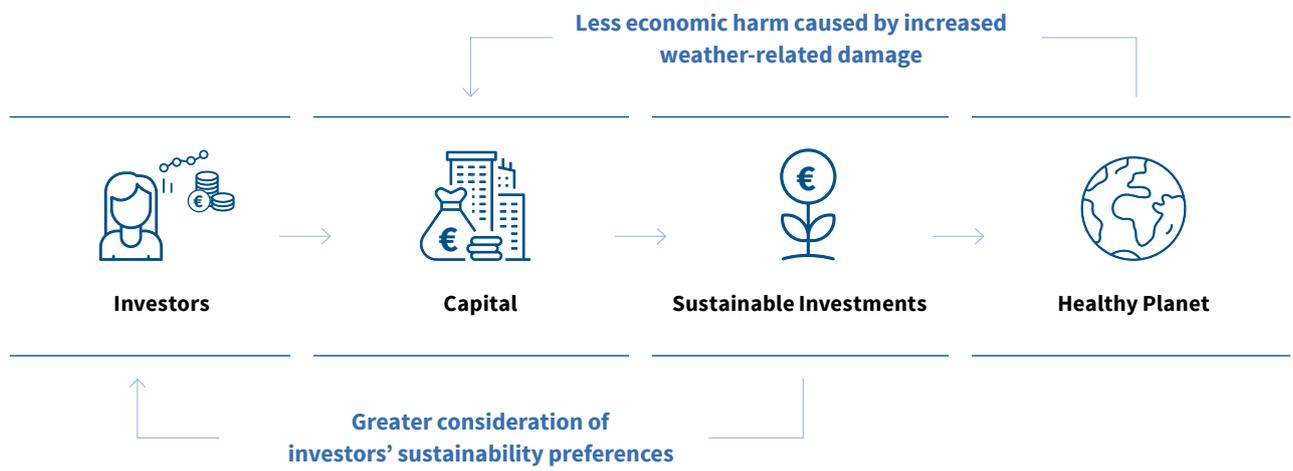


“Global investments hold the key to fighting climate change, with trillions already invested in solutions such as renewables and energy efficiency. The Paris Agreement is a massive investment opportunity. How can we unlock it? Today’s action plan will help Europe’s financial sector position itself as a leading global destination for investments in green technologies.”

Miguel Arias Cañete, Commissioner for Climate Action and Energy

▲ Abb. 2: Klimabezogene Risiken, Chancen und finanzielle Auswirkungen, Quelle: Task Force on climate-related Disclosure 2018

▼ Abb. 3: Vorteile eines nachhaltigen Finanzsystems, Quelle: EU-Kommission 2018



Finanzierungsstrategien für den Gebäudebereich

In der EU müssen alle Wirtschaftssektoren dekarbonisiert werden, um das Ziel der Klimaneutralität bis 2050 zu erreichen. Der Gebäudebereich ist mit 36 Prozent der Treibhausgasemissionen in der EU einer der größten Emittenten⁷. In ihrer Strategie für 2050 erkennt die Europäische Kommission die Notwendigkeit einer nahezu vollständigen Dekarbonisierung des Gebäudebereichs an. Dies wird jedoch nur mit erheblichen Investitionen in den Gebäudebestand möglich sein. Um die verschärften Klimaziele für 2030 zu erreichen, geht die EU von jährlich notwendigen Investitionen von über 180 Milliarden Euro pro Jahr nur für den Wohngebäudebereich aus⁸.

Und obwohl die EU in ihrem mehrjährigen Finanzrahmen (MFF) für 2021–2027 sowie mit dem Aufbauinstrument NextGenerationEU hohe Fördersummen zur Verfügung stellt, überschreiten die nötigen Investitionen die Möglichkeiten der öffentlichen Förderungen⁹. Zusätzliche private Investitionen sind daher ein Schlüssel zum Erreichen der Klimaziele im Gebäudebereich¹⁰.

Die Finanzwirtschaft kann Investitionen in energieeffiziente und klimafreundliche Technologien voranbringen, indem sie Gebäude hinsichtlich solcher Kriterien bewertet. Dazu braucht es entsprechende Rahmenbedingungen. Die EU schafft diese Bedingungen auf der gesetzlichen Ebene, etwa durch den EU Action Plan: Financing Sustainable Growth und die Aktualisierungen der Europäischen Gebäuderichtlinie (EPBD). Zudem unterstützt sie Initiativen wie die Energy Efficiency Financial Institutions Group (EFFIG)¹¹ mit ihrer De-Risking Energy Efficiency Platform (DEEP). Die Plattform er-

laubt die gemeinsame Nutzung und transparente Analyse bestehender Projektdaten aus dem Gebäude- und Industriebereich.

In Deutschland wurden ebenfalls wichtige Impulse gesetzt. Dazu gehören die Ausführungen der Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht (BaFin) hinsichtlich Nachhaltigkeitsrisiken in Bezug auf den Gebäudebereich und die Berufung des Sustainable Finance-Beirats, der Empfehlungen für die Bundesregierung erarbeiten soll.

⁷ EU-Kommission 2019c.

⁸ EU-Kommission 2020b.

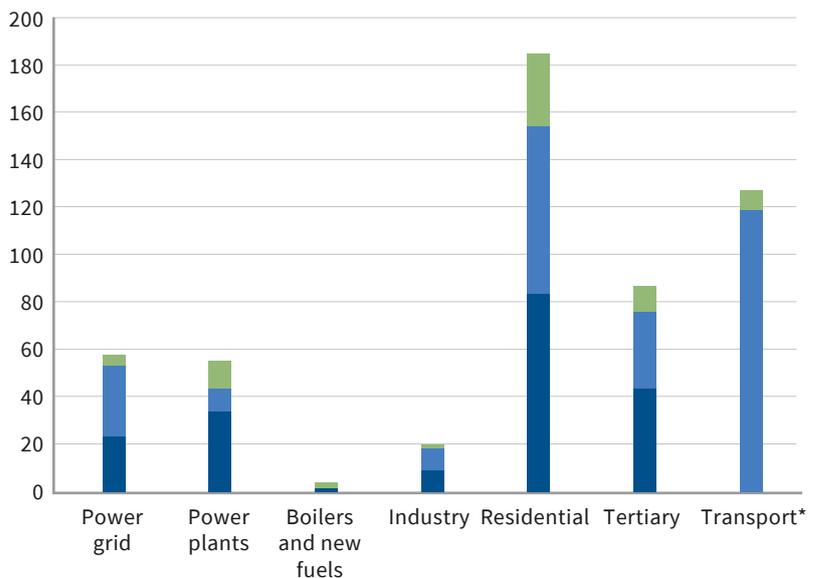
⁹ EU-Kommission 2020c.

¹⁰ EU-Kommission 2020d.

¹¹ Energy Efficiency Financial Institutions Group (EFFIG) 2020.

▼ Abb. 4: Jährliche notwendige Investitionen zur Erreichung der 2030-Klimaziele der EU, Quelle: EU-Kommission 2020

▼ Abb. 5: Förderungen der EU zur Gebäudesanierung, Quelle: EU-Kommission 2020



■ Historic annual investments in the energy system 2011–2020

■ Additional under current 2030 policies in 2021–2030 compared to 2011–2020

■ Additional to achieve -55% greenhouse gas reductions, 2021–2030

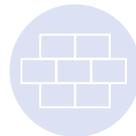
* Transport only shows additional investment.



Recovery and Resilience Facility (Euro 672.5 billion, 37 Prozent climate initiatives) and including European Flagships “**Renovate**” and “**Power Up**.”



Cohesion Policy Funds (proposed budget of Euro 330 billion) better targeted on delivering high energy performance, in line with NECPs and LTRs objectives.



InvestEU dedicated financial products for energy renovation of buildings and **EIB European Initiative for Building Renovation** support for the aggregation into portfolios of building renovation projects.



Facilitate **blending solutions** for project promoters, including clearer and easier **State Aid rules** (ongoing revision of the General Block Exemption Regulation and Energy and Environmental Aid Guidelines).

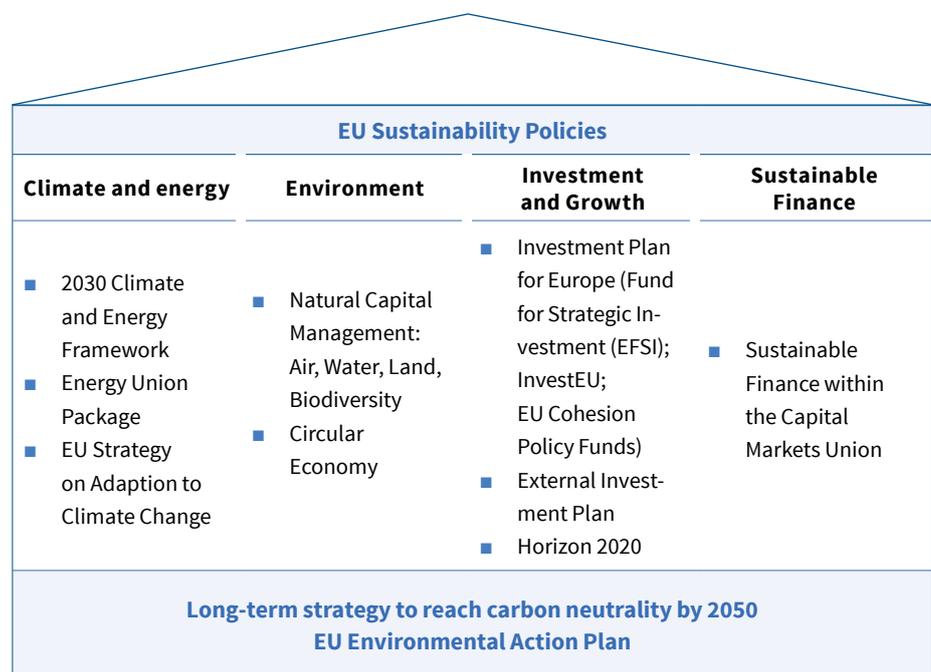
02 Politische Rahmenbedingungen der EU

Im Folgenden werden **EU Action Plan: Financing Sustainable Growth** sowie der **Artikel 2a, Absatz 3** der aktualisierten EPBD hinsichtlich ihres Einflusses auf den Gebäudebereich vorgestellt.

Der EU Action Plan: Financing Sustainable Growth

Die Finanzwirtschaft hat beispielsweise durch Kreditvergabe, Versicherungen oder Investitionen einen wichtigen Einfluss auf die Entwicklung eines klimaneutralen Gebäudebestandes. Der EU Action Plan: Financing Sustainable Growth¹² setzt auf der

▼ Abb. 6: Aktionsbereiche der EU im Bereich Nachhaltigkeit, Quelle: EU Commission, Juni 2019



Regulierungsebene an und beinhaltet sowohl gesetzlich bindende als auch nicht gesetzlich bindende Maßnahmen im Bereich nachhaltiger Finanzierung.

In der EU wird die Klimaschutz- und Nachhaltigkeitspolitik der Nationalstaaten durch Richtlinien und Verordnungen (vgl. Kapitel

Politische Ziele und Rahmenbedingungen) gelenkt, die die EU-Kommission erarbeitet. Die den Finanzmarkt betreffenden Regularien bezogen sich bisher lediglich auf die Stabilisierung des Finanzsektors. Dies hat sich

¹² EU-Kommission 2020h.

mit dem im März 2018 veröffentlichten „EU-Actionplan: Financing Sustainable Growth“ und der Auflegung des Green Deals grundlegend geändert¹³.

Der Aktionsplan, der bis 2021 durch die Sustainable Finance Strategy im Rahmen des Green Deals abgelöst werden soll, beschreibt Maßnahmen, Aktivitäten und Schritte hinsichtlich Klimaschutz und Nachhaltigkeit. Sie betreffen das gesamte Finanzsystem und damit auch jede Form von Finanzierung, Anlageprodukten und Investitionen. Inhaltlich konzentriert sich der Aktionsplan auf drei Hauptziele:

1. Neuausrichtung der Kapitalflüsse hin zu einer nachhaltigeren Wirtschaft
2. Einbettung von Nachhaltigkeitsaspekten in das Risikomanagement
3. Förderung von Transparenz und Langfristigkeit

Im Mai 2019 legte die von der EU-Kommission einberufene Technische Expertengruppe (TEG) drei Entwürfe für Rechtsvorschriften vor. Diese neuen Rechtsvorschriften sollen Investitionen des privaten Sektors in nachhaltige Wirtschaftsaktivitäten und Projekte anregen und lenken:

- ▶ Einrichtung eines einheitlichen Klassifizierungssystems für nachhaltige Wirtschaftstätigkeiten in der EU – die EU-Taxonomie (diese trat am 12. Juli 2020 in Kraft)
- ▶ Nachhaltigkeitsbezogene Offenlegungspflichten für Finanzmarktakteure
- ▶ Klimabenchmarks und Benchmarks zu Nachhaltigkeitsangaben

Taxonomie

Die Taxonomie ist ein zentraler Baustein der regulatorischen Maßnahmen. Sie erleichtert die Einordnung und Einstufung einer Investition als „grün“ (klimafreundlich, ökologisch). Und sie soll die Funktion einer „gemeinsamen Sprache“ für Real- und Finanzwirtschaft sowie die Politik übernehmen. Ziel ist es zudem, eine Fragmentierung verschiedener marktbasierter Initiativen sowie Greenwashing zu verhindern. Die Taxonomie trat

am 12. Juli 2020 in Kraft und muss angewendet werden von:

- ▶ Mitgliedstaaten der Europäischen Union (für öffentliche Maßnahmen, Standards oder Labels für Finanzprodukte oder Unternehmensanleihen, die von Finanzmarktteilnehmern oder Emittenten angeboten werden und ökologisch nachhaltig sind)
- ▶ Finanzmarktteilnehmern, die Finanzprodukte anbieten
- ▶ Finanz- und Nichtfinanzunternehmen, die in den Anwendungsbereich der Non-Financial Reporting Directive (NFRD) fallen

Die Taxonomie definiert für verschiedene Sektoren, ob und in welchem Umfang Wirtschaftstätigkeiten als klimafreundlich und ökologisch nachhaltig eingestuft werden können. Die Sektoren, die von Fertigung über Stromerzeugung bis zum Gebäudebereich reichen, sind für über 90 Prozent der Emissionen der EU verantwortlich. Im eigentlichen Sinne besteht die EU-Taxonomie aus mehreren Taxonomien. Im ersten Schritt werden die Definitionen zu Klimaschutz und zur Anpassung an den Klimawandel festgelegt. Diese wurden in Form delegierter Rechtsakte am 21. April 2021 angenommen. Im zweiten Schritt sollen 2021 Definitionen für Biodiversität, Abfall und Wasser folgen¹⁴.

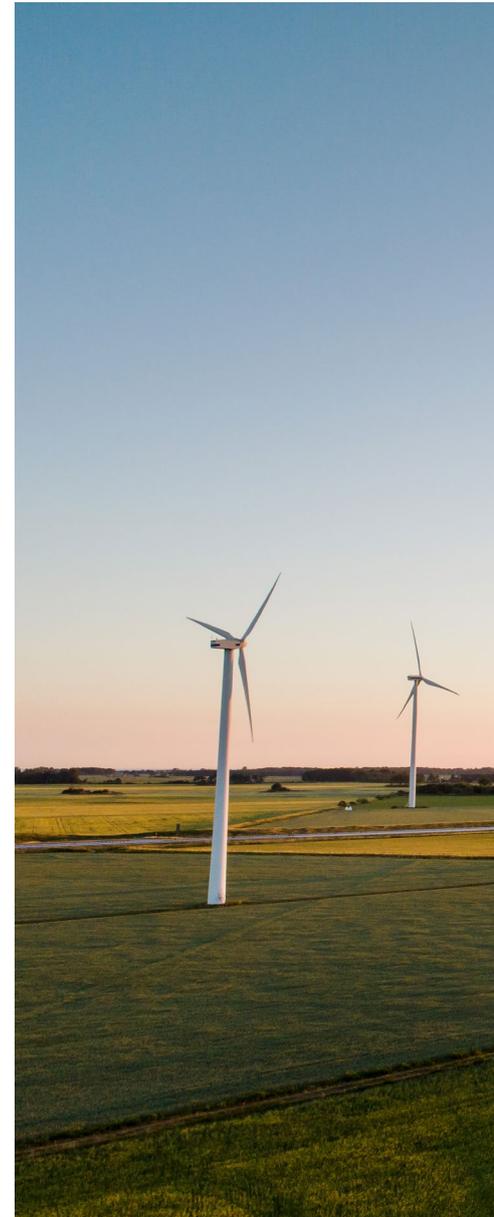
Damit eine Wirtschaftstätigkeit die Anforderungen der Taxonomie erfüllt, muss sie:

- ▶ zumindest zu einem der sechs vorgegebenen Umweltziele einen erheblichen Beitrag leisten (Abbildung 7),
- ▶ Konfliktfreiheit mit allen anderen Zielen aufweisen – keinen signifikanten Schaden anrichten (Do Not Significantly Harm (DNSH)),
- ▶ soziale und unternehmerische Mindeststandards einhalten,
- ▶ den quantitativen und qualitativen Screeningkriterien entsprechen.¹⁵

¹³ EU-Kommission 2020i.

¹⁴ EU-Kommission 2020f.

¹⁵ EU Technical Expert Group on Sustainable Finance 2020.



-
1. Eindämmung des Klimawandels
 2. Anpassung an den Klimawandel
 3. Nachhaltige Nutzung und Schutz der Wasser- und Meeresressourcen
 4. Übergang zu einer Kreislaufwirtschaft, Abfallvermeidung und Recycling
 5. Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung
 6. Schutz gesunder Ökosysteme
-

▲ Abb. 7: Ziele der EU-Taxonomie,
Quelle: EU-Kommission 2018

Zusätzlich gibt es drei Kategorien, um Wirtschaftstätigkeiten zu bewerten:

- ▶ Green: diese Wirtschaftsaktivitäten leisten per se einen wesentlichen Beitrag zu einem der Umweltziele (z. B. eine Solaranlage).
- ▶ Transition: hierbei handelt es sich um eine wirtschaftliche Aktivität, die noch nicht dem Ziel der Klimaneutralität entspricht, aber derzeit einen wesentlichen Beitrag zum Klimaschutz leistet und für die es keine technische oder wirtschaftliche Alternative gibt (z. B. energieeffiziente Herstellung von Stahl).
- ▶ Enabling: dies ist eine Wirtschaftsaktivität, die andere in die Lage versetzt, einen wesentlichen Beitrag zu einem der Umweltziele zu leisten (z. B. Produktion von Windradturbinen)¹⁶.

Taxonomie – Gebäudeanforderungen

Die TEG bezieht sich in den Screeningkriterien für den Gebäudesektor auf die wirtschaftlichen Aktivitäten:

- ▶ des Neubaus,
- ▶ der Gebäuderenovierung,
- ▶ der Umsetzung individueller Maßnahmen und professioneller Dienstleistungen sowie

- ▶ des Erwerbs und des Eigentums von Immobilien.

Die genauen technischen Anforderungen der Taxonomie sind noch nicht abschließend geregelt (Stand Februar 2021). Im aktuellen Entwurf orientieren sich die Kriterien an den nationalen Umsetzungen der EPBD. Für Neubauten sind folgende Anforderungen vorgesehen:

- ▶ der Primärenergiebedarf muss mindestens 10 Prozent unter dem Schwellenwert des nationalen Niedrigstenergiestandards „nearly Zero Energy Building“ (nZEB) liegen,
- ▶ der Nachweis erfolgt über einen Bedarfsenergieausweis,
- ▶ bei Gebäuden über 5.000 m² muss:

1. nach Baufertigstellung ein Test der Luftdichtigkeit und eine Thermografieaufnahme nachgewiesen und
2. das aus dem Bau resultierende Treibhauspotenzial (Global warming potential) des Gebäudes für jede Phase des Lebenszyklus berechnet werden.

Für die Sanierung von Gebäuden gelten die nationalen Anforderungen für größere Renovierungen. Alternativ muss durch die Sanierung der Primärenergiebedarf um mindestens 30 Prozent sinken.

Des Weiteren müssen sowohl für Neubauten als auch für Sanierungen verschiedene „Do not Significantly Harm“-Kriterien u. a. in Bezug auf Wassernutzung, Recyclingfähigkeit der Materialien oder die Bauflächen eingehalten werden.

Perspektivisch wird die Taxonomie für Gebäude weiterentwickelt. Als Kriterien für die Bewertung eines Gebäudes sieht die TEG sowohl den Primärenergiebedarf als auch die CO₂-Emissionen. Neben der Betriebsphase des Gebäudes soll künftig auch die „graue Energie“ in die Bewertung einfließen (vgl. Kapitel Ressourcen).

