



Ein Wohngebäude-Klima-Modell für Deutschland

5. Juli 2023

Autor

Jochen Möbert
+49 69 910-31727
jochen.moebert@db.com

Editor

Stefan Schneider

Deutsche Bank AG
Deutsche Bank Research
Frankfurt am Main
Deutschland
E-Mail: marketing.dbr@db.com
Fax: +49 69 910-31877

www.dbresearch.de

DB Research Management
Stefan Schneider

Das Modellziel ist es, ein realistisches Abbild des Wohngebäudebestandes zu bekommen. Unser Modell beruht auf Informationen des Statistischen Bundesamtes, von Verbänden und vielen weiteren Quellen. Die Modellbasis sind die Eigenschaften von Wohnungen, deren Architektur, deren Dämmungen, Sanierungen und Heizungen. Über diese Eigenschaften ermitteln wir den Energieverbrauch. Mit diesem wiederum können wir sowohl die laufenden Haushaltskosten als auch die CO₂-Emissionen berechnen. Ebenso modellieren wir die Eigenschaften der Haushalte, die Anzahl der Personen, das Einkommen, ob es ein Mieter- oder Eigentümerhaushalt ist und viele weitere Variablen.

Unsere Modellwohnungen stoßen im Durchschnitt über den gesamten Wohnungsbestand jährlich durchschnittlich etwa 3,6 t CO₂-Äquivalent für Raumwärme und Warmwasser aus, wobei hierbei direkt am Gebäude anfallende Emissionen und indirekte Emissionen auf den vorgelagerten Wertschöpfungsketten berücksichtigt werden. Wohnungen mit Pelletheizungen und Wärmepumpe weisen die niedrigsten Emissionen von etwa einer Tonne auf. Wohnungen mit Fernwärme emittieren durchschnittlich ca. 2 t. Wohnungen mit Gasheizungen emittieren rund 4 t und mit Ölheizungen 5 t und mehr. Hinzu kommen durchschnittlich rund 0,7 t für den Stromverbrauch.

Heizungen in neuen Modellwohnungen emittieren durchschnittlich deutlich weniger CO₂. So liegen aufgrund modernerer Heizkessel und besserer Dämmungen die Emissionen bei Ölheizungen bei rund 1,5 t, bei Gasheizungen bei etwas mehr als 1 t. Wohnungen mit Fernwärme liegen bei rund 0,7 t und Wohnungen mit Pellets und Wärmepumpen emittieren weniger als eine halbe Tonne.

In unserem Modell und unter unseren Annahmen reduziert der Einbau von 6 Mio. Wärmepumpen und eine Erhöhung der Fernwärmeanschlüsse um 2,2 Mio. bis zum Jahr 2030 die direkten und indirekten jährlichen CO₂-Emissionen im Jahr 2030 um rund 13,5% und 4,0% relativ zum Jahr 2022. Das Ziel, vom Jahr 2022 bis zum Jahr 2030 40% weniger zu emittieren, wird mit diesen Maßnahmen also nur partiell erreicht werden.



A. Einleitung: Was Sie erwartet

In unserem Wohnungsmarktausblick 2021 nannten wir schärfere Klimaziele und die damit verbundenen Kosten für Investoren und Hauseigentümer als einen der drei Hauptgründe für das drohende Ende des Hauspreiszyklus. Heute stehen die CO₂-Emissionen im Gebäudesektor, die Klimaschutzziele und die energetische Sanierung im Fokus. Sanierungskosten fließen heute wohl regelmäßig in Kalkulationen und Preisfindungen bei Transaktionen ein. Dies gilt umso mehr als der Gebäudesektor in den letzten Jahren mehr CO₂ emittiert als es der Zielpfad im Klimaschutzgesetz erlaubt. Den aktuell diskutierten Gesetzen rund um Sanierungs- und Heizungsaustauschpflicht dürften deshalb in den kommenden Jahren weitere Verschärfungen folgen. Doch wie werden sich die Emissionen der Wohngebäude weiterentwickeln und werden die anvisierten Maßnahmen die Klimaschutzziele nach dem Klimaschutzgesetz erfüllen? Darauf geben wir hier Antworten. Basis ist ein von uns entwickeltes Wohngebäude-Klima-Modell. Zunächst definieren wir für einzelne Wohnungen architektonische und technische Details und leiten dann hieraus den Energieverbrauch und CO₂-Emissionen pro Wohnung ab. Ebenso modellieren wir die Haushaltsgröße, das Einkommen und weitere sozioökonomische Variablen. Dann aggregieren wir diese Informationen, um ein technisches und sozioökonomisches Abbild des Wohnungsbestands zu erhalten. Doch bevor wir in die Details einsteigen, blicken wir kurz auf die Historie der Gesetzgebung.

Historischer Blick auf eine Auswahl gesetzlicher Pflichten im Wohnungsbau

1

1977: Dämmung von Rohren, Einbau von Thermostaten.

2002: Eigentümer von Gebäuden müssen Heizkessel mit fossilen Brennstoffen, die vor dem 1. Oktober 1978 eingebaut oder aufgestellt worden sind, bis zum 31. Dezember 2006 außer Betrieb nehmen.

2009: Verbindliche Einführung der Energieausweise.

2009: Partielle Nutzungspflicht erneuerbarer Energien für Wärme- und Kälteproduktion.