¹⁶ [Verband öffentlicher Banken 2020.](#)



EPBD – Artikel 2a Absatz 3

Die aktualisierte EPBD (2018/844) hat einen weiteren wichtigen Impuls gegeben, Finanzflüsse im Sanierungsbereich in energieeffiziente und klimafreundliche Gebäude zu lenken. Die Mitgliedstaaten der EU verpflichten sich im Rahmen der „Long Term Renovation Strategies“ im Artikel 2a Absatz 3 dazu, Finanzmechanismen zu entwickeln, die die Investitionen in energetische Sanierungen mobilisieren. Die EU-Kommission hofft so auf einen zusätzlichen Hebel zur Steigerung der Sanierungsraten. Die Anforderungen setzen an verschiedenen derzeitigen Hindernissen im Bereich

Investition und Finanzierung an. Diese sollen behoben werden durch:

- ▶ die Standardisierung kleinerer Energieeffizienzprojekte, um eine Zusammenfassung der Projekte zu erleichtern, den Bearbeitungsaufwand für Geldgeber zu verringern und die Investorenkreise zu vergrößern.
- ▶ die Reduzierung des wahrgenommenen Risikos, das derzeit häufig zu einer schlechteren Bewertung von Energieeffizienzprojekten führt.
- ▶ die Nutzung öffentlicher Mittel, um Anreize für zusätzliche Investitionen aus dem priva-

▼ Abb. 8: Auszug aus der Guideline zur aktualisierten EPBD – Artikel 2a Absatz 3, Quelle: EU-Kommission 2019

Artikel 2a Absatz 3 der Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden	Indikator	Auswahl an Beispielen
Bündelung von Projekten, auch über Investitionsplattformen oder -gruppen und Konsortien kleiner und mittlerer Unternehmen, um den Zugang für Investoren sowie gebündelte Lösungen für potenzielle Kunden zu ermöglichen	Anzahl integrierter/gebündelter Projekte	Kapazitätsaufbau und Dialog mit Interessengruppen, um Bündelungsdienstleistungen anzubieten; Angebot integrierter und standardisierter Renovierungsdienstleistungen, um so die Refinanzierung gebündelter Projekte zu ermöglichen
Minderung des wahrgenommenen Risikos der Energieeffizienzmaßnahmen für Investoren und den Privatsektor und Meeresressourcen	Wahrgenommenes Risiko von Energieeffizienzmaßnahmen (auf Basis von Befragungen)	Standardisierung (z. B. durch Protokolle, Zertifizierung, Normen) zur Reduzierung nachträglicher Leistungsrisiken; Garantien für Begünstigte und Garantiefazilitäten für Finanzmittler
Nutzung öffentlicher Mittel, um Anreize für zusätzliche Investitionen aus dem privaten Sektor zu schaffen oder auf spezifische Marktversagen zu reagieren	Öffentliche Investitionen als prozentualer Anteil der Gesamtinvestitionen in Energieeinsparungen; Initiativen für öffentlich-private Partnerschaften	Mit öffentlichen Mitteln kofinanzierte Darlehensprogramme; Risikoteilungsinstrumente (z. B. Darlehen, Garantiefazilitäten und technische Hilfestellung)
Vorgabe von Leitlinien für Investitionen in einen energieeffizienten öffentlichen Gebäudebestand entsprechend den Leitlinien von Eurostat	Investitionen in Renovierungen zur Verbesserung der Energieeffizienz am öffentlichen Gebäudebestand	Hilfestellung für die Verwendung von Einsparcontracting; Rechtsrahmen, der die Entwicklung von Energiedienstleistungsunternehmen und generell von Energiedienstleistungen begünstigt
Einrichtung zugänglicher und transparenter Beratungsinstrumente, etwa zentraler Anlaufstellen für Verbraucher und Energieberatungsdienste, über einschlägige Renovierungen zur Verbesserung der Energieeffizienz und Finanzinstrumente	Bestehende Initiativen für zentrale Anlaufstellen; Sensibilisierungsinstrumente (Anzahl, erreichte Zielgruppen, Zielgruppen, die Maßnahmen durchführen)	Zentrale Anlaufstellen oder integrierte Dienstleistungen für Finanzierung und Renovierung sowie Beratungsdienste; fachliche Leitlinien für Finanzierung und Renovierung; Vermittlung von Finanzwissen zur Verbesserung des Verständnisses verschiedener Finanzinstrumente

ten Sektor zu schaffen oder auf spezifische Marktversagen zu reagieren.

- ▶ die Entwicklung innovativer Finanzierungsansätze (Energiefonds, One-Stop-Shops etc.), um so Investitionen in Energieeffizienz attraktiver und leichter zugänglich zu machen¹⁷.

Die EU-Kommission hat eine Guideline zur Umsetzung der aktualisierten EPBD erstellt. Die Tabelle gibt einen Überblick über die Anforderungen der EPBD zu Artikel 2a Absatz 3, zu Indikatoren für eine erfolgreiche Umsetzung sowie Beispiele, wie die Anforderungen umgesetzt werden könnten¹⁸.

¹⁷ EU-Kommission 2018b.

¹⁸ EU-Kommission 2019b.

03 Ansätze „grüner“ Immobilienfinanzierung in Deutschland

Finanzierungsinstrumente für „grüne“ Gebäude

Immobilieninvestoren und Finanziers haben großen Einfluss darauf, den Markt für energieeffiziente und klimafreundliche Gebäude zu gestalten und die Entwicklung zu beschleunigen. Und der Markt für die entsprechenden „grünen“ Finanzierungsprodukte, d. h. Finanzprodukte, die Umwelt- und Klimaschutzkriterien sowie Risiken berücksichtigen, wächst kontinuierlich. Zu den „grünen“ Finanzprodukten für Gebäude lassen sich auch öffentliche Förderkredite zählen, die an ökologische oder energetische Kriterien gebunden sind. In Deutschland sind das z. B. Förderkredite des CO₂-Gebäudesanierungsprogramms.

Green-Finance-Definition der LBBW

Unter diesem Begriff werden finanzwirtschaftliche Ansätze und Instrumente zum Schutz von Umwelt und Klima oder zur Anpassung an Umwelt- und Klimaschäden verstanden. Oft wird auch das Handeln von Unternehmen und Investoren, das dem Management von Umwelt- und Klimarisiken dient, dazugezählt. Zwar zielt Green Finance damit eigentlich allein auf den Umweltfaktor der ESG-Kriterien ab. Da aber die simultane Betrachtung aller drei Kriterien zentraler Bestandteil der aktuellen Nachhaltigkeitsdiskussion ist, gibt es hier auch immer Überschneidungen. So werden z. B. Green-Finance-Produkte auch mit ESG-Ratings hinterlegt.

LBBW 2020

Daneben gibt es die Möglichkeit der Vergabe „grüner“ Kredite (Green Loans) durch private Finanzierer. Dabei erzielt die Finanzierung eine positive ökologische Aus-

wirkung. Eine bisher noch nicht weitverbreitete Sonderform ist der „Positive Incentive Loan“. Hier ist der Zinssatz an eine Performance in Bezug auf die hinterlegten

ökologischen oder energetischen Kriterien geknüpft. Die bekannteste und derzeit verbreitetste Form der klimafreundlichen Finanzierungsinstrumente ist die Grüne Anleihe (Green Bond). Die Europäische Investitionsbank (EIB) hat 2007 den ersten Green Bond emittiert¹⁹. Seither hat das Instrument weltweit eine sehr dynamische Entwicklung erlebt²⁰.

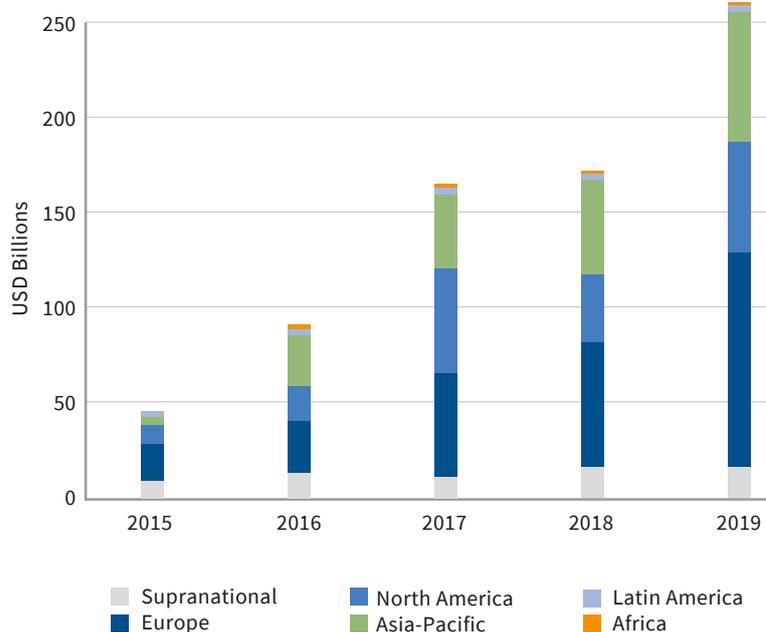
Im Jahr 2019 stiegen die Emissionen der Green Bonds um 144 Prozent und beliefen sich auf 18,7 Milliarden US-Dollar für das Jahr. In Deutschland gaben die KfW und die LBBW die meisten Greens Bonds aus²¹. Daten aus dem Jahr 2018 zeigen, dass der Anteil gebäudebezogener Green Bonds mit 37 Prozent am Gesamtanteil der grünen Anleihen an zweiter Stelle steht. Diese Emissionen erfolgen vor allem durch die Hypothekenbanken in Deutschland.

¹⁹ KfW 2019.

²⁰ LBBW 2020.

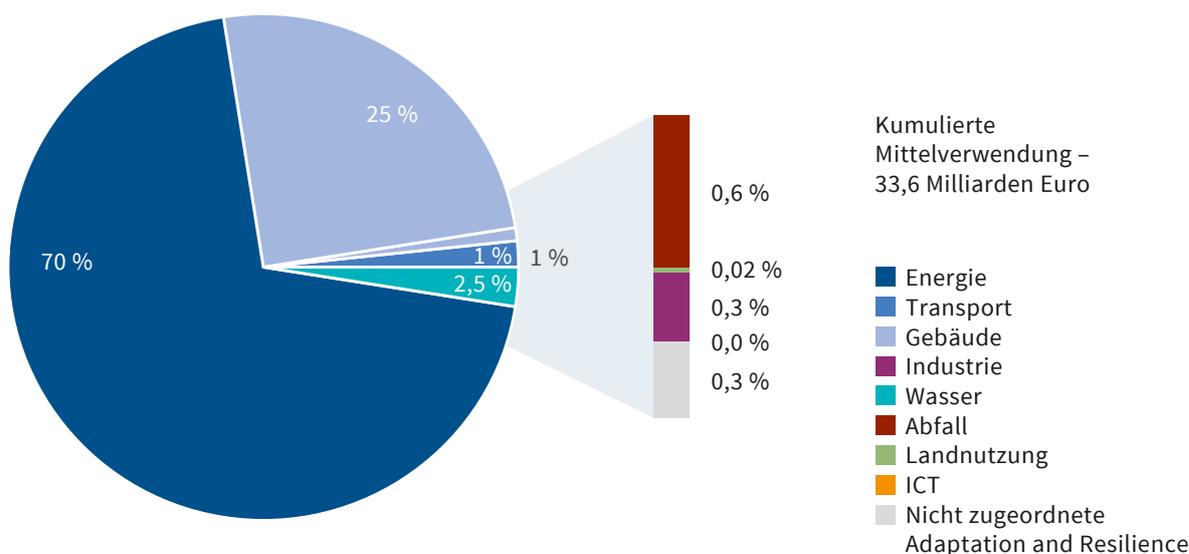
²¹ Climate Bond Initiative 2020b.

Issuance by region: Europe drives 2019 growth



▲ Abb. 9: Green-Bond-Emission nach Regionen 2019, Quelle: Climate Bond Initiative 2020

Erneuerbare Energien dominieren die Mittelverwendung



▲ Abb. 10: Mittelverwendung Green Bonds in Deutschland 2018, Quelle: Climate Bond Initiative 2019

Best Practice: Grüner Pfandbrief der Berlin Hyp

Bereits seit 2015 emittiert die Berlin Hyp ihren „Grünen Pfandbrief“ und hat damit eine Vorreiterrolle in Deutschland eingenommen. Mit den Erlösen aus der Emission refinanziert die Berlin Hyp Darlehen für „Green Buildings“, die eine Zinsvergünstigung erhalten. Die Eignungskriterien der Gewerbeimmobilien hat die Berlin Hyp seit der ersten Emission weiterentwickelt und ein Impact Reporting eingeführt und vertieft. Die Kriterien orientieren sich vor allem an der Energieeffizienz der Gebäude, berück-

sichtigen aber zunehmend auch andere Nachhaltigkeitskriterien. Der vierte 2019 emittierte Green Bond wurde mehrfach, u. a. auch durch die „Climate Bond Initiative“, ausgezeichnet. Das Portfolio der Grünen Pfandbriefe umfasst inzwischen 180 Gebäude bzw. knapp 5,5 Milliarden Euro und der Investorenkreis konnte diversifiziert werden. 2019 übertrug die Berlin Hyp das Namensrecht „Grüner Pfandbrief“ an den Verband deutscher Pfandbriefbanken (vdp) und unterstützt weiter die Entwicklung von Mindeststandards für Grüne Pfandbriefe auf nationaler Ebene.

[Berlin Hyp 2020](#)

Nachhaltigkeitsrisiken BaFin

Die BaFin veröffentlichte im Herbst 2019 ein Merkblatt zum Umgang mit Nachhaltigkeitsrisiken²². Ziel dieses Merkblattes ist es, den von der BaFin beaufsichtigten Unternehmen eine Anleitung für den Umgang mit Nachhaltigkeitsrisiken, physischen Risiken (Klimawandel und Umweltzerstörung) und Transformationsrisiken zu geben. Die Unternehmen sollen den Leitfaden unter Berücksichtigung des Verhältnismäßigkeitsprinzips anwenden. Er ergänzt die Mindestanforderungen an das Risikomanagement für Kreditinstitute, Versicherungsunternehmen und Vermögensverwaltungsgesellschaften²³. Die BaFin fordert darin alle durch sie beaufsichtigten Unternehmen auf,

- ▶ sich mit Nachhaltigkeitsrisiken auseinandersetzen. Die BaFin bezieht sich auf verschiedene, bereits existierende Vorgaben, die die Unternehmen verpflichten, „alle (wesentlichen) Risiken ... zu identifizieren, zu bewerten, zu überwachen, zu steuern und zu kommunizieren“ und
- ▶ diese in die Geschäftsstrategie des Unternehmens zu integrieren (gegebenenfalls keinen Versicherungsschutz auszustellen,

Kreditbewertungen zu verändern, Anlagestrategien anzupassen),

- ▶ Verantwortliche dafür in den Unternehmen zu benennen und mit entsprechenden Ressourcen auszustatten,
- ▶ das Risikomanagement zu erneuern und zu modifizieren.

Das Merkblatt betont die Rolle und den Einfluss von Immobilien auf den Umgang mit Nachhaltigkeitsrisiken. Beispielsweise können Banken die Finanzierung oder den Versicherungsschutz für Unternehmen einschränken, deren Geschäftstätigkeit sich auf fossile Energieträger fokussiert. Energieeffiziente Gebäude sollten bei der Bewertung von Immobilien – z. B. als Kreditsicherheit – deutlich besser bewertet werden. Die neue Betrachtung von Nachhaltigkeitsrisiken durch die BaFin und die damit verbundene Kontrolle der Unternehmen kann einen weiteren Impuls zum Erreichen eines nahezu klimaneutralen Gebäudebestands geben.

²² BaFin 2019.

²³ Green Finance Plattform 2019.

Zwischenbericht des Sustainable-Finance-Beirats Deutschland

Die Bundesregierung möchte, dass Deutschland zum führenden Sustainable-Finance-Standort wird. Daher berief sie 2019 den „Sustainable-Finance-Beirat Deutschland“, dessen Mitglieder aus der Finanzwirtschaft, Realwirtschaft und Wissenschaft kommen. In einem 1,5-jährigen Prozess haben sie über 30 Empfehlungen herausgearbeitet, die sie im Frühjahr 2021 in einem Abschlussbericht²⁴ veröffentlichten. Die erarbeiteten Empfehlungen werden nun geprüft und sollen u. a. bei der Erarbeitung der Sustainable-Finance-Strategie der Bundesregierung berücksichtigt werden. In Bezug auf Immobilien stellt der Beirat eine erhebliche Informationsasymmetrie und fehlende Transparenz fest. Er bemängelt, dass „im Gebäudesektor (insbesondere für den Bestand) [...] gesicherte Daten

zur energetischen Qualität einzelner Gebäude in verständlicher und standardisierter, zugänglicher und verarbeitbarer, verlässlich aktualisierter Form nicht verfügbar [sind]“.

Der Beirat empfiehlt u. a. deshalb:

- ▶ Aufbau einer Informationsinfrastruktur für Nachhaltigkeitsrohdaten
- ▶ Einrichtung eines elektronischen Gebäudeenergieausweiskatasters
- ▶ Berücksichtigung energetischer Gebäudequalität in den Verordnungen zur Wertermittlung unter Anwendung von Klimaneutralitätsszenarien 2050/2035, Immobilienwertermittlungsverordnung – ImmoWertVO, Beleihungswertermittlungsverordnung – BelWertV

²⁴ Sustainable-Finance-Beirat 2021.



Abbildungsverzeichnis zu Kapitel 03

Abbildung 1: Globale weltwirtschaftliche Risiken

Abbildung 2: Klimabezogene Risiken, Chancen und finanzielle Auswirkungen

Abbildung 3: Vorteile eines nachhaltigen Finanzsystems

Abbildung 4: Jährliche notwendige Investitionen zur Erreichung der 2030-Klimaziele der EU

Abbildung 5: Förderungen der EU zur Gebäudesanierung

Abbildung 6: Aktionsbereiche der EU im Bereich Nachhaltigkeit

Abbildung 7: Ziele der EU-Taxonomie

Abbildung 8: Auszug aus der Guideline zur aktualisierten EPBD

Abbildung 9: Green-Bond-Emission nach Regionen 2019

Abbildung 10: Mittelverwendung Green Bonds in Deutschland 2018

Literaturverzeichnis zu Kapitel 03

BaFin 2019, Merkblatt zum Umgang mit Nachhaltigkeitsrisiken. Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht. Von https://www.bafin.de/SharedDocs/Downloads/DE/Merkblatt/dl_mb_umgang_mit_nachhaltigkeitsrisiken.html?nn=8564786 abgerufen.

Berlin Hyp 2020, Green Bonds. Von <https://www.berlinhyp.de/de/investoren/green-bonds> abgerufen.

BMWi 2020, Langfristige Renovierungsstrategie der Bundesregierung: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi). Von https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/J-L/langfristige-renovierungsstrategie.pdf?__blob=publicationFile&v=4 abgerufen.

Climate Bond Initiative 2019, Deutschland: Grüner Finanzmarkt – Lagebericht 2019, Climate Bonds Initiative. Von https://www.climatebonds.net/system/tdf/reports/germany_gbsotm_201907_update_de.pdf?file=1&type=node&id=38227&force=0 abgerufen.

Climate Bond Initiative 2020a, Climate Bond Guidelines. Von <https://www.climatebonds.net/market/best-practice-guidelines> abgerufen.

Climate Bond Initiative Green Bonds Global State of the Market 2019. Von https://www.climatebonds.net/system/tdf/reports/cbi_sotm_2019_vol1_04d.pdf?file=1&type=node&id=47577&force=0 abgerufen.

Climate Bond Initiative, State of the market Germany. Von https://www.climatebonds.net/system/tdf/reports/germany_gbsotm_201907_update_de.pdf?file=1&type=node&id=38227&force=0 abgerufen.

Climate Bond Initiative 2020b, Green Bonds Global State of the Market 2019, Climate Bond Initiative. Von https://www.climatebonds.net/system/tdf/reports/cbi_sotm_2019_vol1_04d.pdf?file=1&type=node&id=47577&force=0 abgerufen.

Convergence 2020, 2020 State of Blended Finance Report. Toronto, Kanada, Convergence. Von https://assets.ctfassets.net/4cgqlwde6qy0/s4cNXaFl5n79mevI3Y5Vw/b6f2e14870c002092c2ee4ec2953f958/The_State_of_Blended_Finance_2020_Final.pdf abgerufen.

Energy Efficiency Financial Institutions Group 2020, The Energy Efficiency Financial Institutions Group. EFFIG. Von <http://www.eefig.com/> abgerufen.

EU-Kommission 2018. Von https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/MEMO_18_1424 abgerufen.

EU-Kommission 2018. Von https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/business_economy_euro/banking_and_finance/documents/200309-sustainable-finance-teg-final-report-taxonomy_en.pdf abgerufen.

EU-Kommission 2018a, Häufig gestellte Fragen: Aktionsplan zur Finanzierung nachhaltigen Wachstums. Brüssel. Von https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/MEMO_18_1424 abgerufen.

EU-Kommission 2018b, Richtlinie (EU) 2018/844 Des Europäischen Parlaments und des Rates. EU-Kommission. Von <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L0844&from=DE> abgerufen.

EU Commission Juni 2019. Von https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/business_economy_euro/accounting_and_taxes/documents/190618-sustainable-finance-factsheet_en.pdf abgerufen.

EU-Kommission 2019. Von <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019H0786&from=EN> abgerufen.

EU-Kommission 2019, Kommunikation Green Deal. Von https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/european-green-deal-communication_de.pdf abgerufen.

EU-Kommission 2019a, Financing Sustainable Growth, Europäische Union. Von https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/business_economy_euro/accounting_and_taxes/documents/190618-sustainable-finance-factsheet_en.pdf abgerufen.

EU-Kommission 2019b, Empfehlung (EU) 2019/786 -der Kommission vom 8. Mai 2019 zur Renovierung von Gebäuden. Von <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019H0786&from=EN> abgerufen.

EU-Kommission 2019c, New rules for greener and smarter buildings will increase quality of life for all Europeans. Brüssel. Von https://ec.europa.eu/info/news/new-rules-greener-and-smarter-buildings-will-increase-quality-life-all-europeans-2019-apr-15_en abgerufen.

EU-Kommission 2019d, Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Europäischen Rat, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen – Der europäische Grüne Deal. Brüssel. EU-Kommission. Von https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:b828d165-1c22-11ea-8c1f-01aa75ed71a1.0021.02/DOC_1&format=PDF abgerufen.

EU-Kommission 2020. Von https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/QANDA_20_1598 abgerufen.

EU-Kommission 2020. Von <https://epbd-ca.glasscubes.com/cube/documents/141620/1353753?45#/document/9158466> abgerufen.

EU-Kommission 2020a, Klima- und energiepolitischer Rahmen bis 2030. EU-Kommission. Von https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030_de abgerufen.

EU-Kommission 2020b, State of the Union: Questions & Answers on the 2030 Climate Target Plan. EU-Kommission. Von https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/QANDA_20_1598 abgerufen.

EU-Kommission 2020c, Der nächste langfristige Haushalt der EU und NextGenerationEU. EU-Kommission. Von https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/about_the_european_commission/eu_budget/mff_factsheet_agreement_de_web_20.11.pdf abgerufen.

EU-Kommission 2020d, Carlos Sanchez-Rivero, DG Energy, am 27.11.2020 bei der Concerted Action EPBD.

EU-Kommission 2020e, Was ist der europäische Grüne Deal? EU-Kommission. Von https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/fs_19_6714 abgerufen.

EU-Kommission 2020f, Draft Commission delegated regulation. EU-Kommission. Von https://ec.europa.eu/finance/docs/level-2-measures/taxonomy-regulation-da-2020_en.pdf abgerufen.

EU-Kommission 2020g, Ein europäischer Grüner Deal. EU-Kommission. Von https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_de#manahmen abgerufen.

EU-Kommission 2020h, Renewed sustainable finance strategy and implementation of the action plan on financing sustainable growth. EU-Kommission. Von https://ec.europa.eu/info/publications/sustainable-finance-renewed-strategy_en abgerufen.

EU-Kommission 2020i, Sustainable Finance. EU-Kommission. Von https://ec.europa.eu/info/business-economy-euro/banking-and-finance/sustainable-finance_en abgerufen.

EU-Technical Expert Group on Sustainable Finance 2020, Taxonomy: Final report of the Technical Expert Group on Sustainable Finance. Technical Expert Group on Sustainable Finance. Von https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/business_economy_euro/banking_and_finance/documents/200309-sustainable-finance-teg-final-report-taxonomy_en.pdf abgerufen.

Frankfurt School Development Finance – e-Campus 2020a, Unit 1: Sustainable Finance – von der Marktnische zum Mainstream. Frankfurt am Main, 3. Auflage.

Frankfurt School Development Finance – e-Campus 2020b, Unit 2: Die Rolle des Finanzsektors in der Transformation. Frankfurt am Main, 3. Auflage.

Green Finance Plattform 2019, BaFin Guidance Notice on Dealing with Sustainability Risks, Green Finance Plattform. Von <https://greenfinanceplatform.org/financial-measures-database/bafin-guidance-notice-dealing-sustainability-risks> abgerufen.

Herbert Sperber 2014, Finanzmärkte – eine praxisorientierte Einführung. Stuttgart, Schäfer-Pöschel Verlag.

KfW 2019, Green Bonds – nachhaltige Alternative für die kommunale Infrastrukturfinanzierung? KfW Research Fokus Volkswirtschaft. Von <https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/Konzernthemen/Research/PDF-Dokumente-Fokus-Volkswirtschaft/Fokus-2019/Fokus-Nr.-245-Maerz-2019-Green-Bonds.pdf> abgerufen.

KfW 2020a, Green Bonds – Made by KfW: Funktionsweise. KfW. Von <https://www.kfw.de/KfW-Konzern/Investor-Relations/KfW-Green-Bonds/KfW-Green-Bonds-Funktionsweise/> abgerufen.

KfW 2020b, Invest in the everlasting Green Bonds – Made by KfW. KfW. Von <https://www.kfw.de/PDF/Investor-Relations/PFD-Dokumente-Green-Bonds/KfW-Green-Bond-Presentation.pdf> abgerufen.

LBBW 2020, Nachhaltigkeit und Green Finance. Frankfurt am Main, Der F.A.Z.-Fachverlag. Von https://www.lbbw.de/konzern/research/2020/weitere-studien/onl_i0420003_01_studie_finance_nachhaltigkeit_greenfinance_abhrcrgp8b_m.pdf abgerufen.

Sustainable-Finance-Beirat der Bundesregierung 2021, Shifting the Trillions Ein nachhaltiges Finanzsystem für die Große Transformation – des Sustainable-Finance-Beirats an die Bundesregierung. Von https://sustainable-finance-beirat.de/wp-content/uploads/2021/02/210224_SFB_-Abschlussbericht-2021.pdf abgerufen.

Task Force on climate-related Disclosure 2018. Von <https://assets.bbhub.io/company/sites/60/2020/10/FINAL-2017-TCFD-Report-11052018.pdf> abgerufen.

United Nations 2015, Paris Agreement, United Nations Framework Convention on Climate Change. Von https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf abgerufen.

Verband öffentlicher Banken 2020, VÖB-Wirtschaftsampel Juni 2020. Verband öffentlicher Banken. Von https://www.voeb.de/fileadmin/Dateien/Publikationen/Newsletter_VOEB_Wirtschaftsampel_Juni_2020.pdf abgerufen.

Weltwirtschaftsforum 2020, The Global Risks Report 2020. Genf: World Economic Forum. Von http://www3.weforum.org/docs/WEF_Global_Risk_Report_2020.pdf abgerufen.

Kapitel 04/05

Wärme und Kälte



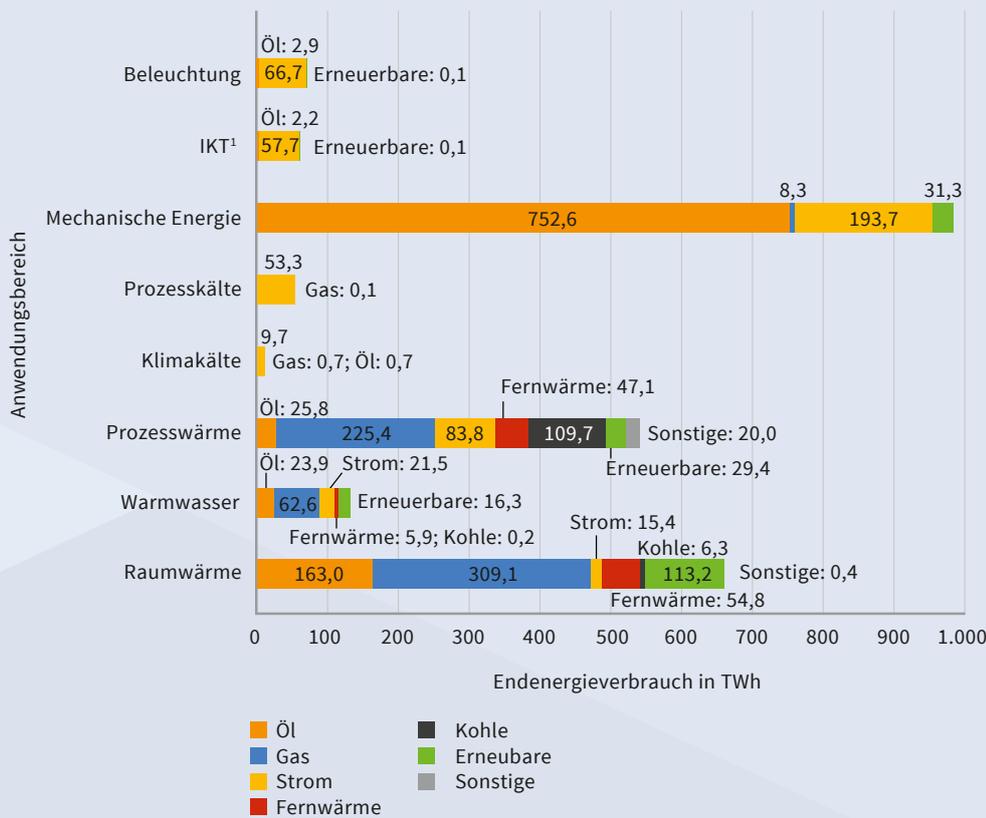
Was Sie hier lesen:

Im Folgenden werden einige Aspekte der Wärme- und Kältewende im Gebäudebereich vertiefend erörtert. Dargestellt wird der Status quo zum Endenergieverbrauch von Wärme und Kälte in Deutschland, wobei der Anteil erneuerbarer Energien und die Nutzung von Abfall zur Wärmeerzeugung genauer beleuchtet werden. Anschließend wird eine Auswahl an Technologien zur Erzeugung, Nutzung und Speicherung von Wärme und Kälte präsentiert. Dabei wird auf den aktuellen Stand der Technik sowie den Einsatz regenerativer Energien näher eingegangen. Die Temperaturbereiche und typische Anwendungen von Solar-, Geothermie und/oder Abwärme werden dargestellt. Dies soll es Interessierten erleichtern, Planungsentscheidungen zu treffen, Potenziale abzuschätzen und diese zu kommunizieren. Dabei erhebt die Zusammenstellung keinen Anspruch auf Vollständigkeit, soll aber verschiedene anwendbare Technologien und Nutzungsmöglichkeiten aufzeigen.

Zur Wärme- und Kältewende gehört auch das Thema Wärme- und Kältenetze. Dieses Kapitel wird daher mit Blick auf die vergangene Entwicklung, den Status quo und die nähere Zukunft von Wärmenetzen abgeschlossen.



01 Endenergieverbrauch im Wärme- und Kältesektor



¹ IKT = Informations- und Kommunikationstechnik

▲ Abb. 1: Endenergieverbrauch nach Anwendungsbereichen und Energieträgern in TWh in Deutschland 2019, Quelle: BMWi 2021, eigene Darstellung

Vertiefend werden im folgenden Zahlen, Daten und Fakten zum Endenergieverbrauch im deutschen Wärme- und Kältesektor dargestellt.

Energiequelle für den jeweiligen Anwendungsbereich im Wärme- und Kältesektor

Der Endenergieverbrauch der Wärme und Kälte für alle Sektoren wird in die Anwendungsbereiche Raumwärme, Warmwasser, Prozesswärme bzw. -kälte und Klimakälte unterteilt (siehe Abbildung 1). Dabei fällt auf, dass der Wärmebereich den größeren Anteil ausmacht und derzeit vor allem Gas als Energieträger verwendet wird. Im Kältebereich wird zumeist Strom eingesetzt. Im Hinblick auf den Kohleausstieg müssen im Bereich Prozesswärme über 100 TWh durch Effizienzsteigerungen oder andere Maßnahmen und Quellen kompensiert werden.

Unsere Autorinnen und unser Autor:



Maïke von Krause-Kohn ist in der dena in nationalen und internationalen Projekten zur Modernisierung von Wärme- und Kältenetzen, erneuerbaren Energien und thermischen Energiespeichertechnologien eingebunden.



Peter Pannier ist in der dena u. a. in nationalen und EU-Projekten zu energieeffizientem Bauen und Sanieren (Gebäudeenergiegesetz, Energieausweis, Gebäudebilanzierung, TGA) tätig.

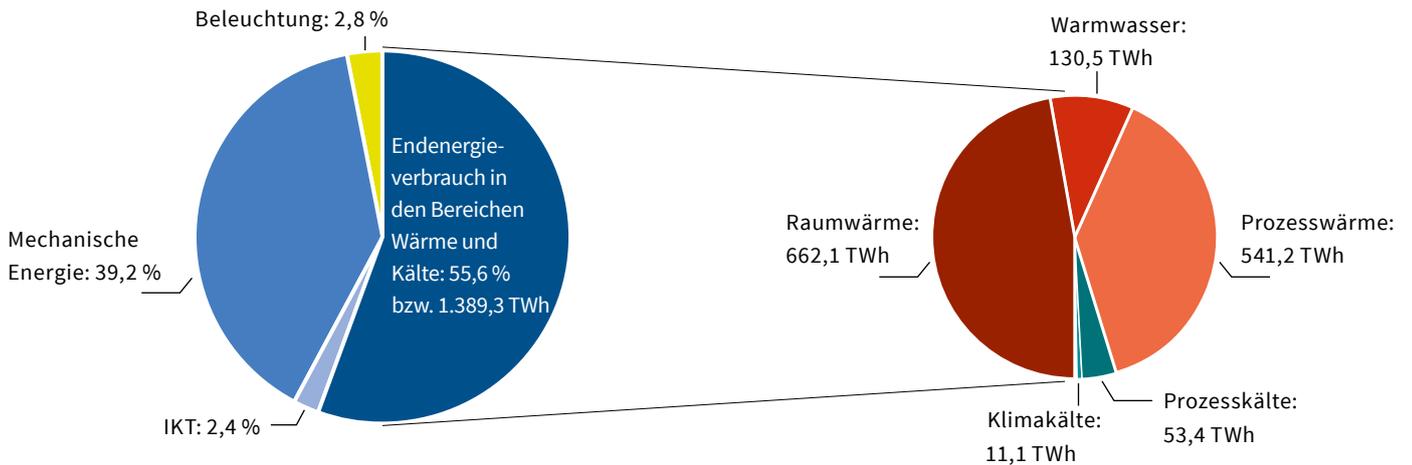


Susanne Schmelcher verantwortet in der dena als Teamleiterin „Integrierte Quartiere und urbane Wärmesysteme“ nationale und internationale Projekte in diesem Themenfeld.

Gesamter Endenergieverbrauch von Wärme und Kälte nach Anwendungsbereichen

▼ Abb. 2: Gesamter Endenergieverbrauch nach Anwendungsbereichen (links) und Anteile im Wärme- und Kältebereich (rechts) in Deutschland 2019, Quelle: AGEB 2020, eigene Darstellung

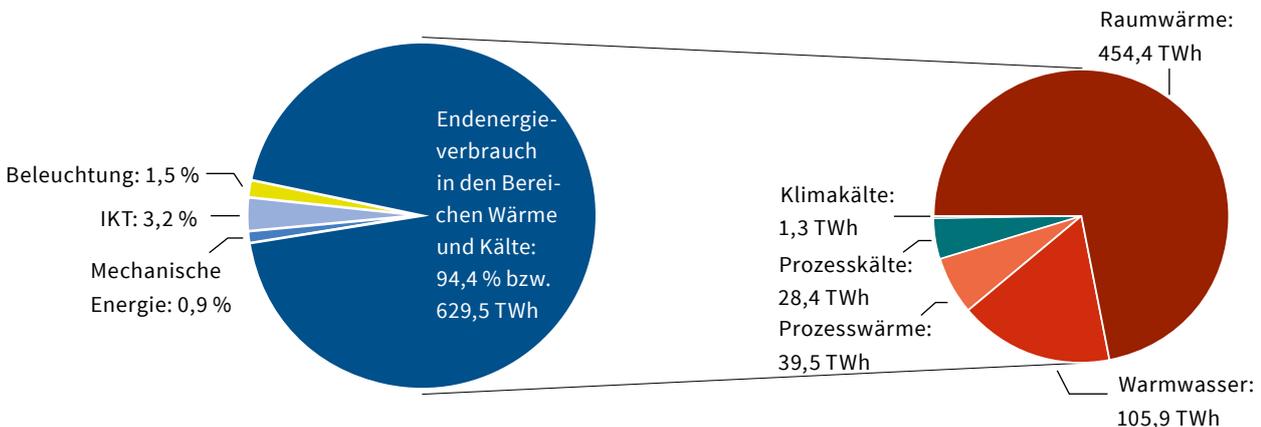
In Deutschland betrug der Endenergieverbrauch im Jahr 2019 insgesamt 2.513,8 TWh, wovon 55,6 Prozent auf den Wärme- und Kältesektor entfielen. Den größten Anteil machten dabei die Raumwärme mit 662,1 TWh und die Prozesswärme mit 541,2 TWh aus (siehe Abbildung 2) (AGEB, 2020).



Endenergieverbrauch von Wärme und Kälte in Haushalten nach Anwendungsbereichen

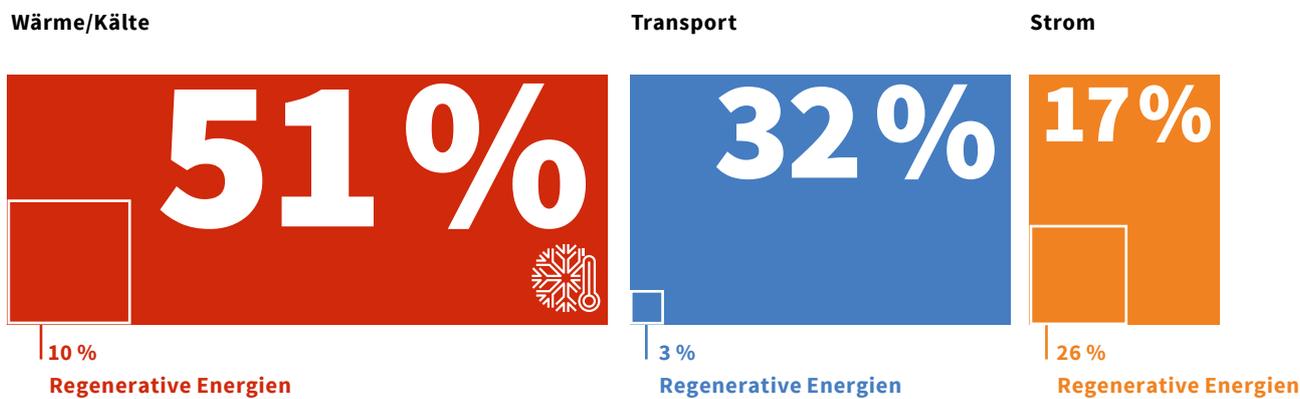
▼ Abb. 3: Endenergieverbrauch nach Anwendungsbereichen (links) und Anteile im Wärme- und Kältebereich (rechts) in deutschen Haushalten 2019, Quelle: AGEB 2020, eigene Darstellung

Der Endenergieverbrauch in privaten Haushalten lag in Deutschland 2019 bei 666,5 TWh, wobei mit rund 94,4 Prozent ein Großteil im Bereich der Wärme und Kälte und dabei vor allem im Bereich der Raumwärme (68,2 Prozent) verbraucht wurde (siehe Abbildung 3) (AGEB, 2020).



Anteil regenerativer Energien am Endenergieverbrauch weltweit

Über die Hälfte der weltweit verbrauchten Endenergie wird in Form von Wärme und Kälte genutzt. Dabei stammen nur durchschnittlich 10 Prozent aus regenerativen Quellen (siehe Abbildung 4). Zu beachten ist bei dieser Darstellung, dass der Stromsektor zum Teil auch den Energieverbrauch im Wärme- und Kältebereich – 7,1 Prozent in 2016 – sowie im Transportsektor (1,1 Prozent in 2016) deckt.



▲ Abb. 4: Anteil der regenerativen Energien am Endenergieverbrauch weltweit nach Sektoren, Quelle: REN21 2019, eigene Darstellung

Heat Roadmaps

Die Forschenden der Initiative Heat Roadmaps gehen davon aus, dass sich der Anteil an Raumkühlung in Deutschland vor allem aufgrund der steigenden Anzahl an heißen Tagen erhöhen wird; während der Verbrauch in den Bereichen Prozesswärme und -kälte sowie Warmwasser voraussichtlich ähnlich bleiben wird (Paardekooper et al. 2018).