2014: Eigentümer von Gebäuden dürfen Heizkessel mit fossilen Brennstoffen, die vor dem 1. Januar 1985 eingebaut oder aufgestellt worden sind, ab 2015 nicht mehr betreiben.

2020: Betriebsverbot für Heizkessel mit fossilen Brennstoffen, die vor dem 1. Januar 1991 eingebaut oder aufgestellt worden sind.

Quelle: Deutsche Bank Research

1976-2023: Zahlreiche neue Gesetze regeln die Gebäudetechnik

In den letzten 50 Jahren veränderten sich die gesetzlichen Vorgaben für die Gebäudetechnik wiederholt. Zunächst überwogen wirtschaftliche, dann immer stärker auch umwelt- und klimapolitische Gründe. Der erste Ölpreisschock im Jahr 1973 erhöhte schlagartig die Nachfrage nach verbrauchsarmen Heizungen und einer soliden Dämmung. Der Gesetzgeber regulierte die Gebäudestandards mithilfe des Energieeinspargesetzes 1976 und insbesondere der 1. Wärmeschutzverordnung (WSV) 1977 und der Heizungsanlagenverordnung 1978. Als Konsequenz mussten Bauteile die Wärme möglichst lange im Gebäude halten, Rohre gedämmt sein, Heizungsanlagen auf die Größe des Gebäudes ausgelegt sein und Thermostate eingebaut werden. Diese Pflichten wurden in der Folge weiterentwickelt. So wurden 1995 Energieausweise eingeführt, die in der Folgezeit immer umfangreicher wurden. Zu Beginn der 1990er Jahre gewannen Photovoltaikanlagen an Bedeutung. Im Rahmen des 1.000-Dächer-Programms vom Jahr 1990 bis 1992 flossen Subventionen. Daraufhin folgte eine Subventionierungslücke, die erst Ende der 1990er Jahre im Rahmen des 100.000-Dächer-Programms endete. Im Jahr 2000 trat dann das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) 2000 in Kraft und regelte von da an die Einspeisevergütung. Aufgrund der zunehmenden Bedeutung erneuerbarer Energien wurden dann auch die 1. Wärmeschutzverordnung 1977 und die Heizungsanlagenverordnung 1978 in die Energieeinsparverordnung (EnEV) 2002 überführt. Zudem wurde mit der EnEV 2002 die Bilanzierung des Energieverbrauchs sowohl für Wärme als auch Warmwasser verankert, wobei auch Leitungs- und Umwandlungsverluste zum und im Gebäude berücksichtigt wurden. Ziel war der Vergleich von Energieträgern hinsichtlich ihrer CO₂-Bilanz. Die EnEV wurde mehrmals überarbeitet, auch um europäische Gebäude Richtlinien zu berücksichtigen. Im Jahr 2009 trat das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) in Kraft. Es regelte für Wärme und Kälte den Einsatz erneuerbarer Energien, beispielsweise deren partielle Nutzungspflicht im Neubau. Schließlich ging das EEWärmeG, die EnEV und das EEG im Jahr 2020 im Gebäudeenergiegesetz (GEG) auf. Im Jahr 2022 wurde



Ein Wohngebäude-Klima-Modell für Deutschland

das GEG novelliert, es trat am 1. Januar 2023 in Kraft. Eine weitere Novellierung steht aktuell im Fokus der Öffentlichkeit.

Begrenztes Wissen über den deutschen Wohnungsbestand

Es gibt in Deutschland viele Informationen über den Gebäudebestand, die aber typischerweise nicht in einem ganzheitlichen Modell zusammengeführt sind. Viele Verbände publizieren regelmäßig Daten über neue Entwicklungen. Manche stellen auf Anfrage auch weiterführende Informationen zur Verfügung. Zudem kann man viel aus den Daten des Statistischen Bundesamtes lernen, insbesondere aus der Zusatzumfrage „Wohnen“ im Mikrozensus. Dort werden auch wichtige Zusammenhänge, beispielsweise zwischen Einkommen und Wohnfläche oder Energiearten und Baujahr, dargelegt. Auch gibt es gute Studien wie die des Bremer Energie Instituts und des Instituts für Wohnen und Umwelt (IWU) aus den Jahren 2009 und 2016. Ebenso gibt es seit dem Jahr 2013 den DIW-Wärmemonitor, der Abrechnungsdaten zu Heizverbräuchen auswertet und insbesondere durch die regionale Detailtiefe besticht. Interessanterweise ist der jährliche Heizenergiebedarf in Ost- und Süddeutschland rund 20% niedriger pro Quadratmeter als im Westen und Nordwesten. Zudem gibt es seit dem Jahr 2021 das Wärme- und Wohnen-Panel vom RWI zur Analyse des Wärmesektors. Dort werden im Jahr 2021, 2022 und 2023 jeweils 15.000 private Haushalte befragt. Hierüber kann der sozioökonomische Einfluss auf den Heizverbrauch ermittelt werden. Zu dieser Literatur tragen wir mit unserem Wohngebäude-Klima-Modell bei.

Monte-Carlo-Simulation

2

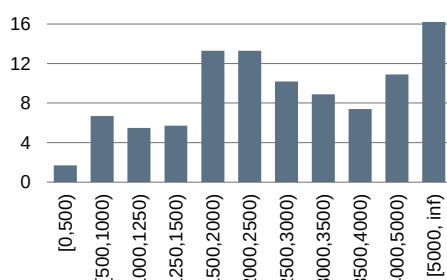
Die hier verwendete Methodik ist eine Monte-Carlo-Simulation. Sie wird seit Jahrzehnten verwendet, um über das Gesetz der großen Zahl Ergebnisse annäherungsweise zu errechnen. Das wohl einfachste Beispiel ist das mehrfache zufällige Ziehen mit Hilfe eines Würfels und die anschließende Berechnung des Stichprobenmittels. Dieses Ergebnis kann auch analytisch berechnet werden. Bei komplexeren Problemen können analytische Lösungen schnell unübersichtlich werden, wenn sehr viele Unterscheidungen nötig sind, oder bei nichtlinearen Problemen Lösungen nicht analytisch bestimmt werden können. In der Praxis werden Monte-Carlo-Simulationen insbesondere bei Risiko- und Portfolioanalysen, Stresstests, in Lebensversicherungen und epidemiologischen Studien angewendet.

Quelle: Deutsche Bank Research

Mikrozensus 2022: Haushaltsnettoeinkommen nach Einkommensklassen

3

Anteil in %



Quellen: Deutsche Bank Research, Statistisches Bundesamt

B. Die Methodologie unseres „Fiat Data“-Modells

Angesichts der lückenhaften Datenlage modellieren wir den deutschen Wohnungsbestand, indem wir mithilfe von Zufallszahlen Daten generieren. Diese quantifizieren wesentliche Merkmale von Wohnungen und Gebäuden wie das Baujahr, technische Details von Heizungen, Dämmungen und vieles mehr. Um ein relativ realitätsgetreues Abbild des deutschen Wohnungsbestandes zu erhalten, gebieten wir dem Zufall auf drei Arten Einhalt.

Erstens berücksichtigen wir beim zufälligen Ziehen der Merkmale zahlreiche Nebenbedingungen, wie die Anzahl der Wohnungen im deutschen Wohnungsbestand sowohl in Ein- und Zweifamilienhäusern als auch Mehrfamilienhäusern, die Anzahl der jeweiligen Heizungsarten, die Anzahl der PV-Anlagen nach Größenklassen und vieles mehr.

Zweitens verzahnen funktionale Gleichungen die Variablen untereinander. So ist eine zentrale Modellierungsvariable das monatliche Haushaltsnettoeinkommen, im Weiteren Einkommen genannt. Der Mikrozensus 2022 teilt die Einkommen in 11 Klassen ein. Der Mikrozensus 2018 enthält zudem viele Gebäudemerkmale in Abhängigkeit des Einkommens. Entsprechend können wir den Heizungstyp, die Wohnfläche, und ob es eine Eigentümer- oder Mietwohnung ist, in Abhängigkeit vom Einkommen modellieren. Über Marktpreise berechnen wir die Verbrauchskosten im Verhältnis zum Einkommen. Die CO₂-Emissionen modellieren wir in Abhängigkeit des Heizungstyps und des Verbrauchs und vieler weiterer Faktoren.

Drittens modellieren wir genau 8.190 Wohnungen. Die uns zur Verfügung stehenden Rechenkapazitäten begrenzen eine höhere Zahl an Modellwohnungen, da manche Rechenoperationen bereits mehrere Stunden dauerten. Aufgrund der vielen Modellwohnungen und des Gesetzes der großen Zahl schwanken die unten dargestellten Ergebnisse letztlich unwesentlich. Auf den ersten Blick erscheint das Einführen von Zufallszahlen, um sie dann wieder statistisch einzu-



Ein Wohngebäude-Klima-Modell für Deutschland

Merkmale unseres Excel-Modells

4

Gefüllte Zellen: mehr als 6 Mio.
Dimension der größten Tabelle: 515x16384
Anzahl Formeln: 4,7 Mio.
Anzahl modellierte Wohnungen: 8190
Anzahl Formeln pro modellierte Wohnung: rund 500
Dateigröße: rund 160 MB
Quelle: Deutsche Bank Research

Abweichungen zwischen unserer Modellverteilung und der empirischen von wohngebaeude.info

5

Beim Modellieren haben wir versucht, unsere Verteilung durch Veränderung der Modellparameter (U-Werte, Jahresnutzungsgrad, Raumtemperatur etc.) an die von wohngebaeude.info anzunähern. Dies ist aber nicht völlig gelungen. Womöglich bildet unser einfacher Ansatz nicht alle Elemente der Realität ab. Wir mussten aber auch die gesetzlichen Vorgaben der U-Werte und die in der Literatur vorhandenen Jahresnutzungsgrade berücksichtigen. Zudem wollten wir unsere Ergebnisse auch an den direkten und indirekten CO₂-Emissionen im Bedarfsfeld Wohnen des Umweltbundesamtes und den Haushaltsausgaben relativ zum Einkommen orientieren. Zu guter Letzt könnten wir uns vorstellen, dass es auch Selektionsprobleme im Datenbestand von wohngebaeude.info gibt. So könnten Wohnungen mit sehr hohen und sehr niedrigen Emissionen im wohngebaeude.info-Datenbestand unterrepräsentiert sein.