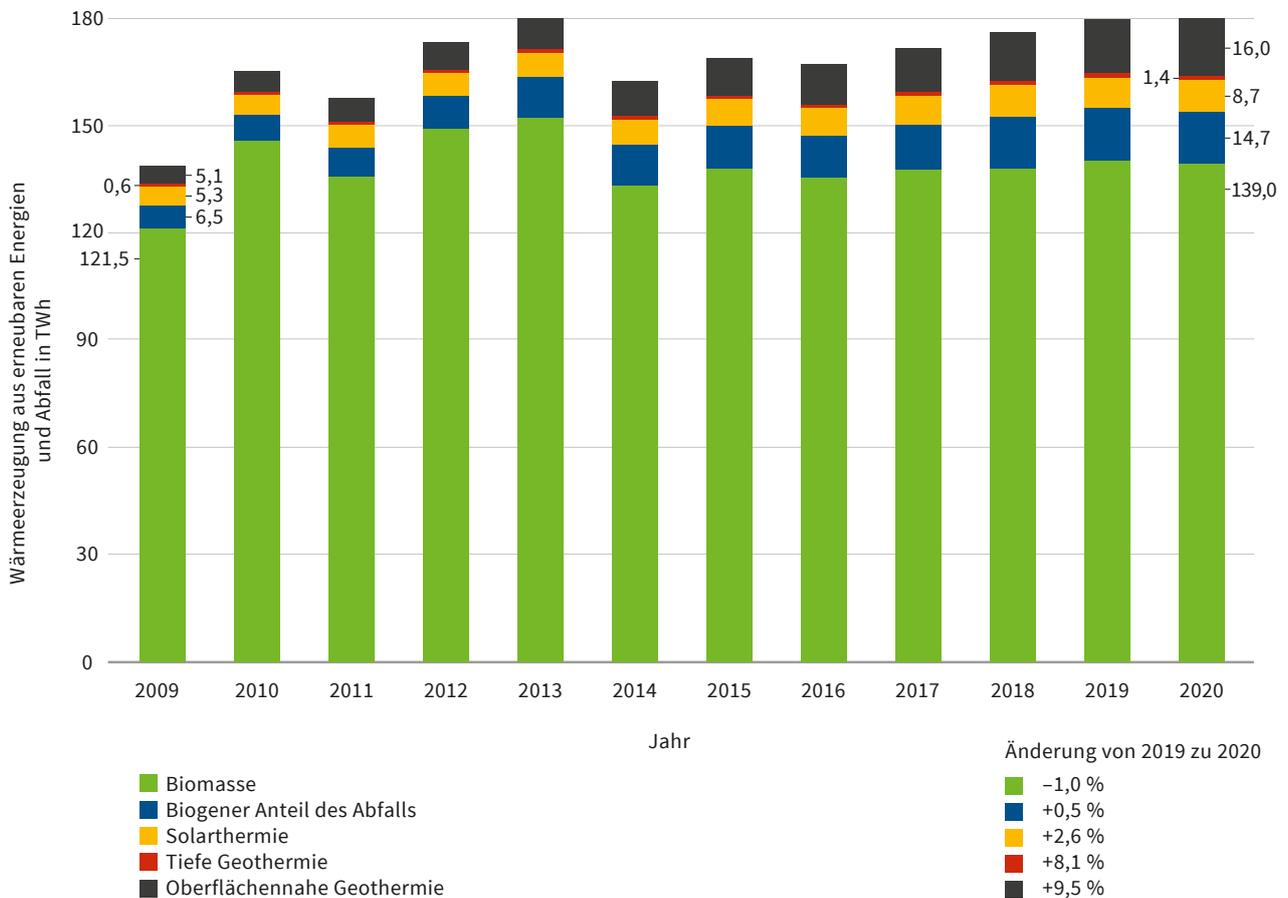
Anteil der Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien und Abfall am Endenergieverbrauch Wärme in Deutschland

In Deutschland ist der Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch Wärme 2020 auf rund 15,2 Prozent gestiegen – Biomasse dominiert die Erneuerbaren, gefolgt von oberflächennaher Geothermie, dem biogenen Anteil des Abfalls und Solarthermie. Das Schlusslicht stellt derzeit noch die tiefe Geothermie dar, konnte aber von 2019 auf 2020 um 8,1 Prozent zulegen (BMWi 2021).

▼ **Abb. 5:** Bisherige Entwicklung der Erzeugung und installierten Leistung der Wärmeerzeugungsanlagen aus erneuerbaren Energien und Abfall 2009 bis 2020 in TWh, Quelle: BMWi 2021, eigene Darstellung

Bei der Entwicklung der Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien und Abfall war insgesamt von 2009 bis 2013 ein guter Ausbau zu verzeichnen. Danach kam es vor allem durch den Rückgang im Bereich der Wärmeerzeugung aus Biomasse zu einem Einbruch, der durch den Ausbau der restlichen erneuerbaren Wärmeerzeugung und durch eine verstärkte Nutzung des biogenen Anteils des Abfalls mittlerweile wieder ausgeglichen werden konnte.

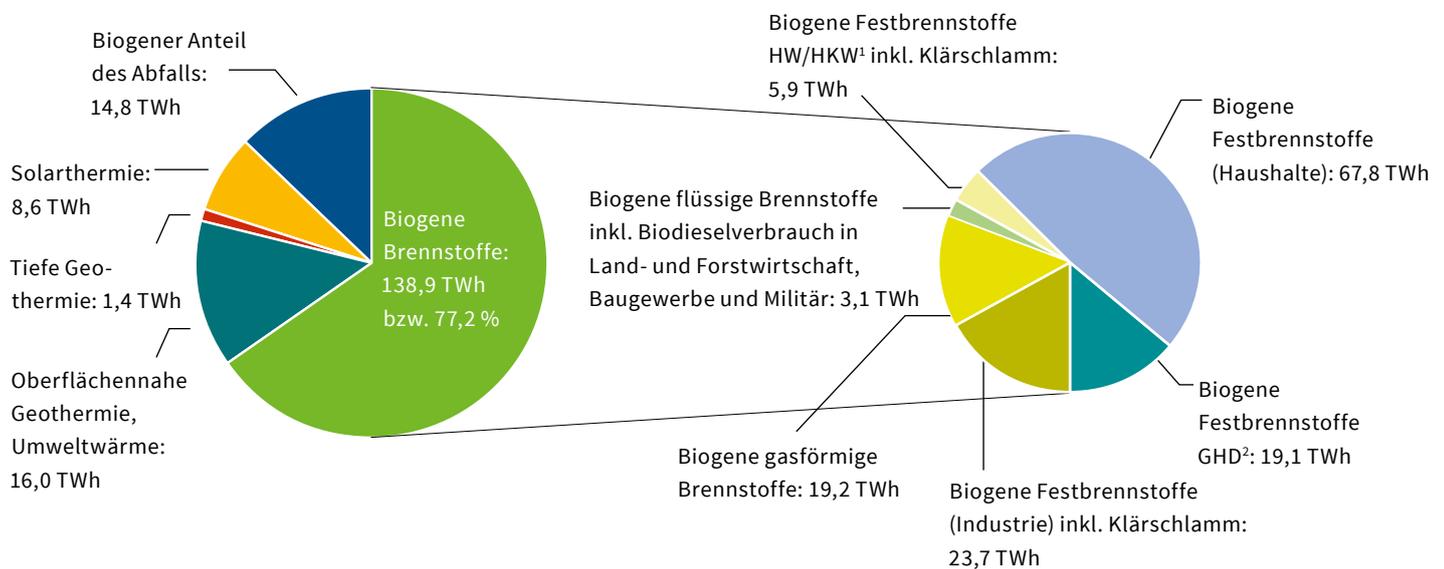
Wird die Änderung von 2019 zu 2020 betrachtet, konnten alle erneuerbaren Wärmeerzeugungsquellen, bis auf die Biomasse, ausgebaut werden, sodass 2020 nahezu 180 TWh aus Erneuerbaren erzeugt werden konnten. Die Wärmeerzeugung aus oberflächennaher Geothermie verzeichnete sogar einen Anstieg um 9,5 Prozent von 2019 bis 2020 (siehe Abbildung 5).



Status quo der erneuerbaren Wärme

Der Endenergieverbrauch für Wärme aus erneuerbaren Energien im Jahr 2020 lag bei rund 180 TWh und verteilte sich wie abgebildet (siehe Abbildung 6) auf unterschiedlichste erneuerbare Energien, wobei die biogenen Stoffe den größten Anteil mit rund 139 TWh ausmachten (UBA 2021).

▼ Abb. 6: Endenergieverbrauch für Wärme aus erneuerbaren Energien in TWh in Deutschland 2020, Quelle: UBA 2021, eigene Darstellung



¹ HW/HKW = Heizwerk/Heizkraftwerk

² GHD = Gewerbe, Handel, Dienstleistungen

► Tab. 1: Flächenkonkurrenz und Erträge von erneuerbaren Energien, Quelle: Epp 2017

	Jahreserträge im Durchschnitt	Flächenbedarf im Vergleich zur Solarthermie
Solarthermie	150 kWh _{th} /(m ² a)	1
Photovoltaik	59,5 kWh _{el} /(m ² a)	2,5
Biomasse/Bioethanol	3,5 kWh _{th} /(m ² a)	43

Entwicklungen und Perspektiven im Bereich der Kühlung und Klimakälte

Die Erde erwärmt sich durch die anthropogenen (vom Menschen verursachten) Treibhausgasemissionen, wobei sowohl die Spitzen- als auch die Durchschnittstemperatur ansteigen. Infolgedessen wird die Nachfrage nach Kühlung steigen, was sowohl durch die Klimakrise als auch durch die Verbesserung der wirtschaftlichen Bedingungen angetrieben wird.

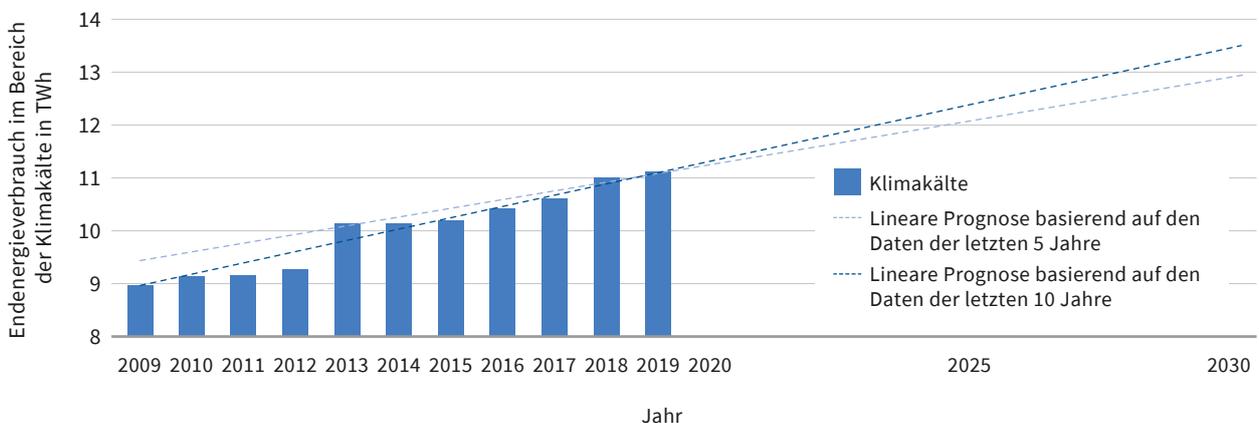
Laut dem UN Environment Programme (UNEP) verursacht konventionelle Kühlung weltweit bereits bis zu 10 Prozent der globalen Treibhausgasemissionen, doppelt so viel wie die Kohlenstoffemissionen des Luft- und Seeverkehrs zusammengenommen. 3,6 Milliarden Kühlgeräte sind bereits im Einsatz. Es wird vorhergesagt, dass sich diese Zahl – bedingt durch steigende Temperaturen, Urbanisierung und Bevölkerungswachstum – bis 2030 verdoppeln und bis 2050 fast vervierfachen wird. Die direkten und indirekten Emissionen aus Klima- und Kälteanlagen werden voraussichtlich bis zum Jahr 2050 gegenüber 2017 um 90 Prozent ansteigen.

Abbildung 7 zeigt den Endenergieverbrauch in Deutschland im Bereich der Klimakälte in TWh (BMWi 2020). Seit 2009 ist der Bedarf stetig angestiegen und wird bei linearem Verlauf 2030 bereits über 13 TWh ausmachen.

Kältespeicher könnten in Zukunft in Deutschland, z. B. aufgrund des stetig steigenden Endenergiebedarfs an Klimakälte, der auch durch einen Ausbau der Nahkältenetze oder erneuerbare Klimakälteanlagen gedeckt werden könnte, eine größere Rolle spielen.

Kompressionssysteme versorgen einen großen Teil der Kühlinfrastruktur von Wohnhäusern und Industrieanlagen. Diese Systeme sind auf komprimierende Gase angewiesen, von denen viele zum Treibhauseffekt beitragen, wenn sie in die Atmosphäre freigesetzt werden. Ein alternativer Ansatz ist die Verwendung von kalorischen Materialien, d. h. von Feststoffen, die Wärme effektiv ableiten, da sie elektrisch, magnetisch oder mechanisch arbeiten. Aber auch die Verwendung von Materialien, die Wärme in Form von Infrarotstrahlung regulieren, wird betrachtet. Materialien zur passiven Strahlungskühlung nutzen ein Atmosphärenfenster für Infrarotstrahlung, um Wärme in den Raum abzugeben. Wenn diese Systeme auf Dächern eingesetzt werden, können sie Gebäude potenziell auch tagsüber um einige Grad kühlen.

▼ Abb. 7: Endenergieverbrauch im Bereich der Klimakälte in Deutschland in TWh, Quelle: BMWi 2021, eigene Darstellung

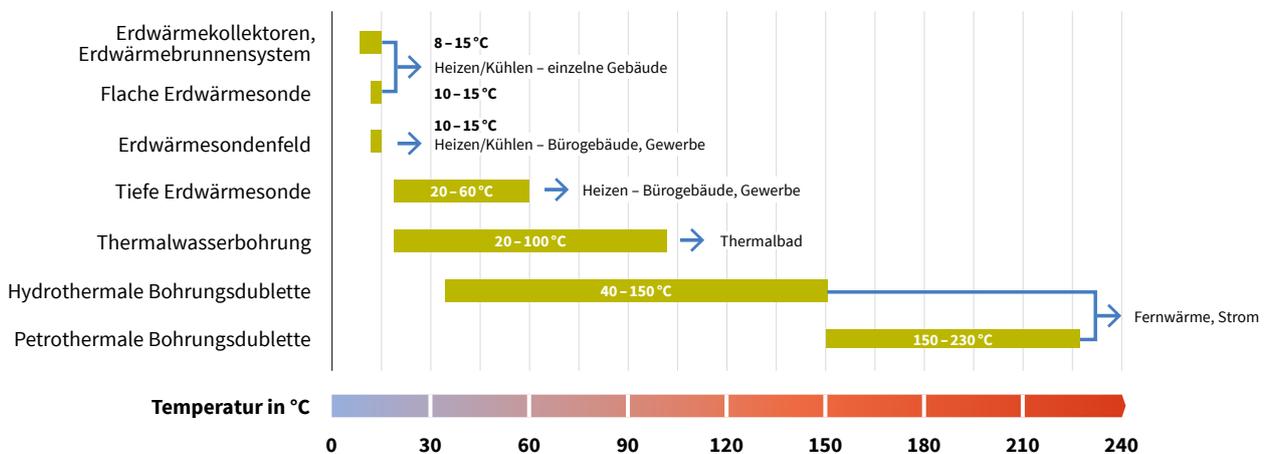


02 Wärme- und Kältetechnologien und -anwendungen

▼ Abb. 8: Temperaturniveaus für geothermische Technologien und ihre typischen Anwendungsoptionen, Quelle: Bundesverband Geothermie 2021



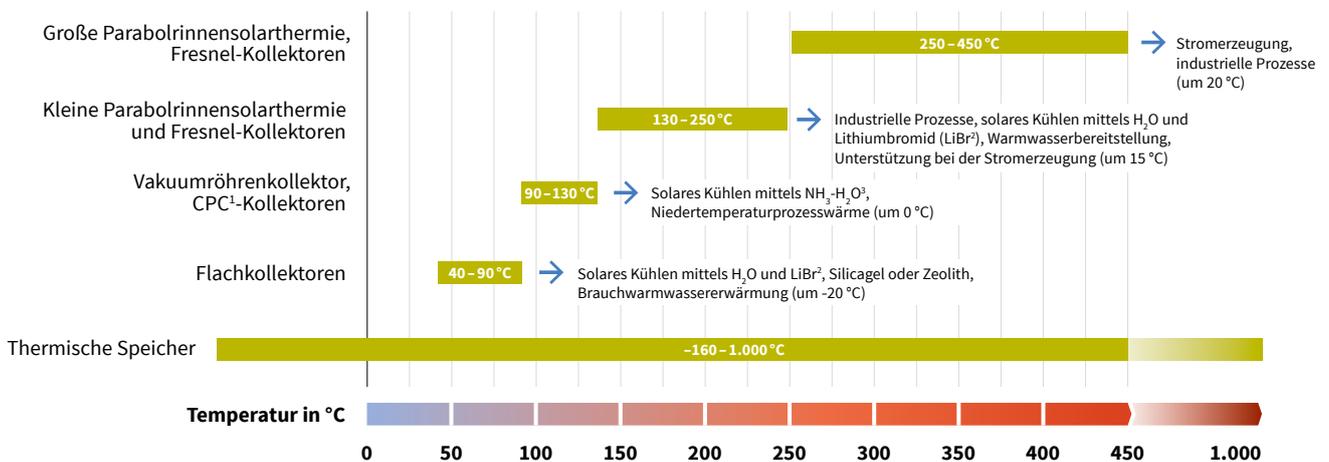
Geothermische Technologien und ihre typischen Anwendungsoptionen



▼ Abb. 9: Temperaturniveaus für Solarthermiekollektoren und ihre typischen Anwendungsfelder sowie thermische Speicher, Quellen: Jakob 2019, IRENA 2020 und EASE/EERA 2013



Solarthermiekollektoren und ihre typischen Anwendungsfelder sowie thermische Speicher



¹ CPC = Compound Parabolic Concentrator

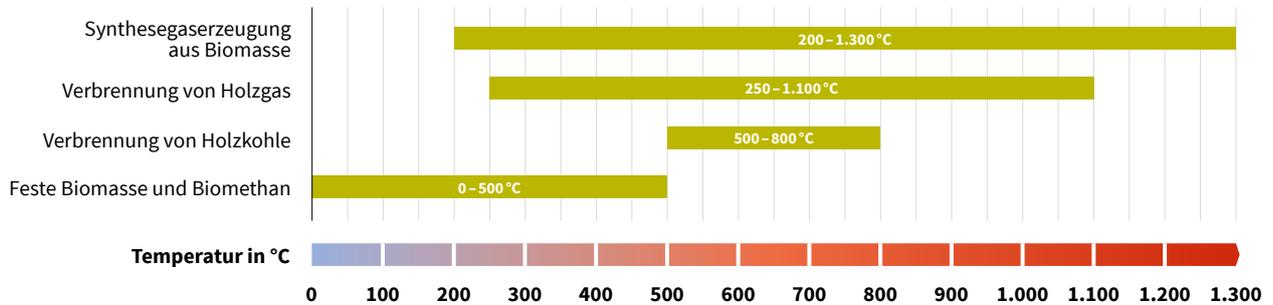
² LiBr = Lithiumbromid

³ NH₃-H₂O = Wässrige Ammoniak-Lösungen

▼ Abb. 10: Temperaturbereiche zu unterschiedlichen Anwendungen von Biomasse, Quellen: Böhning und Beckmann 2013, ZSW 2013, AEE 2017



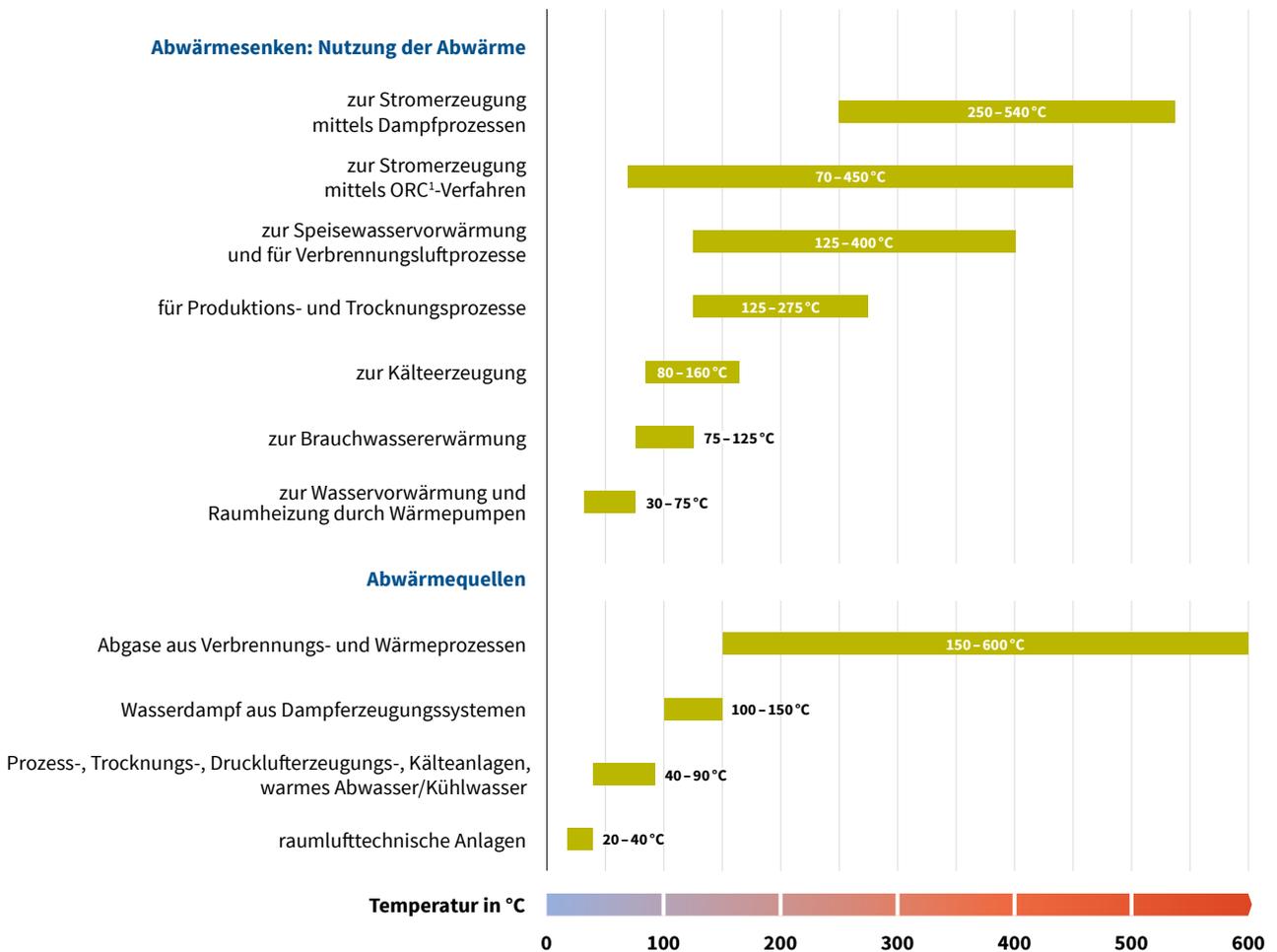
Temperaturbereiche zu unterschiedlichen Anwendungen von Biomasse



▼ Abb. 11: Beispiele für Abwärmequellen und deren Nutzungsmöglichkeiten, Quellen: dena 2015a, Otto et al. 2016



Beispiele für Abwärmequellen und deren Nutzungsmöglichkeiten



¹ ORC = Organic-Rankine-Cycle

Die Abbildungen 8 bis 11 zeigen u. a. für den Gebäudebereich auf, welche Wärmepotenziale zur Verfügung stehen und wie diese genutzt werden können. Dabei wurde der Temperaturbereich von -160 bis 1.300 °C betrachtet. Im Gebäude selbst wird zwar meist nur der Niedertemperaturbereich von 0 bis 80 °C Anwendung finden, allerdings sind auch viele Haushalte an Wärmenetze angeschlossen, die Temperaturen im Mitteltemperaturbereich (80 bis 350 °C) nutzen und auch Abwärme aus Prozessen bis 1.300 °C einbinden können. Es erschien daher sinnvoll, alle verfügbaren Daten zusammenzutragen. Dargestellt werden zudem einige zweckmäßige Anwendungen in Form von Wärmesenken und für die Solar- und Geothermie praktizierte Anwendungsbeispiele je nach Technologie. Da die erzeugte Leistung gegebenenfalls auch gespeichert werden muss, wurden grobe Temperaturbereiche für Wärme- und Kältespeicher ergänzt.

Die notwendigen Technologien für die Wärmewende existieren und werden stetig besser in Bezug auf ihren Wirkungsgrad und die Möglichkeiten, sie zu recyceln.

Möglichkeiten zur Speicherung und Wandlung von Wärme und Kälte

„Wärmespeicher sind Vorrichtungen zur temporären Speicherung von Wärme, die dazu dienen, Schwankungen von Wärmebereitstellung und Wärmebedarf auszugleichen“ (BAFA 2020).

Im Folgenden wurden die Informationen zu Speichertechnologien aus der dena-Studie zu „renewables – Made in Germany“ (dena 2015b) aktualisiert und ergänzt.

Sensible Wärmespeicher sind ein weitverbreiteter Speichertyp. Bei diesen Wärme- und Kältespeichern erfolgt die Energieaufnahme und -abgabe durch Temperaturänderung des Speichermediums. Sie können weiter in Wärme- und Kältespeicher mit festen Speichermedien (z. B. Beton, Erdreich) und flüssigen Speichermedien (häufig wird Wasser verwendet) unterteilt werden. Bei diesen Speichern erfolgt eine fühlbare Veränderung der Temperatur durch Erhitzung oder Abkühlung.

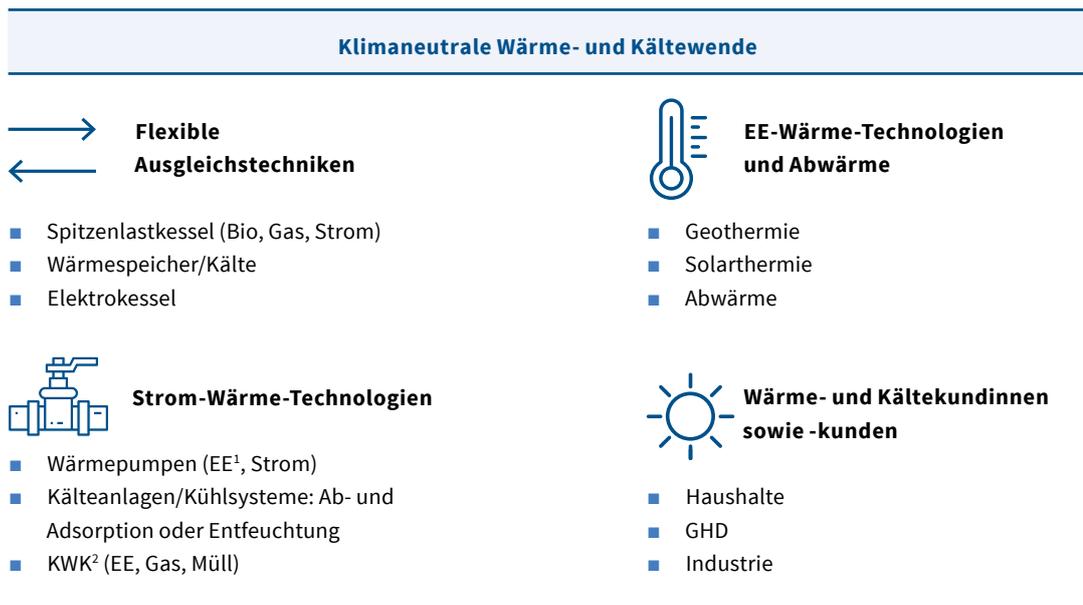
Bei **Latentwärmespeichern** findet eine Phasenumwandlung des Speichermediums (auch genannt: Phasen-Wechsel-Materialien) statt. Aus volumen- und drucktechnischen Gründen wird meist die Umwandlung zwischen fest und flüssig angewandt, wobei prinzipiell auch die Umwandlung flüssig – gasförmig möglich ist. Vorteilhaft bei dieser Speichertechnik sind das praktisch konstante Temperaturniveau bei der Beladung, Speicherung und Entladung, eine höhere Energiedichte als bei sensiblen Speichern und eine konstante Temperatur bei der Energieabgabe. Mit der konstanten Temperatur geht allerdings auch ein abnehmender Wärmeübergang während des Entladevorgangs einher (Thess et al. 2015).

Thermochemische Speicher dienen der Speicherung von thermischer Energie mittels reversibler chemischer Prozesse. Bei chemischen Prozessen wird oft Mischungs- oder Reaktionsenthalpie und damit Wärme frei. Dies bietet den Vorteil, dass die Speicher eine höhere Energiedichte gegenüber sensiblen und latenten Wärme- und Kältespeichern erlauben und auch bei langer Speicherdauer keine thermischen Verluste auftreten.

Carnot-Batterien können sensible, latente oder auch thermochemische Speicher sein und sind eine Sonderform der Speichertechnologien, da sie im großen Maßstab (bis zu mehreren Gigawatt) Strom, Wärme und Kälte ein- und ausspeichern können. Zudem können feste, flüssige oder auch die Phase wechselnde Materialien als Speichermedium verwendet werden.

03 Wärmenetze

Neben den Strategien für eine effizientere Wärme- und Kältenutzung in Gebäuden muss für ein klimaneutrales Szenario auch die Wärme- und Kälteerzeugung defossilisiert werden. Dabei spielen Wärmenetze eine wichtige Rolle.



¹ EE = erneuerbare Energien

² KWK = Kraft-Wärme-Kopplung

▲ Abb. 12: Klimaneutrale Wärme- und Kältenetze der Zukunft, Quelle: BMWi 2017, eigene Darstellung

In Fernwärmesystemen befinden sich sowohl die Erzeugungsanlagen als auch die Netze in einem Transformationsprozess hin zu einer klimaschonenderen Versorgung. Um die erforderlichen zunehmenden Anteile von erneuerbaren Wärmeerzeugungsanlagen und Abwärme in die bestehenden Infrastrukturen zu integrieren, ist ein grundlegender Aus- und Umbau der Wärmenetze notwendig. Dies betrifft neben der Senkung des Temperaturniveaus, der Dampfnetzumstellung und den weiteren Anpassungen an veränderte Erzeugungsströme auch Maßnahmen der Effizienzsteigerung und Digitalisierung. Dabei ist das Zusammenspiel der lokalen Rahmenbedingungen entscheidend. So können beispielsweise das verfügbare Flächen- bzw. Ressourcenpotenzial (Tiefengeothermie, Umweltwärmequellen für Wärmepumpen sowie Abwärmequellen), die vorhandenen Erzeugungs-

und Verbrauchsinfrastrukturen unterschiedliche Transformationspfade zulassen. Dabei sollte auf einen Mix von Strom- und Wärmetechnologien, flexible Ausgleichs- und erneuerbare Wärmetechnologien sowie Abwärme zurückgegriffen werden.

Der Transformationsprozess Fernwärme kann nur in enger Abstimmung mit den zu versorgenden Gebäuden erfolgen. Das Ziel ist, den Energiebedarf im Gebäudebestand durch Sanierungsmaßnahmen zu senken. Dies wird zukünftig einen Einfluss auf die Wärmebedarfsdichten der zu versorgenden Gebiete haben. Somit bilden Wärme- bzw. Kältekundinnen und -kunden neben den verschiedenen Technologie- und Energieträgeroptionen einen Eckpunkt innerhalb der Transformationsstrategie (siehe Abbildung 12).

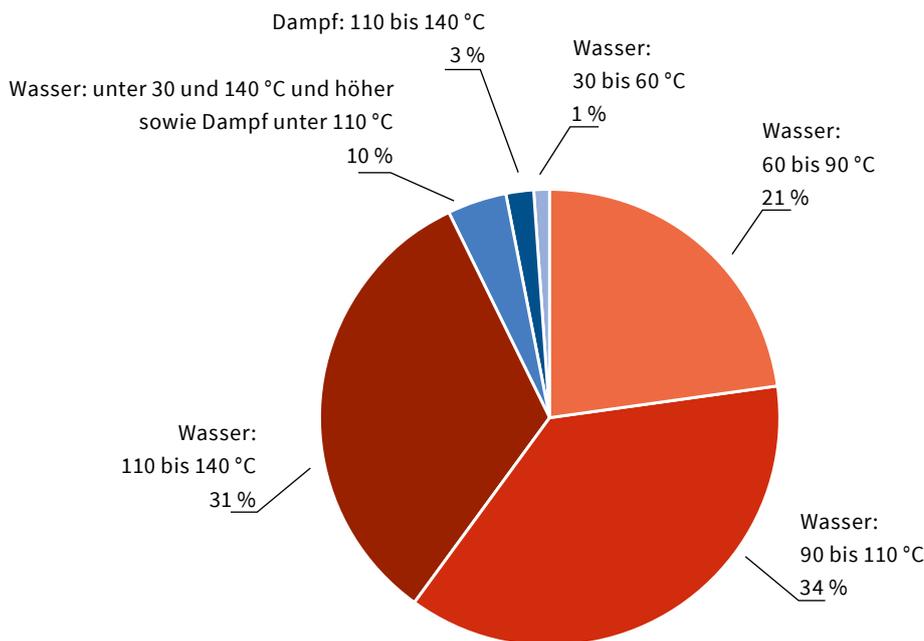
Derzeit werden rund sechs Millionen deutsche Haushalte mit Fernwärme versorgt (BDEW 2021a). Dies zeigt die Relevanz von Wärmenetzen im Gebäudebereich auf dem Weg zur Klimaneutralität.

Abbildung 13 zeigt den prozentualen Anteil der Wärmenetze in Bezug auf die Netzlänge und das Temperaturniveau. Zu der Netzlänge finden sich unterschiedliche Werte. So ging das Statistische Bundesamt (Destatis) im Jahr 2019 insgesamt von einer Netzlänge von 28.629 km aus (Destatis 2019), während beispielsweise der Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V. (BDEW) im selben Jahr eine Netzlänge von 24.800 km anführte (BDEW 2019). Für das Jahr 2020 gibt der BDEW eine Netzlänge von 30.100 km an (BDEW 2021a).

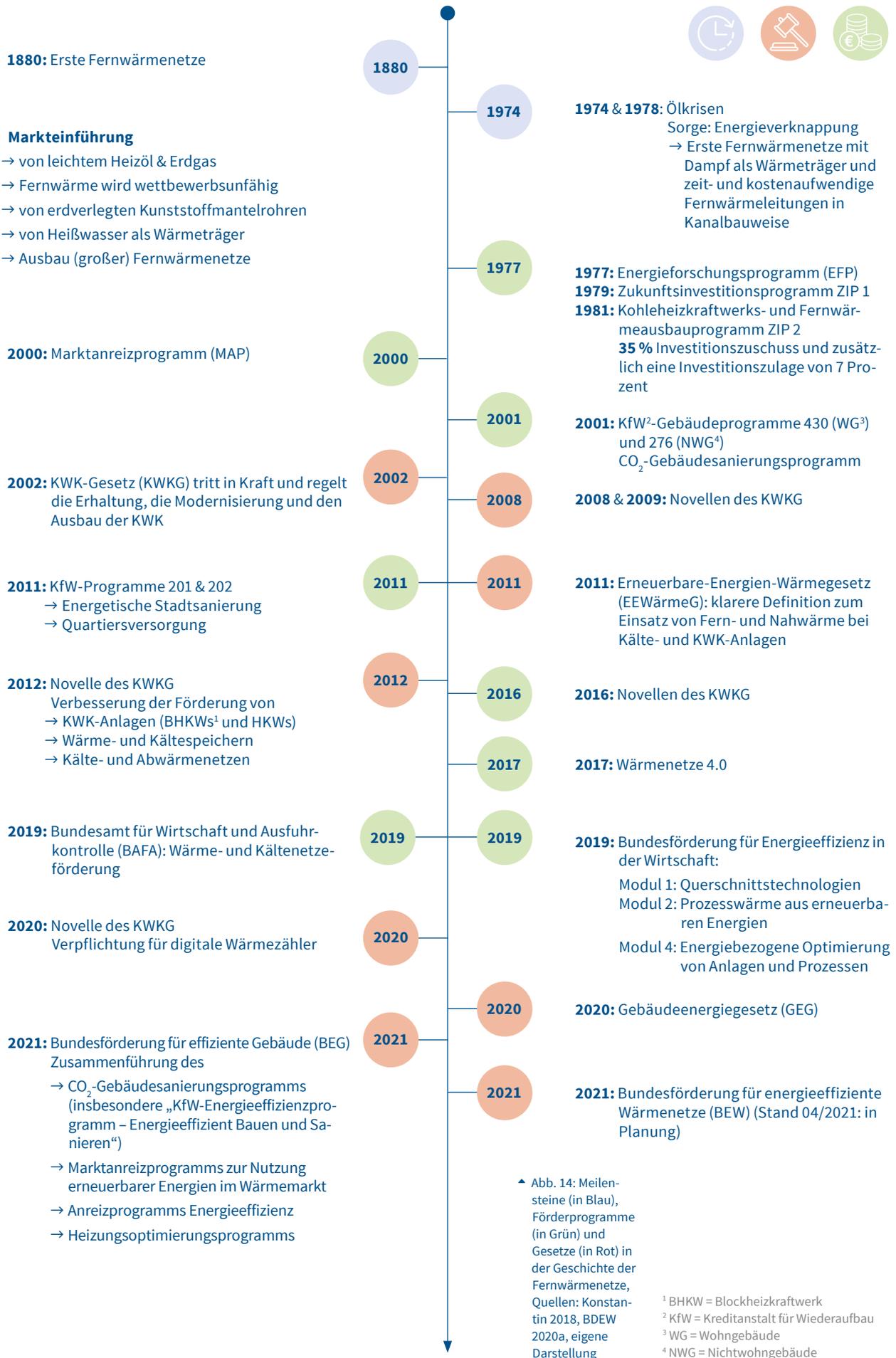
Es ist zu unterscheiden, ob für das Netz ein veröffentlichter Primärenergiefaktor (PEF) vorliegt oder nicht. Wenn nicht, können die Pauschalwerte aus der DIN V 18599 verwendet werden. Wenn ein ermittelter PEF vorliegt, darf dieser nur angesetzt werden, wenn

- a) er nach einer festgelegten Methodik ermittelt und
- b) er vom Fernwärmeversorgungsunternehmen veröffentlicht wurde.

Für Netze mit Wärme aus Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) ist weiterhin die Stromgut-schriftmethode zu verwenden. Die Untergrenze für einen ermittelten PEF liegt bei 0,3. Dieser Wert kann bei 100 Prozent erneuerbarer Abwärme im Netz auf 0,2 gesenkt werden.



◀ Abb. 13: Prozentualer Anteil der Wärmenetze in Bezug auf die Netzlänge und das Temperaturniveau in Deutschland 2018, Quelle: Destatis 2019, eigene Darstellung



Fernwärmenetze: Generationen 1 bis 4

Fernwärmesysteme sind unterschiedlich aufgebaut und weisen differierende technische Charakteristika auf. Generell existiert ein Trend zu niedrigeren Temperaturniveaus, einem geringeren Materialaufwand und der Nutzung von vorgefertigten Wärmenetzteilen, wodurch weniger Personal beim Bau benötigt wird.

Die vier Generationen der Entwicklung der Wärmenetze sind wie folgt unterteilt und einzuordnen, wobei sie sich natürlich ergänzen und teilweise immer noch die Technologien aus den vorherigen Generationen Anwendung finden.

Die folgenden Informationen stammen, sofern nicht anders referenziert, aus dem Praxisbuch der Fernwärmeversorgung von Konstantin (2018), dem Dokument zu den vier Generationen der Fernwärme von Thorsen et al. (2018) und dem Buch zur Energieversorgung von Deuster und Schäfer (1983).

1. Generation:

Dampf (1880 bis 1930): Ab den 1880er-Jahren wurden Fernwärmenetze in den Vereinigten Staaten gebaut und fanden anschließend auch in weiten Teilen der Welt, u. a. in Europa, Verbreitung.

In Deutschland wurden Fernwärmenetze erstmals Ende des 18. Jahrhunderts in Hamburg, Berlin und Dresden geplant. Aber erst ab 1920 bis 1930 wurden die Netze errichtet (Recknagel et al. 2017). Das System baute auf Dampfleitungen in Betonführungen mit nachträglich Isolierung auf und sah auch Dampfspeicher vor.

Als Übertragungsmedium wurde unter Druck stehender Wasserdampf (Vorlauftemperatur $<200\text{ °C}$, Rücklauftemperatur $<80\text{ °C}$) verwendet. Dieser Dampf wurde überwiegend in Kohlekesseln und in seltenen Fällen in KWK-Kraftwerken erzeugt. Die an dieses System angeschlossenen Heizkörper liefen bei Temperaturen von 90 °C und mehr. Die hohe Temperaturdifferenz zur Umgebung führt zu großen Wärmeverlust-

ten im Netz und begünstigte Korrosionsprozesse. Beides macht Fernwärmesysteme ineffizient. Ein Risikofaktor bei Dampfleitungen ist zudem die Explosionsgefahr.