Quelle: Deutsche Bank Research

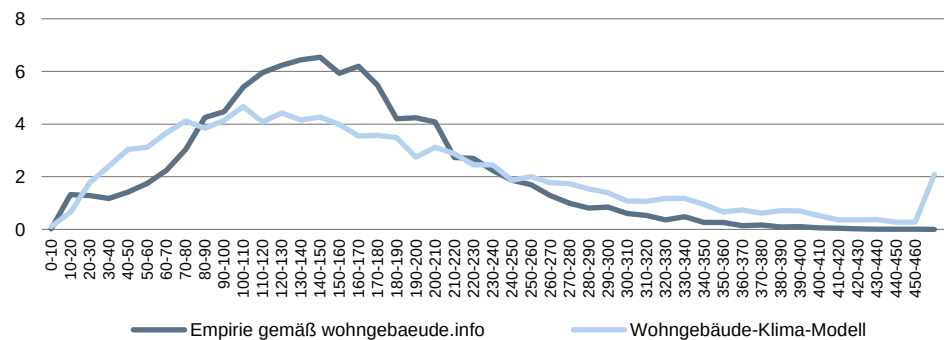
fangen, widersprüchlich. Jedoch erlaubt dieses Vorgehen die Entwicklung eines komplexen Modells und in der Folge die Modellierung des Wohngebäudebestandes unter Berücksichtigung zahlreicher Einflussfaktoren. Beispielsweise können wir die CO₂-Emissionen nach Wohnflächen- oder Einkommensklassen ermitteln.

Bei komplexen Modellen steht die Frage im Raum, ob die Ergebnisse valide sind. Wir vertrauen unseren Ergebnissen, weil die Modellergebnisse der Realität ähneln. So liegt die berechnete Eigentümerquote, die wir nicht explizit modelliert haben, in etwa bei 49% und damit ähnlich hoch wie in der Realität. Ebenso ähnelt die Verteilung (Grafik 6) des Energieverbrauchs unserer Modellwohnung pro Quadratmeter und pro Jahr der Verteilung von wohngebaeude.info, die über mehr als 20 Jahre eine der umfangreichsten Datenbanken mit mehr als 1,8 Mio. Beobachtungen gesammelt haben. Im Appendix haben wir weitere Vergleiche zusammengestellt, die die Validität unserer Ergebnisse untermauern.

Verteilung des Endenergieverbrauchs der Wohnungen in Deutschland

6

y-Achse: Häufigkeit in %
x-Achse: kWh/m²a = Energie pro Quadratmeter und pro Jahr



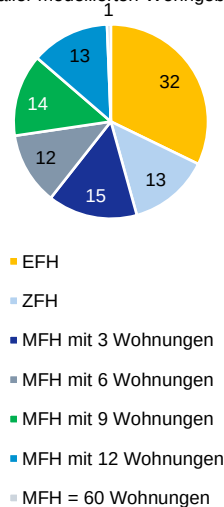
Quellen: Deutsche Bank Research, wohngebaeude.info

Modellbasis: Baujahr, Gebäudetypen und Architektur

Modellierte Wohngebäudetypen

7

Anteil in % aller modellierten Wohngebäude



EFH = Ein-, ZFH = Zwei-, MFH = Mehrfamilienhaus

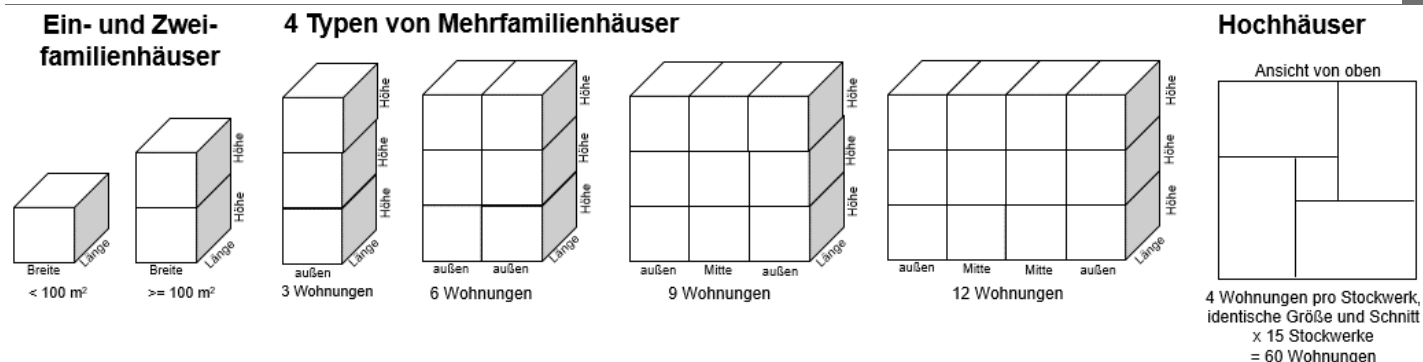
Quelle: Deutsche Bank Research

Laut Mikrozensus 2018 sind fast 20% der heute existierenden Wohnungen vor dem Jahr 1948 gebaut worden. Die meisten Wohnungen, rund 44%, entstanden vom Jahr 1949 bis 1978 und vor allem in den Wirtschaftswunderjahren. Die 1. WSV spielte somit beim Bau von rund 60% des Wohnungsbestands nahezu keine Rolle. Entsprechend der Verteilung der Baujahre im Mikrozensus 2018 modellieren wir das Baujahr, wobei das älteste Baujahr das Jahr 1900 ist. Alle modellierten Gebäude sind reine Wohngebäude, es gibt keine Gewerbeflächen. Es gibt Ein-, Zwei- und Mehrfamilienhäuser. Die Einfamilienhäuser haben eine, die Zweifamilienhäuser zwei Wohnungen. Wenn bei Ein- und Zweifamilienhäusern die Wohnfläche unter 100 m² liegt, dann ist das Gebäude ein-, ansonsten zweistöckig. Die Mehrfamilienhäuser sind immer dreistöckig und haben 3, 6, 9 oder 12 Wohnungen. Alle Gebäude sind freistehend. Wohnungen in Mehrfamilienhäusern haben weniger Gebäudeflächen nach außen als Ein- und Zweifamilienhäuser und dadurch typischerweise einen geringeren Energieverbrauch. Wohnungen im ersten Stock und in der Gebäudemitte der größeren Mehrfamilienhäuser haben besonders wenig Bauteile nach außen. Zudem modellieren wir 15-stöckige Hochhäuser mit 60 Wohneinheiten. Dort haben alle Wohnungen zwei Wände nach außen und zwei nach innen. Alle Gebäude haben ein Flachdach, was die Berechnung des Wärmeverlustes im Vergleich zu Pult-, Satteldächern usw. ein wenig vereinfacht. Die modellierte Wohnfläche verteilt sich für

Ein Wohngebäude-Klima-Modell für Deutschland

Architektur: 7 Typen von modellierten Wohngebäuden

8



Quelle: Deutsche Bank Research

beide Gebäudetypen entsprechend der Wohnfläche im Mikrozensus. Das Verhältnis von Länge zu Breite beträgt bei allen Wohnungen vier zu drei. Die Raumhöhe ist stets 2,50 m. Der Anteil der Fensterflächen an der Außenwand beträgt 30%. Alle Fenster sind rechtwinkelig zum Boden verbaut. Die Fenster verteilen sich gleichmäßig über die Gebäudehülle in alle Himmelsrichtungen. Es gibt keine Dachfenster. Wir unterscheiden nicht, wie das GEG, zwischen Wohn-, Nutz- und Gebäudenutzfläche. Die Wohnfläche ist komplett beheizt.

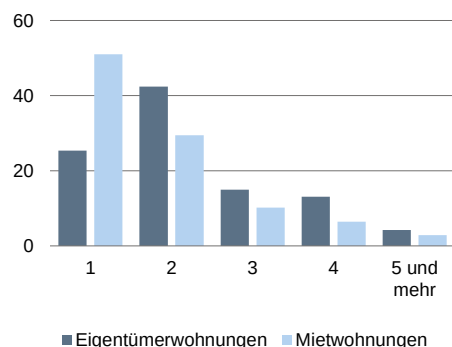
Modellierung der Eigenschaften privater Haushalte, wie Haushaltsgröße, Einkommen & Wohnfläche

Haushaltsgröße laut Mikrozensus 2018

9

y-Achse: Anteile in %

x-Achse: Anzahl Personen pro Haushalt



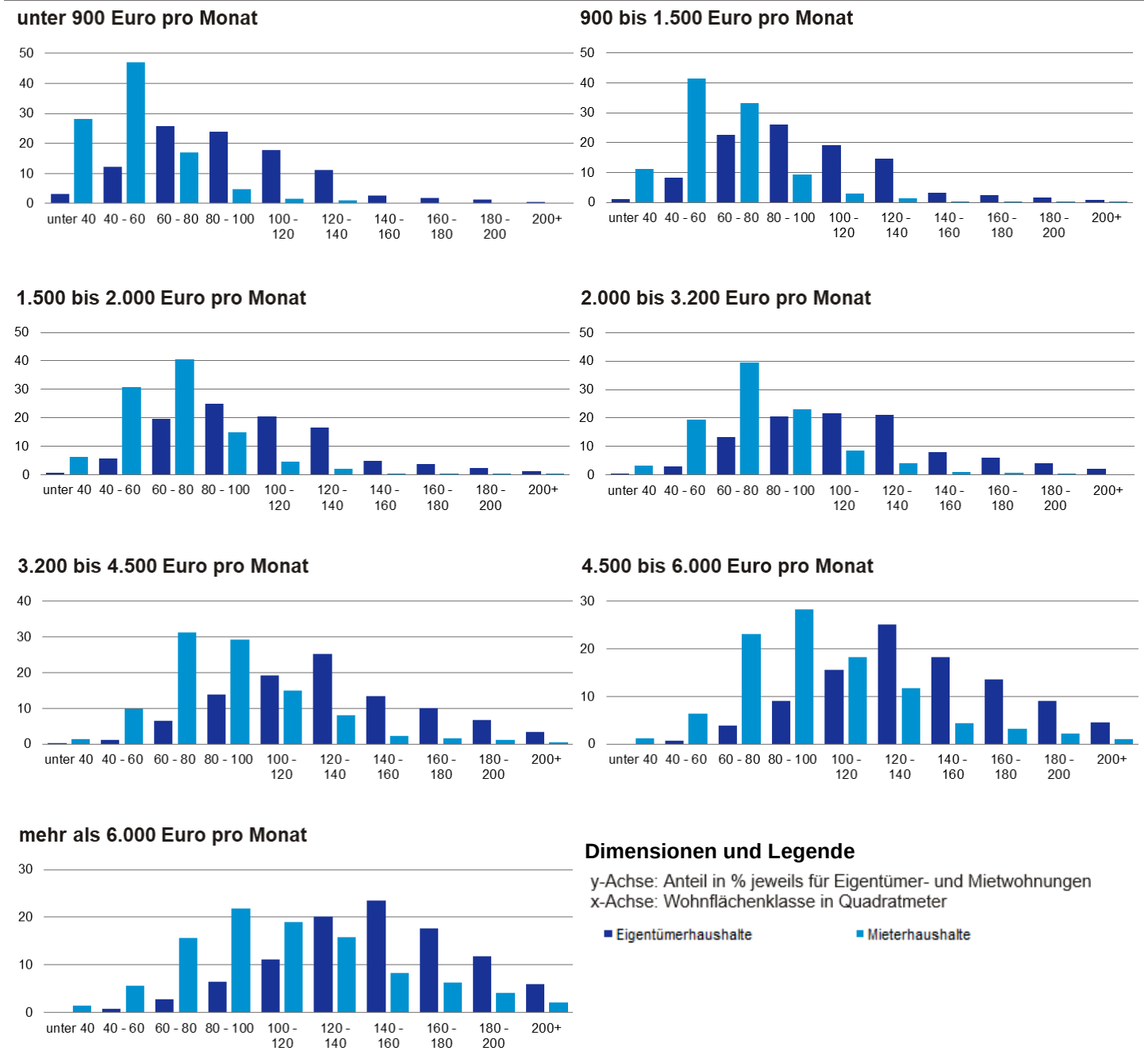
Quellen: Deutsche Bank Research, Statistisches Bundesamt