2. Generation:

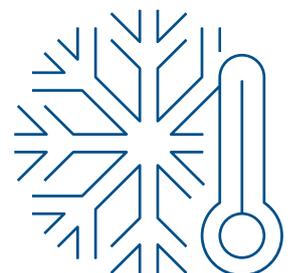
Vor Ort errichtetes System (1930 bis 1980): Die zweite Generation kam um 1930 auf und wurde bis in die 1980er-Jahre verbaut. Hierbei wurde unter Druck stehendes Heißwasser (Vorlauf $>100\text{ °C}$, Rücklauf $<70\text{ °C}$) als Medium zur Wärmeübertragung verwendet und über nachträglich isolierte Stahlrohre geleitet. Dafür waren schwere und große technische Anlagen und vor allem leistungsstarke Pumpen nötig. In den Wohnungen wurden Radiatoren mit einer Heizmitteltemperatur von ca. 90 °C verwendet, die direkt oder indirekt beheizt wurden. Die Motivation zum Bau dieser Systeme bestand hauptsächlich darin, die Vorteile energieeffizienter KWK zu nutzen, um Primärenergie zu sparen. Erzeugt wurde das Heißwasser vor allem in Gas-, Kohle- und Ölkraftwerken mit KWK, ergänzt durch fossil befeuerte Heißwasserkessel.

Hauptmotivation für die weitere Entwicklung der Fernwärmenetze waren nach den Ölkrisen in den 1970er-Jahren die Steigerung der Energieeffizienz sowie der Ersatz von Erdöl durch andere Energieträger wie Kohle, Biomasse und Müll.

3. Generation:

Vorgefertigtes System (1980 bis 2020): Die dritte Generation wurde eingeläutet durch die Ölkrisen und die Einführung der Förderprogramme ZIP I „Zukunftsinvestitionsprogramm“ (1979) und ZIP II „Kohleheizkraftwerks- und Fernwärmeausbau“ (1981) (siehe Abbildung 14).

So wurden in den 1980er-Jahren erste maschinell vorisolierte Leitungen, kompaktere Übergabestationen mit Wärmedämmung und -zählern sowie Mess- und Regelungstechnik zum allgemeinen Standard. Auch existierende Systeme wurden umgerüstet.



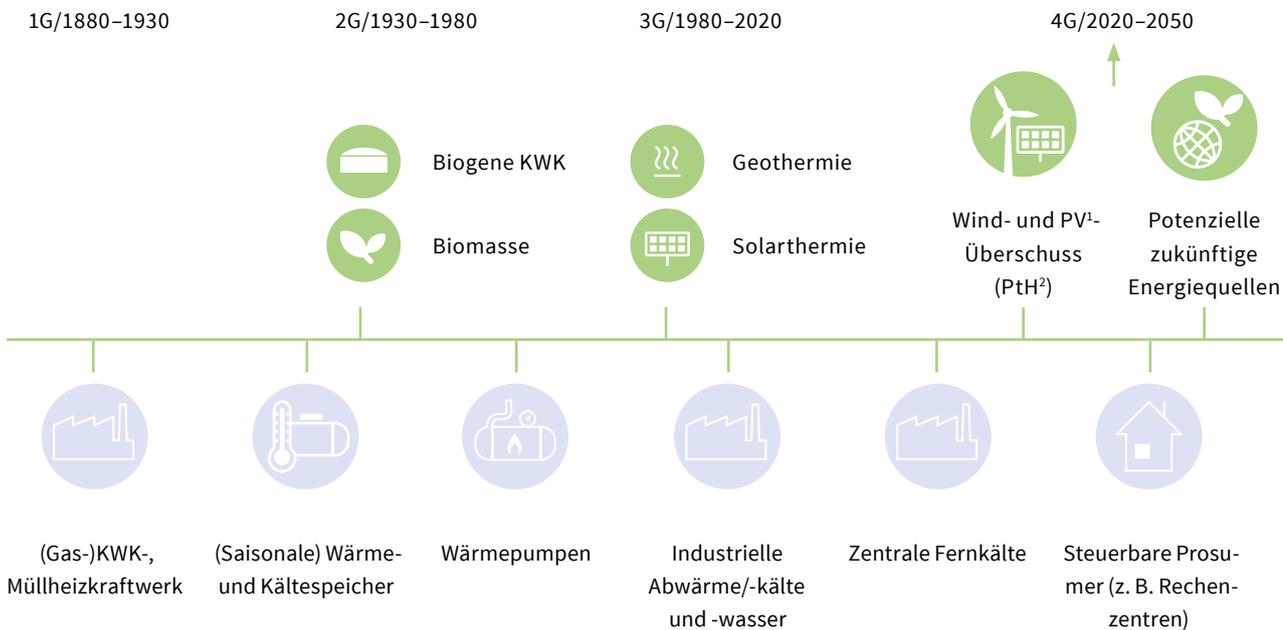
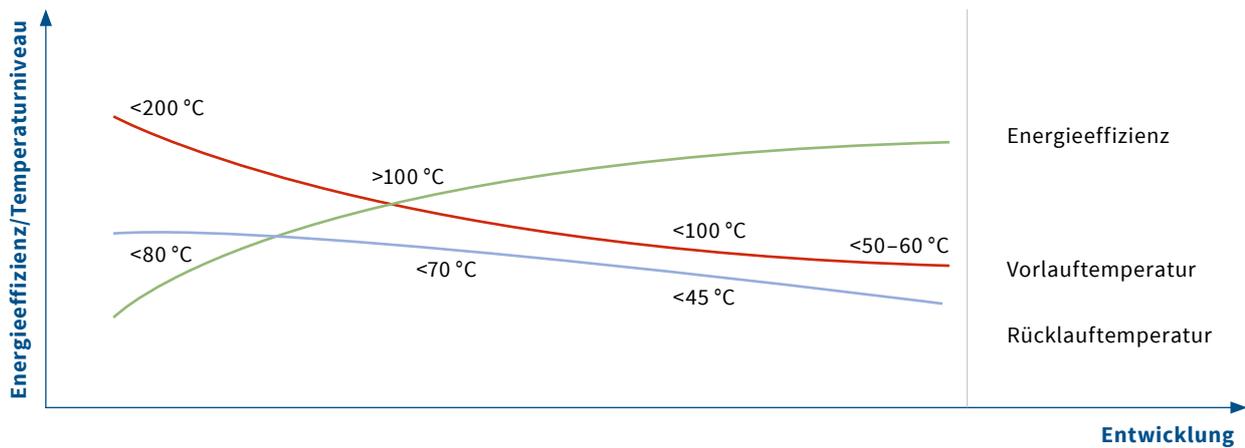
Da viele Herstellende solcher Systeme aus Nordeuropa kommen, wird diese Generation zum Teil als „skandinavische Fernwärmetechnologie“ bezeichnet. Technisch basiert dieses System ebenfalls auf Heißwasser (Vorlauf <math><100\text{ }^\circ\text{C}</math>, Rücklauf <math><45\text{ }^\circ\text{C}</math>).

In den fernwärmeversorgten Wohnungen kommen Radiatoren mit mittleren Heizmitteltemperaturen von ca. $70\text{ }^\circ\text{C}$ zum Einsatz. Fußbodenheizungen finden Anwendung, da diese auch mit niedrigeren Temperaturen angenehme Raumtemperaturen erzeugen können. Die Wärmeerzeugung findet in zentralen Heizkraftwerken mit KWK, in dezentralen Blockheiz-, Müllheiz- und/oder Biomassekraftwerken statt und wird ergänzt durch Spitzenlastkessel. Auch Projekte zur Integration von Abwärme und -kälte, Wärme- und Kältespeichern, Solar- und Geothermie wurden in Deutschland bereits realisiert.

4. Generation:

„LowEx“ (2020 bis 2050): Wärmenetze befinden sich momentan aufgrund der Anforderungen an den Klimaschutz und der damit verbundenen Notwendigkeit für eine nachhaltigere Wärmeerzeugung in einem Transformationsprozess hin zur sogenannten vierten Generation. Sie integrieren eine Vielzahl von Wärmequellen, u. a. erneuerbare Energien oder Abwärme aus Industrieprozessen, und weisen ein Temperaturniveau von unter $70\text{ }^\circ\text{C}$ auf. Das Fernwärmenetz der Zukunft soll einen niedrigen Energiebedarf haben, in ein intelligentes Energiesystem integriert werden und somit optimale Wechselwirkungen zwischen Energiequellen, Verteilung, Speicherung und Verbrauch von Wärme und Kälte ermöglichen. Auch Zweiwegesysteme sollen dabei einen Beitrag leisten. Welche Komponenten künftig in einem bidirektionalen Fernwärme-/kältenetz verstärkt eingesetzt werden könnten, zeigt Abbildung 15.

▼ Abb. 15: Vier Generationen der Fernwärme: Temperaturen, Energieeffizienz und mögliche Komponenten der künftigen bidirektionalen Fernwärme- und Fernkältenetze, Quellen: Lund et al. 2014 und Thorsen et al. 2018, eigene Darstellung



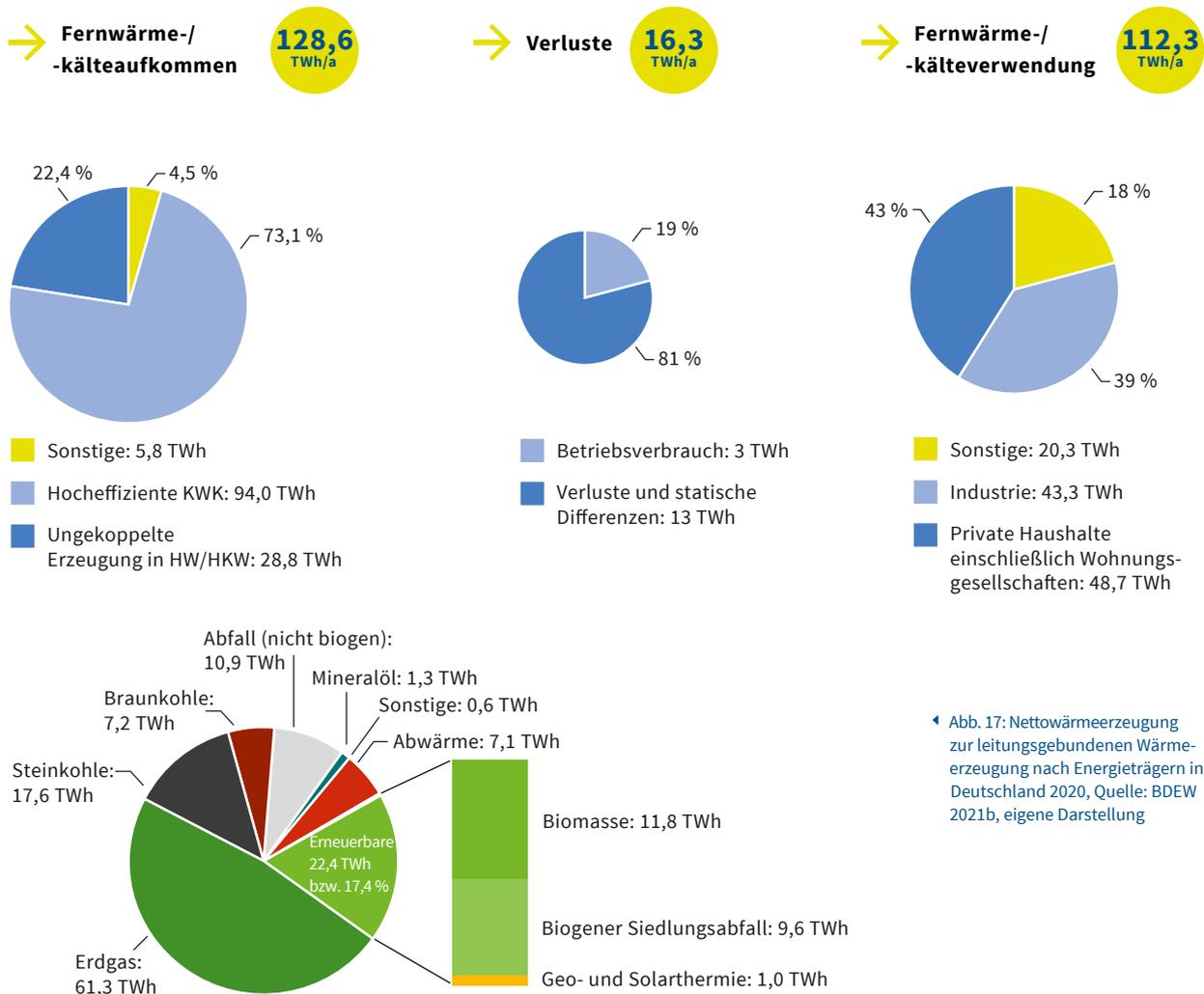
¹ PV = Photovoltaik
² PtH = Power-to-Heat

Großwärmepumpen und Power-to-Heat sind wichtige Technologiebausteine, wodurch Wärmenetze der 4. Generation zur Schnittstelle zwischen dem Wärme- und Stromsektor werden. Ziel ist es, vermehrt erneuerbaren Strom in der Wärmeversorgung zu nutzen. Auch kommt diesen Netzen durch flexible Ausgleichstechnologien wie beispielsweise Speichern, Spitzenlast- (Biomasse) und Elektrokesseln eine systemdienliche Funktion zu.

In Deutschland beträgt der Anteil an netzgebundener Wärme am Gebäudewärmebedarf (Endenergie) momentan ca. 14 Prozent (BDEW 2020b). Die Fernwärmebereitstellung erfolgt dabei zum überwiegenden Teil in effizienten KWK-Anlagen, wobei Erdgas hier der klar dominierende Energieträger ist, gefolgt von Steinkohle (siehe Abbildung 16 und 17).

Rund 31 Prozent der über Wärmenetze bereitgestellten Wärme stammen bereits heute aus erneuerbaren Energien (Biomasse, biogener Siedlungsabfall und Geo- und Solarthermie) sowie Abwärme und nicht biogenem Abfall (BDEW 2021b).

▼ Abb. 16: Wärmeversorgung über Wärmenetze in Deutschland von der Erzeugung bis zum Verbrauch 2020, Quelle: BDEW 2021a, eigene Darstellung



◀ Abb. 17: Nettowärmeerzeugung zur leitungsgebundenen Wärmeerzeugung nach Energieträgern in Deutschland 2020, Quelle: BDEW 2021b, eigene Darstellung

Abbildungsverzeichnis zu Kapitel 04

Abbildung 1: Endenergieverbrauch nach Anwendungsbereichen und Energieträgern in Deutschland 2019

Abbildung 2: Gesamter Endenergieverbrauch nach Anwendungsbereichen in Deutschland 2019

Abbildung 3: Endenergieverbrauch nach Anwendungsbereichen in deutschen Haushalten 2019

Abbildung 4: Anteil der regenerativen Energien am Endenergieverbrauch weltweit nach Sektoren

Abbildung 5: Bisherige Entwicklung der Erzeugung und installierten Leistung der Wärmeerzeugungsanlagen für erneuerbare Energien und Abfall 2009 bis 2020 in TWh

Abbildung 6: Endenergieverbrauch für Wärme aus erneuerbaren Energien in TWh 2020

Abbildung 7: Endenergieverbrauch im Bereich der Klimakälte

Abbildung 8: Temperaturniveaus für geothermische Technologien und ihre typischen Anwendungsoptionen

Abbildung 9: Temperaturniveaus für Solarthermiekollektoren und ihre typischen Anwendungsfelder sowie thermische Speicher

Abbildung 10: Temperaturbereiche zu unterschiedlichen Anwendungen von Biomasse

Abbildung 11: Beispiele für Abwärmequellen und deren Nutzungsmöglichkeiten

Abbildung 12: Klimaneutrale Wärme- und Kältenetze

Abbildung 13: Prozentualer Anteil der Wärmenetze in Bezug auf die Netzlänge und das Temperaturniveau in Deutschland 2018

Abbildung 14: Meilensteine, Förderprogramme und Gesetze in der Geschichte der Fernwärmenetze

Abbildung 15: Vier Generationen der Fernwärme

Abbildung 16: Wärmeversorgung über Wärmenetze in Deutschland von der Erzeugung bis zum Verbrauch 2020

Abbildung 17: Nettowärmeerzeugung zur leitungsgebundenen Wärmeerzeugung nach Energieträgern in Deutschland 2020

Tabellenverzeichnis zu Kapitel 04

Tabelle 1: Flächenkonkurrenz und Erträge von erneuerbaren Energien

Literaturverzeichnis zu Kapitel 04

AEE 2017, Erneuerbare Energien für die Industrie: Prozesswärme aus Bioenergie sorgt für Unabhängigkeit und Klimaschutz (2017): Agentur für Erneuerbare Energien (AEE) nach Daten des Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. (DLR), 2016. Von https://www.unendlich-viel-energie.de/media/file/1301.Renews_Kompakt_Prozesswaerme.pdf abgerufen.

AGEB 2020, AGEB – Zusammenfassung Anwendungsbilanzen für die Endenergiesektoren 2008 bis 2019 (2020): AG Energiebilanzen e. V. (AGEB). Von https://ag-energiebilanzen.de/index.php?article_id=8&archiv=5&year=2020 abgerufen.

Augsten und Epp 2017, Solar Thermal Shows Highest Energy Yield Per Square Metre. Solarthermalworld (2017): Eva Augsten und Bärbel Epp. Von <https://www.solarthermalworld.org/news/solar-thermal-shows-highest-energy-yield-square-metre> abgerufen.

BAFA 2020, Modellvorhaben Wärmenetzsysteme 4.0. Modul II: Antragstellung und Verwendungsnachweis (2019): Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA), S. 13. Von https://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/wns_4_m2_merkblatt_realisierung.pdf?__blob=publicationFile&v=7 abgerufen.

BDEW 2019, „Studie: Wie heizt Deutschland 2019?“ (2019): Bundesverband für Energie- und Wasserwirtschaft e. V. (BDEW). Von https://www.bdew.de/media/documents/Pub_20191031_Wie-heizt-Deutschland-2019.pdf abgerufen.

BDEW 2020a, Energiemarkt 2020 (2020): BDEW. Von https://www.bdew.de/media/documents/BDEW_Energiemarkt_Deutschland_2020.pdf abgerufen.

BDEW 2020b, Entwicklung des Wärmeverbrauchs in Deutschland (2020): BDEW. Von https://www.bdew.de/media/documents/20200525_Waermeverbrauchsanalyse_Foliensatz_2020_daQSUCb.pdf abgerufen.

BDEW 2021a, Kenndaten der Wärme- und Kälteversorger (2021): BDEW. Von <https://www.bdew.de/service/daten-und-grafiken/kenndaten-der-waerme-und-kaelteversorger/> abgerufen.

BDEW 2021b, Entwicklung der Nettowärmeerzeugung in Deutschland (2021): BDEW. Von <https://www.bdew.de/service/daten-und-grafiken/entwicklung-der-nettowaermeerzeugung-in-deutschland/> abgerufen.

BMWi 2017, Ergebnispapier Strom 2030 (2017): Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi). Von <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/strom-2030-ergebnispapier.html> abgerufen.

BMWi 2021, Energiedaten: Gesamtausgabe. Berlin (2020): BMWi. Tabellenblatt 7 und 20. Von https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Binaer/Energiedaten/energiedaten-gesamt.xls?__blob=publicationFile&v=129 abgerufen.

Böhning und Beckmann 2013, Konzepte zur Biomasse-Vergasung und -Verbrennung für die dezentrale Energieversorgung. (2013): Dorith Böhning und Michael Beckmann. Technische Universität Dresden. In: Thomé-Kozmiensky und Beckmann: Dezentrale Energieversorgung. Neuruppin (2013): TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, S. 341–366. nach Daten von Berger und Hein, 2003, Verfahrensübersicht: Synthesegaserzeugung aus Biomasse. FVS Fachtagung 2003. Von https://tu-dresden.de/ing/maschinenwesen/ifvu/evt/ressourcen/dateien/Veroeffentlichungen/VWS-2013-7_bhning.pdf?lang=de abgerufen.

Bundesverband Geothermie e. V. 2021, Geothermische Technologien (2020). Ursprüngliche Quelle: Leibniz-Institut für Angewandte Geophysik. Von <https://www.geothermie.de/geothermie/geothermische-technologien.html> abgerufen.

dena 2015a, Erfolgreiche Abwärmenutzung im Unternehmen. Energieeffizienzpotenziale erkennen und erschließen. (2015): Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), Initiative EnergieEffizienz Unternehmen & Institutionen, BMWi, S. 4–5. Von https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2019/1445_Broschuere_Abwaermenutzung.pdf abgerufen.

dena 2015b, Infobroschüre: renewables – Made in Germany (2015): dena. Von <https://www.dena.de/newsroom/publikationsdetailansicht/pub/infobroschuere-renewables-made-in-germany/> abgerufen.

Destatis 2019, Jahrerhebung über Erzeugung und Verwendung von Wärme sowie über den Betrieb von Wärmenetzen, Daten zu Wärme- oder Kältenetzen in Kilometern in Deutschland aus dem Bezugszeitraum 2018 (2019): Statistisches Bundesamt (Destatis).