In unseren Wohnungen leben private Haushalte. Es gibt keinen Leerstand. Die Anzahl der Personen im Haushalt (Haushaltsgröße) können wir gemäß dem Mikrozensus 2018 getrennt nach Eigentümer- und Mietwohnungen bestimmen. Der Anteil der Singlehaushalte bei Mietwohnungen beträgt 51%, während bei Eigentümerwohnungen 2-Personenhaushalte mit einem Anteil von 42% überwiegen. Die Haushaltsnettoeinkommen fließen gemäß der Verteilung des Mikrozensus 2022 in unser Modell ein. Dank der detaillierten Informationen durch die Zusatzumfrage „Wohnen“ im Mikrozensus 2018 bestimmen wir dann über die Einkommen die Eigentümerquoten und ebenso, ob ein Haushalt in einem Ein- oder Mehrfamilienhaus wohnt. Gleiches gilt für die Wohnfläche, jedoch ist die größte im Mikrozensus erhobene Wohnfläche 140 m² und mehr. Dadurch liegt bei den Eigentümern das größte Gewicht bei Haushalten mit mehr als EUR 6.000 Monatseinkommen und einer Wohnfläche von 140 m² und mehr. Wir erweitern die Zahl der Wohnflächenklassen und führen die Klassen 140 bis 160 m², 160 bis 180 m², 180 bis 200 m² und 200 m² und mehr ein. Für die bisher größte Klasse unterstellen wir unabhängig vom Einkommen eine Verteilung von 4 zu 3 zu 2 zu 1 auf die zusätzlichen Wohnflächenklassen.

Ein Wohngebäude-Klima-Modell für Deutschland

Monatliches Haushaltsnettoeinkommen und Wohnfläche gemäß Mikrozensus 2018 und eigenen Berechnungen

10



Quellen: Statistisches Bundesamt, Deutsche Bank Research



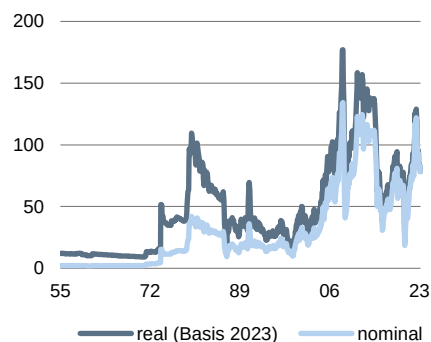
Ein Wohngebäude-Klima-Modell für Deutschland

Noch dominieren fossile Heizungen im Wohngebäudebestand

1955-2023: Rohölpreise: Brent

11

USD/barrel

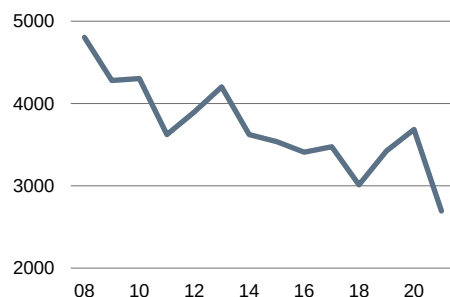


Quellen: Deutsche Bank Research, IWF

2008-2021: Ölverbrauch pro Heizung

12

Liter pro Jahr



Quellen: BAFA, BDEW, Deutsche Bank Research

Im Jahr 2022 wurden unseren Berechnungen nach etwas mehr als die Hälfte aller Heizungen mit Gas und etwas weniger als ein Viertel mit Öl betrieben. Etwa die Hälfte der Gas- und ein Sechstel der Ölheizungen hatten einen Brennwertkessel. Der Rest entfiel wohl vor allem auf Niedertemperaturkessel. Konstanttemperaturkessel dürften heute die Ausnahme sein. Die Brennwertkessel weisen, da sie neben der direkten Verbrennungsenergie der fossilen Rohstoffe auch die Verdampfungsenergie nutzen, eine höhere Effizienz und somit niedrigere CO₂-Emissionen als die Nieder- und Konstanttemperaturkessel auf. Niedertemperaturkessel sparen gegenüber Konstanttemperaturkesseln vor allem dank niedrigerer Vorlauftemperaturen Energie ein. So liegt laut thermondo die Energieeffizienz gemessen an der in der fossilen Energie enthaltenen Energie bei Brennwertkesseln bei rund 98%, bei Niedertemperaturkesseln bei 87% und bei Konstanttemperaturkesseln bei 68%. Die Brennwertkessel nutzen also nahezu die komplette in den fossilen Rohstoffen gespeicherte Energie. In der Praxis kann es aber je nach Planung und Einstellung, handwerklicher Qualität und Abnutzung der Geräte noch zusätzliches Einsparpotenzial geben. Alle diese technischen Verbesserungen dürften den Verbrauch in den letzten Jahren gesenkt haben. So fiel nach unseren Berechnungen der durchschnittliche Verbrauch von Ölheizungen von deutlich über 4.000 Liter pro Jahr im Jahr 2008 auf rund 3.000 Liter im Jahr 2020 und 2021. Hierzu dürften ebenso eine verbesserte Dämmung, mildere Winter, tendenziell höhere Energiepreise über die letzten Jahrzehnte und folglich sparsamere Haushalte beigetragen haben.

Die dritthäufigste Heizungsart im Jahr 2022 war nach unseren Berechnungen Fernwärme mit einem Anteil von etwa 16%. Laut der Studie „Gebäudestrategie Klimaneutralität“ erhöhte sich die Zahl der Anschlüsse deutlich von rund 6 Mio. im Jahr 2015 auf aktuell rund 6,8 Mio. Bis zum Jahr 2030 soll die Zahl der Anschlüsse auf rund 9 Mio. und langfristig fast 14 Mio. zulegen. Fernwärme existiert vor allem in den Großstädten und Metropolen. Dies erklärt den relativ hohen Anteil bei kleinen Wohnungen. Laut Mikrozensus lag bei einer Wohnfläche unter 40 m² ihr Anteil bei Eigentümerwohnungen bei rund 15% und bei Mietwohnungen bei über 30%. Dagegen liegt der Anteil bei Wohnungen mit mehr als 140 m² Fläche für Eigentümer- und Mietwohnungen jeweils lediglich im einstelligen Prozentbereich.

Holz- und Pelletöfen waren unseren Berechnungen nach im Jahr 2022 mit einem Anteil im Bestand von fast 4% aktuell noch häufiger zu finden als die Wärmepumpe mit einem Anteil von 3,2%. Bis zum Jahr 2030 soll es laut Plänen der Bundesregierung 6 Mio. Wärmepumpen im Bestand geben. Bei Erreichung des Ziels, welches, wie wir im Wohnungsmarktausblick 2023 dargelegt haben, möglich erscheint, würde der Anteil der Wärmepumpen den von Pelletöfen klar übersteigen. Geht dieses Wachstum insbesondere zulasten von Ölheizungen, könnte es auch mehr Wärmepumpen als Ölheizungen geben. Bisher sind Wärmepumpen typischerweise in Ein- und Zweifamilienhäusern und großen Wohnungen zu finden. Laut des Mikrozensus 2018 gab es bei den Eigentümerwohnungen keine Wärmepumpen bei einer Wohnfläche unter 60m². Dagegen sind sie überproportional oft in neueren Gebäuden zu finden. Ihr Anteil lag in den Baujahren 2011 bis 2022 bei den Eigentümerwohnungen bei über 40% und bei den Mietwohnungen bei fast 20%. Mittlerweile können sie wohl auch im Bestand vernünftig eingesetzt werden, was das Wachstumspotenzial unterstreicht. Bis zum Jahr 2022 wurden laut Bundesverband Wärmepumpe fast 1,5 Mio. Wärmepumpen abgesetzt. Davon nutzten rund zwei Drittel die Luft, fast 28% die Erde und die restlichen 5% Wasser als Energiequelle.

In unserem Modell hat jede Wohnung genau eine Heizung, welche nicht nur den Raum, sondern auch das Leitungswasser erwärmt. Folgende Typen haben wir modelliert: Öl- und Gasheizungen, wobei wir mithilfe der Informationen des



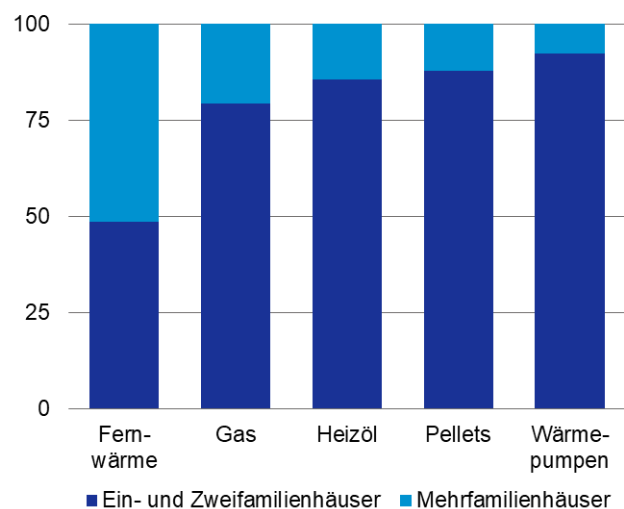
Ein Wohngebäude-Klima-Modell für Deutschland