Deuster und Schäfer 1983, Energieversorgungskonzepte: Möglichkeiten – Meinungen – Mißverständnisse. Die Einbindung der Fernwärme in Energieversorgungskonzepte (1983): Dr. G. Deuster und Professor Dr.-Ing. Helmut Schäfer. Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH. FfE – Schriftenreihe der Forschungsstelle für Energiewirtschaft. Band 16, S. 28–29. Von <https://de1lib.org/book/2169490/026a51?id=2169490&secret=026a51> abgerufen.

EASE und EERA 2013, European Energy Storage Technology Development Roadmap Towards 2030 Technical Annex (2013): European Association for Storage of Energy (EASE) und European Energy Research Allianc (EERA). Von <https://ease-storage.eu/publication/easeera-energy-storage-technology-development-roadmap-towards-2030/> abgerufen.

IRENA 2020, Innovation Outlook: Thermal Energy Storage (2020): International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, S. 54. Von <https://www.irena.org/publications/2020/Nov/Innovation-outlook-Thermal-energy-storage> abgerufen.

Jakob 2019, Kälte und Wärme mit Solarenergie herstellen. SOLEM Consulting / Green Chiller Association (2019): Dr. Uli Jakob. Karlsruhe. Folie 5. Von https://www.german-energy-solutions.de/GES/Redaktion/DE/Publikationen/Praesentationen/2019/190517-erfolg-ir-algerien-03.pdf?__blob=publicationFile&v=2 abgerufen.

Konstantin 2018, Praxisbuch der Fernwärmeversorgung: Systeme, Netzaufbauvarianten, Kraft-Wärme-Kopplung, Kostenstrukturen und Preisbildung (2018): Panos Konstantin, S. 5–6. Berlin: Springer Vieweg.

Lund et al. 2014, 4th Generation District Heating (4GDH): Integrating smart thermal grids into future sustainable energy systems (2014): Henrik Lund, Sven Werner, Robin Wiltshire, Svend Svendsen, Jan Eric Thorsen, Frede Hvelplund, Brian Vad Mathiesen. Energy. Volume 68. DOI: 10.1016/j.energy.2014.02.089.

Otto et al. 2016, Wärme und Effizienz für die Industrie. Technologien zur Wärmenutzung nach Temperaturniveaus. (2016): Dr. Alexander Otto, Dr. Thomas Grube, Dr. Andreas Ortwein, Dr. Stefan, Zunft, Jan Kaiser, Dr. Michael Krause, Prof. Dr. Werner Platzer, Elisabeth Schneider, Guillem Tänzer, Clemens Schneider und Andreas Krönauer. FVEE Themen (2015), S. 61. Von https://www.fvee.de/fileadmin/publikationen/Themenhefte/th2015/th2015_05_03.pdf abgerufen.

Paardekooper et al. 2018, Heat Roadmap Germany: Quantifying the Impact of Low-Carbon Heating and Cooling Roadmaps (2018): Susana Paardekooper, Rasmus Søgaard Lund, Brian Vad Mathiesen, Miguel Chang, Uni Reinert Petersen, Lars Grundahl, Andrei David, Jonas Dahlbæk, Ioannis Aristeidis Kapetanakis, Henrik Lund, Nis Bertelsen,

Kenneth Hansen, David William Drysdale, Urban Persson. University Aalborg, S. 17. Von https://vbn.aau.dk/ws/portalfiles/portal/287930627/Country_Roadmap_Germany_20181005.pdf abgerufen.

Recknagel et al. 2017, Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik: einschließlich Trinkwasser- und Kältetechnik sowie Energiekonzepte. (2017): Hermann Recknagel, Eberhard Sprenger, Karl-Josef Albers. Band 2. Recknagel Edition. 78. Auflage, 2017/2018 S. 684. München, DIV Deutscher Industrieverlag GmbH.

REN21, 2019, Renewables 2019 Global Status Report (2019): Paris: REN21 Secretariat, S. 33. Verwendete Daten der Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). Von http://repository.usp.ac.fj/11648/1/gsr_2019_full_report_en.pdf abgerufen.

Thess et al. 2015, Herausforderung Wärmespeicher (2015): André Thess, Franz Trieb, Antje Wörner und Stefan Zunft. Physik Journal 14. Nr. 2. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA. Weinheim. Von https://www.dlr.de/tt/Portaldata/41/Resources/dokumente/veroeffentlichung_alle/Waermespeicher_Physik_Journal_2015.pdf abgerufen.

Thorsen et al. 2018, Progression of District Heating – 1st to 4th generation (2018): Jan Eric Thorsen, Henrik Lund, Brian Vad Mathiesen. University Aalborg, S. 2. Von https://vbn.aau.dk/ws/portalfiles/portal/280710833/1_4GDH_progression_revised_May2018.pdf abgerufen.

UBA 2021, Erneuerbare Energien in Deutschland. Daten zur Entwicklung im Jahr 2020 (2020): Geschäftsstelle der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energie-Statistik (AGEE-Stat) am Umweltbundesamt (UBA). Von https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021_hgp_erneuerbareenergien_deutsch_bf.pdf abgerufen.

ZSW 2013, Thermische Biomassekonversion (2013): Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW). Von https://www.zsw-bw.de/uploads/media/Thermische_Biomassekonversion_02.pdf abgerufen.

Abkürzungsverzeichnis

AEE	Agentur für Erneuerbare Energien	NWG	Nichtwohngebäude
AGEB	AG Energiebilanzen e. V.	OECD	Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (engl.: Organisation for Economic Co-operation and Development)
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle	ORC	Organic-Rankine-Cycle
BEG	Bundesförderung für effiziente Gebäude	PEF	Primärenergiefaktor
BEW	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze	PtH	Power-to-Heat
BDEW	Bundesverband für Energie- und Wasserwirtschaft e. V.	PV	Photovoltaik
BHKW	Blockheizkraftwerk	th	thermisch
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie	TGA	Technische Gebäudeausrüstung
CPC	Compound Parabolic Concentrator	UBA	Umweltbundesamt
Destatis	Statistisches Bundesamt	UNEP	UN Environment Programme
DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V.	WG	Wohngebäude
EEP	Energieforschungsprogramm	ZIP	Zukunftsinvestitionsprogramm
EEWärmeG	Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz	ZSW	Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg
el	elektrisch		
FVEE	ForschungsVerbund Erneuerbare Energien		
GEG	Gebäudeenergiegesetz		
GHD	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen		
HW	Heizwerk		
HKW	Heizkraftwerk		
IKT	Informations- und Kommunikationstechnik		
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau		
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung		
KWKG	Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz		
LiBr	Lithiumbromid		
MAP	Marktanreizprogramm		
NH₃H₂O	wässrige Ammoniak-Lösungen		



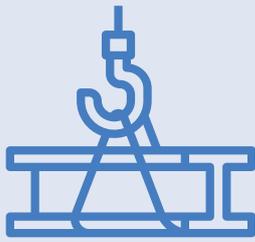
Kapitel 05/05

Ressourcen im Bauwesen

Was Sie hier lesen:

Der Umgang mit den nicht erneuerbaren Ressourcen gewinnt immer mehr an Bedeutung durch deren weltweite Übernutzung. Unser Wohlstand ist davon abhängig, wie wir mit den zur Verfügung stehenden Quellen umgehen und diese effizient und im Sinne einer Kreislaufwirtschaft nutzen. Die Effekte für den Klimaschutz sind enorm, wenn der Einsatz der Ressourcen verbessert werden kann.

Das vorliegende Kapitel gibt einen Überblick über die weltweite Bedeutung der Nutzung von Ressourcen, die Perspektive auf den Bausektor sowie ausgewählte Regularien seitens der EU und Deutschlands dazu.



01

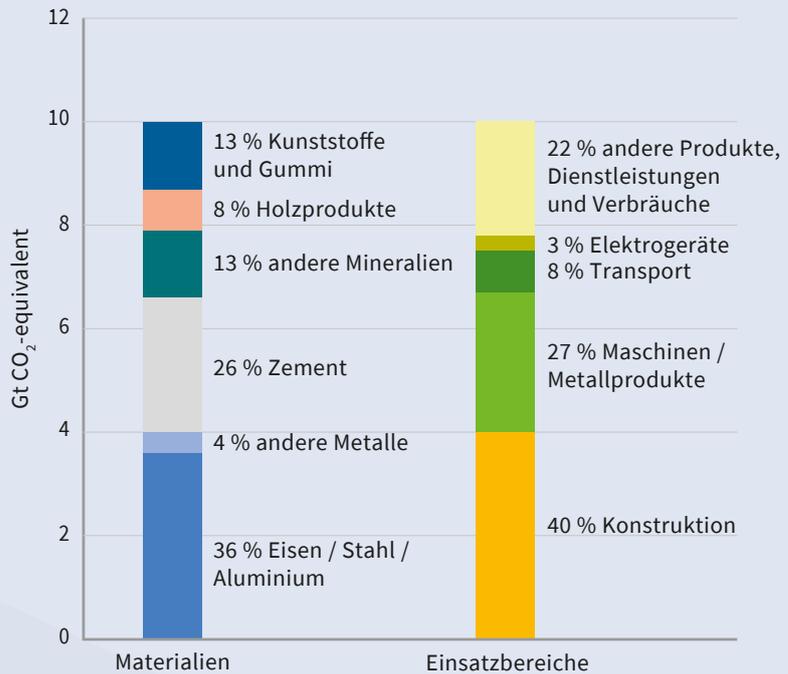
Bedeutung von Ressourcen im Bauwesen

Ressourcen sind abgeleitet aus dem lateinischen Wortstamm *Quellen*, die sich wieder erheben oder erneuern (*resurgo*). Im Französischen (*la ressource*) werden Ressourcen als (Hilfs-)Mittel gesehen, die dazu dienen, bestimmte Ziele zu verfolgen. Ressourcen können materiell (Boden, Rohstoffe, Güter ...) oder immateriell (Arbeitszeit, Fähigkeiten, Gesundheit ...) sein. Ressourcen sind letztlich die Grundlage für alle Produkte und damit für die Industrie- und Wirtschaftszweige, für den Wohlstand und die Lebensgrundlage einer Gesellschaft.

Viele materielle Ressourcen können sich im Zusammenspiel komplexer Ökosysteme regenerieren und werden zunächst kostenlos zur Verfügung gestellt. Der Entstehungsprozess benötigt jedoch häufig Jahrhunderte bis hin zu Jahrmillionen wie z. B. bei Urwäldern, fruchtbaren Böden, Kohle, Erdöl, Gesteinen. Auch die Atmosphäre der Erde ist eine Ressource, die in ihrer spezifischen Zusammensetzung das Leben auf der Erde beeinflusst.

Man unterscheidet daher erneuerbare Ressourcen und nicht erneuerbare Ressourcen. Erneuerbar sind beispielsweise Ressourcen, deren Abbau nicht schneller erfolgt, als die Erneuerungsphasen es zulassen, wie z. B. Holz aus nachhaltiger Bewirtschaftung. Nicht erneuerbare Ressourcen erschöpfen sich mit Abbau oder Nutzung durch die sehr langen Regenerationszeiträume, wie z. B. Gesteine und Metalle, Erdöl und Erdgas.

Mittlerweile werden nahezu alle Ressourcen auf der Welt übernutzt. Der weltweite Primärmaterialeinsatz hat sich seit 1970 mehr als verdreifacht. Er stieg von ca. 27 Milliarden Tonnen im Jahr 1970 auf rund 92 Milliarden Tonnen im Jahr 2017 an (UNEP 2016). Im Jahr 2060 werden schätzungs-



▲ Abb. 1: Treibhausgasemissionen der weltweiten Materialproduktion und deren Einsatzbereiche, Quelle: Hertwich et al. 2019

weise zwischen 143 und 190 Milliarden Tonnen Mineralien, Erze, fossile Brennstoffe und Biomasse in Anspruch genommen werden (UNEP IRP 2019; OECD 2019).

Ressourcennutzung und Klimaschutz stehen in einem sich bedingenden Zusammenhang. Nach Schätzungen des International Resource Panels der Vereinten Nationen gehen ungefähr 50 Prozent der globalen Treibhausgasemissionen direkt oder indirekt auf die Gewinnung und Verarbeitung von fossilen Brennstoffen, Biomasse, Erzen und Mineralien zurück (UNEP IRP 2019). Der Zusammenhang zwischen Ressourcenver-

Unsere Autorin:



Heike Marcinek leitet in der dena das Themenfeld Immobilien und Innovationen. Sie studierte Architektur an der RWTH Aachen und verantwortet zahlreiche Projekte im Kontext von Klimaschutz und Nachhaltigkeit in Gebäuden und Quartieren.

Anteil der Emissionen an den Gesamtemissionen verursacht durch die Entnahme von Ressourcen:

1995:

15 %

5 GtCO₂e

2015:

23 %

11 GtCO₂e

brauch und Treibhausgasemissionen gewinnt dabei immer mehr an Bedeutung. Alleine zwischen 1995 und 2015 nahm der Anteil der globalen Emissionen von 15 Prozent (5 Gt CO₂e¹) auf 23 Prozent (11 Gt CO₂e) zu, der durch die Entnahme von Ressourcen verursacht wurde (UNEP 2020). Darüber hinaus wird die Ressourcengewinnung für mehr als 90 Prozent der Biodiversitätsverluste und das zunehmend knapper werdende Trinkwasser verantwortlich gemacht (EU 2019) und hat damit direkten Einfluss auch auf die Erreichung mehrerer Sustainable Development Goals der UN (SDG)².

Durch den derzeitigen Umgang mit den weltweit zur Verfügung stehenden Ressourcen besteht neben den Fragestellungen nach den steigenden Treibhausgasemissionen für die EU und deren Mitgliedstaaten auch ein erhebliches Risiko für den Wohlstand in der EU. Ungefähr die Hälfte der in der EU genutzten Ressourcen werden importiert und sind Basis des Wirtschaftssystems³.

Einen greifbaren Ausdruck findet die Verknappung im Earth Overshoot Day, dem Erdüberlastungstag. An diesem Tag sind

die gesamten nachhaltig nutzbaren Ressourcen der Erde verbraucht, die der Weltbevölkerung rechnerisch zur Verfügung stünden, wenn sie nur so viel nutzen würde, wie sich im selben Zeitraum regeneriert. Dieser fiel in 2019 auf den 29. Juli und verschob sich aufgrund der weltweiten Lockdowns durch die Corona-Pandemie erstmalig wieder in 2020 nach hinten auf den 22. August. Ab diesem Tag werden mehr Ressourcen verbraucht als auf der Erde erneuert werden können.

In Deutschland werden pro Kopf und Tag 35 Kilogramm Rohstoffe entnommen. In 2019 fiel der Überlastungstag in Deutschland auf den 3. Mai. Um einen solchen Verbrauch langfristig zu decken, wären drei Erden notwendig. Deutschland gehört damit wie alle Industrieländer zu den Ländern, die über die Kapazitätsgrenzen der Erde hinaus wirtschaften.

¹ CO₂e: CO₂ äquivalent.

² <https://sdgs.un.org/goals>.

³ <https://www.europarl.europa.eu/thinktank/infographics/circulareconomy/public/index.html>.

Abb. 2: How many Earths would we need if the world's population lived like ...

Quelle: Global footprint network 2020



02 Bedeutung des Themas für das Bauwesen

Schätzungsweise

5–10 %

des Gesamtenergieverbrauchs in der EU entfallen auf die Herstellung von Bauprodukten.

Das Bauwesen hat einen erheblichen Einfluss auf den Rohstoffeinsatz und somit auch auf den Ressourcenverbrauch weltweit. Dem Bauwesen fällt beim Rohstoffeinsatz eine Schlüsselrolle zu, weil große Einsparpotenziale durch Ressourceneffizienz noch nicht gehoben sind.

Insbesondere bei der Herstellung von Zement und Beton werden nicht erneuerbare Ressourcen beansprucht, die auch einen erheblichen Einfluss auf die Emissionen von Treibhausgasen haben. In Deutschland werden mit jährlich 517 Millionen Tonnen 90 Prozent des inländischen mineralischen Rohstoffabbaus in Gebäuden verbaut (Destatis 2017). Weltweit ist die Zementindustrie verantwortlich für 6–7 Prozent der anthropogenen CO₂-Emissionen, in Deutschland wurden im Jahr 2019 20 Millionen Tonnen CO₂ durch die Zementherstellung emittiert – dies entspricht einem Anteil von 3 Prozent der gesamten deutschen CO₂-Emissionen (VDZ 2020).

Auch die Entsorgung der Baumaterialien hat eine erhebliche Bedeutung, da eine wirkliche Wiederverwendung kaum stattfindet. Bauabfälle werden häufig für den Straßenbau genutzt und entsprechend downgecycelt oder deponiert. Insbesondere Verbundbaustoffe verursachen dabei einen erheblichen Anteil an Sondermüll, der nur mit großem Aufwand oder nicht getrennt und wiederverwendet werden kann. Zwischen 2006 und 2018 entstanden in Deutschland im Mittel 390 Millionen Tonnen Abfall; 53 Prozent entfielen davon auf den Bausektor, davon 54 Prozent Abfälle aus Böden, 37 Prozent mineralische Bau- und Abbruchabfälle, 3 Prozent eisenhal-

53 %

des gesamten Abfallaufkommens in Deutschland werden durch den Bausektor verursacht.

90 %

des inländischen mineralischen Rohstoffabbaus werden in Gebäuden verbaut.

tige metallische Abfälle und 2 Prozent Holzabfälle (Destatis 2018).

Gebäude als Rohstofflager und Recyclingpotenzial

Das gesamte verbaute Material im deutschen Gebäudebestand wird auf ca. 15 Milliarden Tonnen geschätzt. Dieses Material kann theoretisch bei knapper werdenden Ressourcen und entsprechender Verarbeitung und Rückbau weiter genutzt werden. Anteile können theoretisch als anthropogenes Materiallager zur Verfügung stehen, insbesondere, wenn nach den Prinzipien einer echten Kreislaufwirtschaft geplant und gebaut wird (UBA 2017).

Das Wiederverwendungspotenzial aller verbauten Rohstoffe im Bauwesen liegt heute bei ca. 7 Prozent und könnte bei positiven Rahmenbedingungen bis 2050 auf ca. 20 Prozent angehoben werden (BBSR 2017).

Dies bedingt einen deutlich geringeren Anteil an Neubauten, die langfristige und nachhaltige Nutzung und Umnutzung bestehender Gebäude sowie eine deutliche Erhöhung der Nutzung von Rückbaumaterial. Der Ressourcenverbrauch sowie die Rückbaupotenziale werden zu einem großen Teil von Entscheidungen der Gestaltung, der Konstruktionswahl und Detailausbildung sowie den Baumaterialien in der Planungsphase bestimmt. Ressourceneffizienz wird in der VDI 4800 als das Verhältnis eines quantifizierbaren Nutzens und des damit verbundenen natürlichen Ressourcenaufwands definiert. Der Ressourcenaufwand kann durch eine Reihe von Indikatoren quantifiziert und bewertet werden und beinhaltet beispielsweise den kumulierten Rohstoff- und Energieaufwand, die Bewertung der Umweltwirkungen und Ökosystemleistungen inklusive der Senkenfunktion der Natur.

Graue Emissionen

Graue Energie wird als der nicht erneuerbare Energieaufwand bezeichnet, der für Herstellung, Transport, Lagerung und Rückbau sowie Entsorgung der eingesetzten Materialien benötigt wird. Je nach Materialwahl und -einsatz ist der Anteil an grauer Energie, die in Gebäuden verbaut wird, erheblich und nimmt mit steigendem Effizienzstandard prozentual am Gesamteinsatz von Energie im Gebäude zu. Durch den grauen Energieeinsatz entstehen die sogenannten grauen Emissionen.

Entscheidend für die verbauten Treibhausgasemissionen sind bei Gebäuden vor allem die Tragkonstruktion, massive Wände, Zwischendecken und Kellerabschlüsse aus Beton, und zwar wegen des Einsatzes von Zement mit hohen Emissionen. Dämmstoffe sparen in der Regel während ihrer Lebensdauer mehr Energie ein, als bei der Herstellung verursacht wird – sie haben in der Lebenszyklusbetrachtung positive Effekte beim Energieeinsatz und bei den Emissionen.

Bei typischen Neubauten beträgt der Anteil an grauen oder verbauten Emissionen zwischen 10 und 16 kg CO₂e pro Quadratmeter Wohnfläche und Jahr. Die verbauten Emissionen können durch die Wahl der Baumaterialien und die Baukonstruktion weiter reduziert werden, wenn beispielsweise Holzkonstruktionen gewählt werden. Eine Studie

Urban Mining

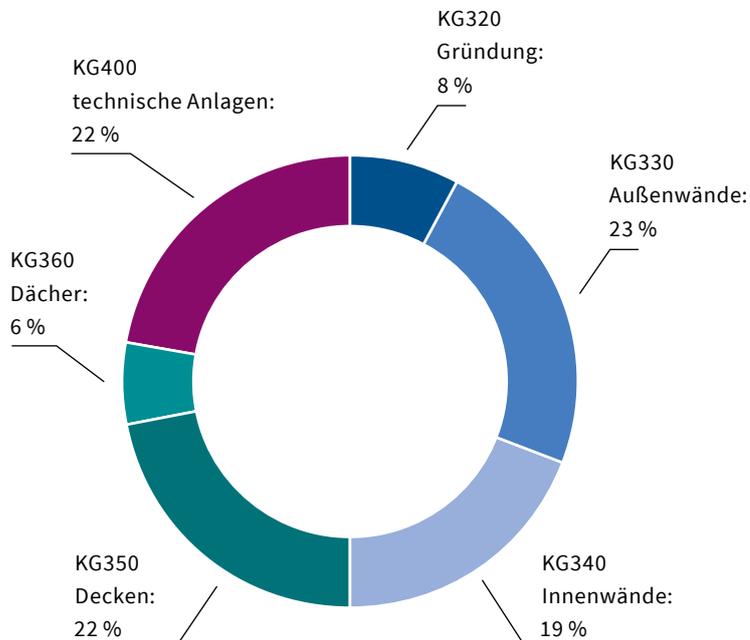
Angesichts immer knapper werdender natürlicher Ressourcen und deren Übernutzung weltweit richtet sich der Blick zunehmend auf die Möglichkeiten der Weiternutzung und Wiederverwendung der bereits verbauten und genutzten Materialien.

Wenn das städtische, anthropogene Lager an Rohstoffen noch besser genutzt werden kann, könnte ein regelrechter „städtischer Bergbau“ den Abbau und Import von Rohstoffen deutlich reduzieren.

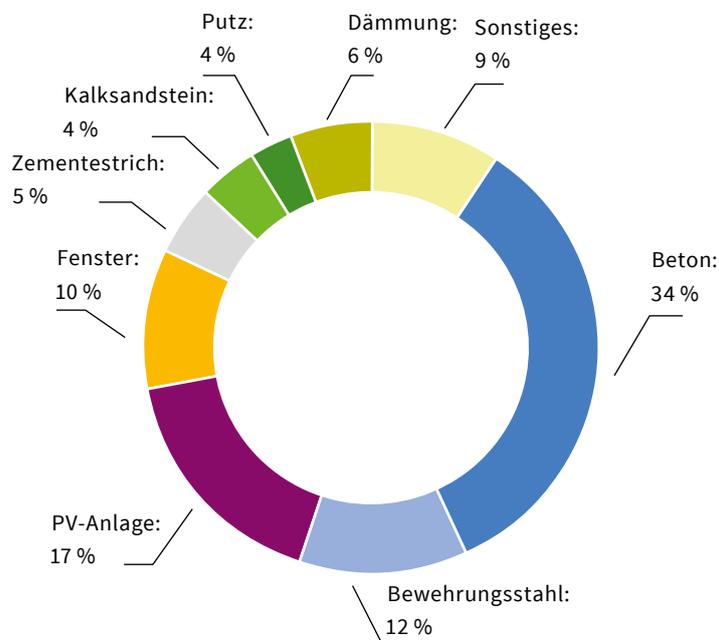
Voraussetzung ist das Planen und Handeln in Stoffströmen aus einer kreislaufbasierten Lebenszyklusperspektive eines jeden verbauten Materials heraus.

des BBSR geht durch die Wahl von ressourcenschonenden Bauweisen im Neubau von Einsparpotenzialen in Deutschland von insgesamt 7 Millionen Tonnen CO₂-Emissionen jährlich aus (BBSR 2019).

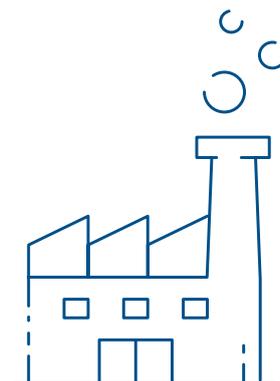
Anteil des Global Warming Potential (GWP) an Herstellung verschiedener Gebäudeelemente, Beispiel Mehrfamilienhaus im Plusenergie-Standard



► Abb. 3: GWP anteilig nach Bauteilen der Kostengruppen 300 und 400, Quelle: UBA 2019; Berechnung nach Fraunhofer IBP auf Basis der ÖKOBAUDAT 2015



► Abb. 4: GWP anteilig nach den verbauten Baustoffen, Quelle: UBA 2019; Berechnung nach Fraunhofer IBP auf Basis der ÖKOBAUDAT 2015



03 Rahmenbedingungen, politische Ziele

Der Ressourceneinsatz ist für die Erreichung der politischen Ziele von großer Bedeutung. Seitens der Europäischen Union wurde mit dem Aktionsplan Circular Economy ein Rahmen geschaffen, der ein Umdenken im Handeln und Wirtschaften im Sinne der Kreislaufwirtschaft auslösen soll. Das Kreislaufwirtschaftsgesetz sowie das Ressourceneffizienzprogramm adressieren die Themen des Ressourceneinsatzes und der Verwertung in Deutschland.

Eine Vielzahl an EU-Richtlinien nehmen Einfluss auf Gebäude und Bauprodukte, sie betrachten jedoch nicht den gesamten Lebenszyklus, sondern einzelne Ressourcen oder Abschnitte des Bauens. Die wichtigsten sind u. a.:

- Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden
- Richtlinie zur Energieeffizienz
- die Bauprodukteverordnung
- Richtlinie über das Emissionshandelssystem
- Richtlinie über Industrieemissionen
- Richtlinie über Abfälle
- Richtlinie über Abfalldeponien

Kreislaufwirtschaft

Die Kreislaufwirtschaft steht im Gegensatz zum traditionellen, linearen Wirtschaftsmodell der „Wegwerfwirtschaft“, das auf Entnehmen – Herstellen – Konsumieren – Wegwerfen setzt.

Nach dem Konzept der Kreislaufwirtschaft wird das Abfallaufkommen auf ein absolutes Minimum dadurch reduziert, dass Produkte so lange wie möglich geteilt, geleast, wiederverwendet, repariert, aufgearbeitet und recycelt werden.

EU-Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft (Circular Economy Action Plan)⁴

Als einen der Hauptbestandteile des European Green Deal⁵ hat die EU Anfang 2020 einen Aktionsplan zur Förderung einer effizienteren Ressourcennutzung durch den Übergang zu einer sauberen und kreislauforientierten Wirtschaft veröffentlicht. Der neue Aktionsplan kündigt Initiativen entlang des gesamten Lebenszyklus von Produkten an, die z. B. auf deren Design einwirken, Prozesse der Kreislaufwirtschaft fördern, den nachhaltigen Konsum unterstützen und darauf abzielen, dass die verwendeten Ressourcen so lange wie möglich in der EU-Wirtschaft verbleiben.

Es werden die Sektoren in den Blick genommen, in denen der Ressourcenverbrauch hoch und damit das Potenzial zur Steigerung der Effizienz beim Materialeinsatz sowie der Verringerung der Klimaauswirkungen besonders groß ist. Die zentralen Produktwertschöpfungsketten sind Elektroprodukte und IKT, Batterien und Fahrzeuge, Verpackungen, Kunststoffe, Textilien, Nahrungsmittel, Wasser sowie Bauwirtschaft und Gebäude. Die Abfallpolitik soll durch die Stärkung des Kreislaufprinzips verbessert werden. Die Kreislauforientierung wird als Voraussetzung für Klimaneutralität adressiert.

Um das Potenzial zur Steigerung der Materialeffizienz und zur Verringerung der Klimaauswirkungen auszuschöpfen, will die Kommission eine neue umfassende Strategie für eine nachhaltige bauliche Umwelt auf den Weg bringen. Die Grundsätze der Kreislaufwirtschaft sollen während des gesamten Lebenszyklus von Gebäuden durch folgende Maßnahmen gestärkt werden:

- ▶ Berücksichtigung der Nachhaltigkeitsleistung von Bauprodukten⁶ im Rahmen der Überarbeitung der Bauprodukteverordnung, einschließlich der möglichen Einführung von Anforderungen an den Rezyklatanteil für bestimmte Bauprodukte unter Berücksichtigung ihrer Sicherheit und Funktionalität
- ▶ Förderung von Maßnahmen zur Verbesserung der Langlebigkeit und Anpassungsfähigkeit von Bauten im Einklang mit den Grundsätzen der Kreislaufwirtschaft für die Gestaltung von Gebäuden und Entwicklung digitaler Gebäude-Logbücher
- ▶ Einbeziehung der Lebenszyklusanalyse in die öffentliche Auftragsvergabe und des EU-Rahmens zur Erleichterung nachhaltiger Investitionen sowie Prüfung der Zweckmäßigkeit der Festlegung von CO₂-Reduktionszielen und des Potenzials der CO₂-Speicherung
- ▶ Prüfung einer Überarbeitung der in den EU-Rechtsvorschriften festgelegten Zielvorgaben für die stoffliche Verwertung von Bau- und Abbruchabfällen und ihren materialspezifischen Fraktionen
- ▶ Förderung von Initiativen zur Verringerung der Bodenversiegelung, zur Sanierung stillgelegter oder kontaminierter Brachflächen und zur Verbesserung der sicheren, nachhaltigen und kreislauforientierten Nutzung von ausgehobenen Böden

Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG)

In Deutschland fallen durch die Bauindustrie bei Modernisierung, Renovierung und Neubau sowie durch Abbruchmaßnahmen jährlich rund 220 Millionen Tonnen mineralische Abfälle an⁷. Deren schadlose Entsorgung wird über das Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) geregelt, bei dem eine mög-

lichst hochwertige Kreislaufführung der Stoffströme angestrebt wird. Das KrWG setzt die EU-Abfallrahmenrichtlinie in nationales Recht um. Ziel des Gesetzes ist eine nachhaltige Verbesserung des Umwelt- und Klimaschutzes sowie der Ressourceneffizienz in der Abfallwirtschaft durch die Stärkung der Abfallvermeidung und des Recyclings von Abfällen.

Durch das KrWG werden erstmals alle Stoffe oder Materialien, die bei Bauarbeiten anfallen und nicht im Rahmen der Baumaßnahme wieder verbaut werden, grundsätzlich zu Abfall erklärt. Auch ausgehobener Boden ist ab sofort „Abfall“, es sei denn, er ist nicht kontaminiert und wird an Ort und Stelle für Bauzwecke verwendet.

Kern des KrWG ist die fünfstufige Abfallhierarchie. Abfälle sind gemäß dieser Hierarchisierung an erster Stelle zu vermeiden. Wenn das nicht möglich ist, sollen sie zur Wiederverwendung vorbereitet und anschließend recycelt werden. Ist auch dies nicht möglich, ist der Bauabfall energetisch zu verwerten oder zu verfüllen. Nur wenn auch dies nicht möglich ist, muss der Abfall beseitigt (deponiert) werden. Dabei muss die Verwertung von (Bau-)Abfällen ordnungsgemäß und schadlos erfolgen.

Abfallhierarchie des KrWG:

- ▶ Vermeidung, u. a. durch Verminderung von Menge und Schädlichkeit
- ▶ Vorbereitung zur Wiederverwendung
- ▶ Recycling, soweit technisch möglich und wirtschaftlich vertretbar
- ▶ Sonstige Verwertung, insbesondere energetische Verwertung und Verfüllung
- ▶ Beseitigung

⁴ <https://ec.europa.eu/environment/circular-economy>.

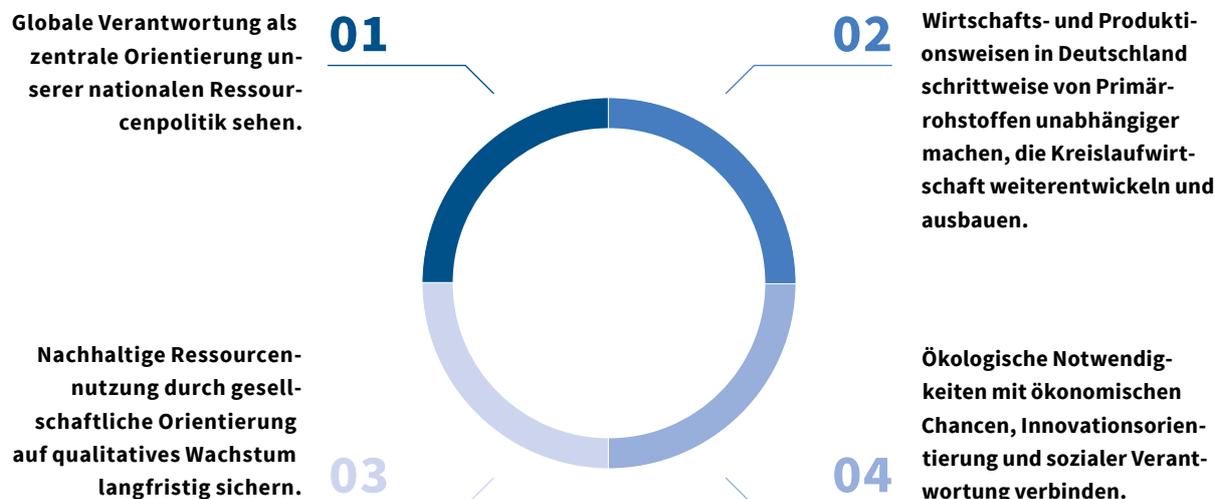
⁵ Der European Green Deal ist die europäische Agenda für nachhaltiges Wachstum, in der der Übergang zu einer modernen, ressourceneffizienten und wettbewerbsfähigen Wirtschaft ohne Netto-Treibhausemissionen aufgezeigt wird.

⁶ Verordnung (EU) Nr. 305/2011 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. März 2011 zur Festlegung harmonisierter Bedingungen für die Vermarktung von Bauprodukten und zur Aufhebung der Richtlinie 89/106/EWG des Rates (ABl. L 88 vom 04.04.2011, S. 5).

⁷ ZDB: Zentralverband des Deutschen Baugewerbes.

Abb. 5: ProgRess basiert auf den folgenden vier Leitideen

Quelle: BMU 2020, eigene Darstellung



Bis 2020 sollte gemäß KrWG eine stoffliche Verwertungsquote der Bau- und Abbruchabfälle von mindestens 70 Prozent erreicht werden. Deutschland hat gemäß der Initiative Kreislaufwirtschaft eine derzeitige Verwertungsquote bei den mineralischen Abfällen von ca. 90 Prozent (Zahlen aus 2016). Die Ziele werden damit erreicht, die Quote beinhaltet jedoch neben der hochwertigen Wiederverwendung auch das Downcycling der vierten Stufe der Abfallvermeidungshierarchie und schließt auch die Verfüllung von Bauschutt z. B. im Straßenbau ein (Kreislaufwirtschaft Bau, 2018).

Ressourceneffizienzprogramm (ProgRess)

Das erste Ressourceneffizienzprogramm (ProgRess) wurde in Deutschland 2012 veröffentlicht, um Ziele, Leitideen und Handlungsansätze zum Schutz der natürlichen Ressourcen festzulegen. Alle vier Jahre wird dem Deutschen Bundestag über die Entwicklung der Ressourceneffizienz in Deutschland berichtet und das Ressourceneffizienzprogramm wird fortgeschrieben. Das ProgRess II wurde entsprechend in 2016 verabschiedet und veröffentlicht – ProgRess III folgte im Juni 2020⁸.

Übergreifendes Ziel des Deutschen Ressourceneffizienzprogramms ist es, die Ent-

nahme und Nutzung natürlicher Ressourcen nachhaltiger zu gestalten und in Verantwortung für künftige Generationen dazu beizutragen, die natürlichen Lebensgrundlagen dauerhaft zu sichern. Eine wichtige Rolle spielen dabei freiwillige Maßnahmen und Anreize. Die Ressourceneffizienzpolitik soll auch dazu beitragen, die globale Verantwortung für die ökologischen und sozialen Folgen der Ressourcennutzung wahrzunehmen. Ziel ist, die weltweite Inanspruchnahme von Rohstoffen dauerhaft zu reduzieren.

ProgRess III ist für die Bundesregierung die Leitschnur für die künftige Befassung mit dem Thema Ressourceneffizienz in den verschiedenen Politikbereichen. Seine Wirkung entfaltet es nicht unmittelbar, sondern durch Maßnahmen, die Unternehmen und Bevölkerung dabei unterstützen, sich ressourceneffizienter zu verhalten. Das Programm soll Denkanstöße geben für ein vernetztes Vorgehen, um die Potenziale der Ressourceneffizienz für eine insgesamt nachhaltige Entwicklung zu nutzen.

⁸ https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Ressourceneffizienz/progress_iii_programm_bf.pdf.

Abbildungsverzeichnis zu Kapitel 05

Abbildung 1: Treibhausgasemissionen der weltweiten Materialproduktion und deren Einsatzbereiche

Abbildung 2: How many Earths would we need if the world's population lived like ...

Abbildung 3: GWP anteilig nach Bauteilen der Kostengruppen 300 und 400

Abbildung 4: GWP anteilig nach den verbauten Baustoffen

Abbildung 5: ProgRes basiert auf den folgenden vier Leitideen

Literaturverzeichnis zu Kapitel 05

BBSR 2017, Materialströme im Hochbau. Bonn (2017): Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR), Clemens Deilmann, Jan Reichenbach, Norbert Krauß, Karin Gruhler.

BBSR 2019, Mögliche Optionen für eine Berücksichtigung von grauer Energie im Ordnungsrecht oder im Bereich der Förderung; Steinbeis-Transferzentrum Energie-, Gebäude- und Solartechnik. Stuttgart (2019): Fraunhofer IBP, im Auftrag des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung, Boris Mahler, Simone Idler, Johannes Gantner.

BMU 2020, Überblick zum Deutschen Ressourceneffizienzprogramm (ProgRes). Von www.bmu.de/themen/wirtschaft-produkte-ressourcen-tourismus/ressourceneffizienz/deutsches-ressourceneffizienzprogramm/ abgerufen.

Destatis 2017, Umweltnutzung und Wirtschaft, Tabellen zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen, Teil 4: Rohstoffe, Wassereinsatz, Abwasser, Abfall, Umweltschutzmaßnahmen. Wiesbaden (2017): Statistisches Bundesamt.

Destatis 2020, Abfallbilanz (Abfallaufkommen/-verbleib, Abfallintensität, Abfallaufkommen nach Wirtschaftszweigen). Wiesbaden (2018): Statistisches Bundesamt.

EU 2020, Action Plan Circular Economy. Ein neuer Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft, Für ein sauberes und wettbewerbsfähiges Europa. Brüssel (2020).

Global footprint network 2020. Von <https://www.footprintnetwork.org> abgerufen.

Hertwich et al. 2019, Material efficiency strategies to reducing greenhouse gas emissions associated with buildings, vehicles, and electronics—a review; Edgar G Hertwich et al; 2019 Environ. Res. Lett. 14 043004. Von <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/ab0fe3> abgerufen.

Kreislaufwirtschaft Bau 2018, Mineralische Bauabfälle, Monitoring 2016. Berlin (2018): Initiative Kreislaufwirtschaft. Von <http://www.kreislaufwirtschaft-bau.de/Arge/Bericht-11.pdf> abgerufen.

OECD 2019, Global Material Resources Outlook to 2060, Economic Drivers and Environmental Consequences, OECD Publishing. Paris (2019). Von <https://doi.org/10.1787/9789264307452-en> abgerufen.

UBA 2017, Ressourcenschonung im Anthropozän – Urban Mining. Dessau (2017): Umweltbundesamt.

UBA 2019, Energieaufwand für Gebäudekonzepte im gesamten Lebenszyklus; Steinbeis-Transferzentrum für Energie-, Gebäude und Solartechnik, Boris Mahler, Simone Idler, Tobias Nusser; Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP, Johannes Gantner; im Auftrag des Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau (2019).

UNEP IRP 2019, Natural Resources for the Future We Want; A Report of the International Resource Panel, United Nations Environment Programme: Global Resources Outlook 2019; Oberle et al. Nairobi, Kenya (2019). Von https://www.resourcepanel.org/sites/default/files/documents/document/media/unep_252_global_resource_outlook_2019_web.pdf abgerufen.

UNEP IRP 2020, Resource Efficiency and Climate Change, Material Efficiency Strategies for a Low-Carbon Future; A report of the International Resource Panel, United Nations Environment Programme; Hertwich, E., Lifset, R., Pauliuk, S., Heeren, N. Nairobi, Kenya (2020). Von <https://www.resourcepanel.org/reports/resource-efficiency-and-climate-change> abgerufen.

UNEP 2016, Global Material Flows and Resource Productivity. An Assessment Study of the UNEP International Resource Panel; United Nations Environment Programme, H. Schandl et al. Paris (2016). Von <https://www.resourcepanel.org/global-material-flows-database> abgerufen.

VDZ 2020, Dekarbonisierung von Zement und Beton – Minderungspfade und Handlungsstrategien Düsseldorf (2020): Verein Deutscher Zementwerke (VDZ).



gebaeudereport@dena.de



www.twitter.com/dena_news



www.dena.de