Bundesverbandes der deutschen Heizungsindustrie jeweils Niedertemperatur- und Brennwertkessel unterscheiden, Pelletheizungen, Fernwärme, zudem Luft-Wasser- und erdgekoppelte Wärmepumpen. Unberücksichtigt bleiben weitere Heizungstypen wie Hackschnitzel, Biomasse oder Stromheizungen. Das Einkommen dürfte die wichtigste Variable für die Wahl des Heizungstyps sein. Diesen Zusammenhang weist der Mikrozensus 2018 nicht aus, jedoch die Verteilung der Heizungsarten nach Wohnfläche (Grafik 14). Die Wohnfläche weist mit dem Einkommen eine Korrelation von rund 0,5 auf. Somit berücksichtigen wir das Einkommen indirekt und zumindest teilweise. Der Mikrozensus bietet auch die Verteilung der Heizungsarten nach Wohnflächenklassen jeweils für Eigentümer und Mieter. Beispielsweise sind 77% aller Wärmepumpen in Eigentümer- und nur 23% in Mietwohnungen eingebaut. Bei Pelletheizungen ist das Verhältnis 70% zu 30%. Dank des Mikrozensus können wir eine weitere Unterscheidung vornehmen, und zwar in Ein- und Zweifamilienhäuser einerseits und Mehrfamilienhäuser andererseits. So beträgt bei Eigentümerwohnungen der Anteil von Wärmepumpen in Ein- und Zweifamilienhäusern 92,4% und bei Mehrfamilienhäusern 7,6%. Bei Mietwohnungen dagegen ist der Anteil von Wärmepumpen in Ein- und Zweifamilienhäusern 58,4% und bei Mehrfamilienhäusern 41,6%. Alle diese Informationen fließen in unser Modell ein, wodurch wir den empirischen Bestand an Heizungen detailliert abbilden dürften.

Mikrozensus 2018: Heizungen, nach Eigentümer vs. Mieter und nach Ein- und Zweifamilienhäusern einerseits & Mehrfamilienhäusern andererseits 13

Mikrozensus 2018: Heizungstypen in Eigentümerwohnungen

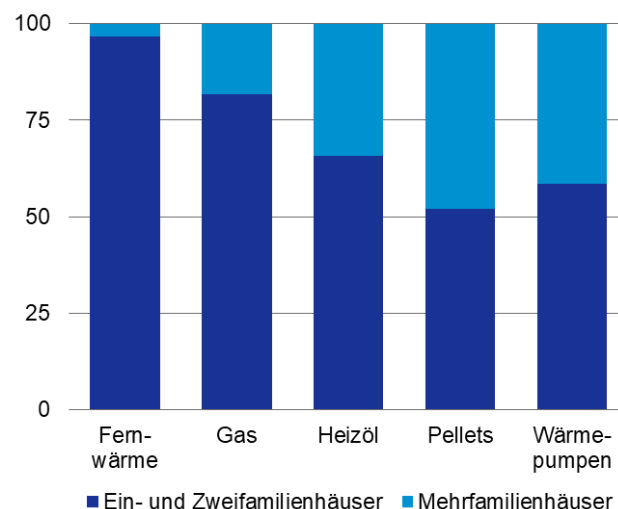
Anteil in % aller Eigentümerwohnungen



Quellen: Deutsche Bank Research, Statistisches Bundesamt

Mikrozensus 2018: Heizungstypen in Mietwohnungen

Anteil in % aller Mietwohnungen



Quellen: Deutsche Bank Research, Statistisches Bundesamt

Quellen: Deutsche Bank Research, Statistisches Bundesamt



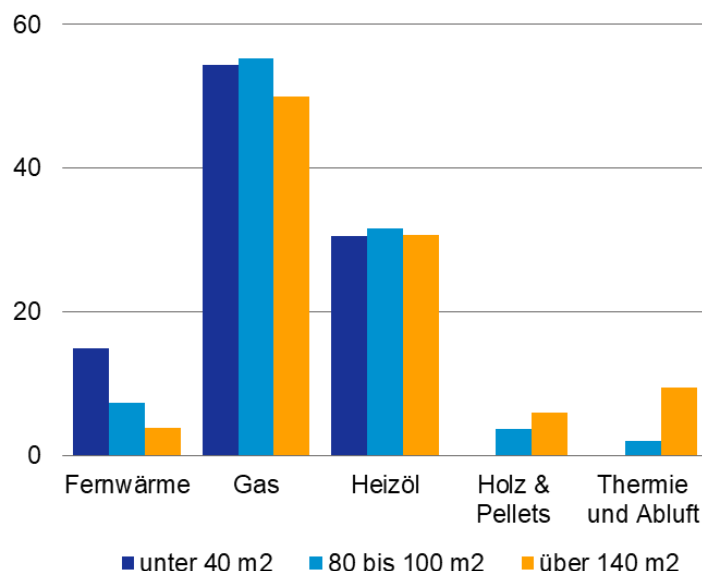
Ein Wohngebäude-Klima-Modell für Deutschland

Mikrozensus 2018 korrigiert um Entwicklungen bis zum Jahr 2022: Heizungen nach Baujahr, Wohnfläche und Eigentümer vs. Mieter

14

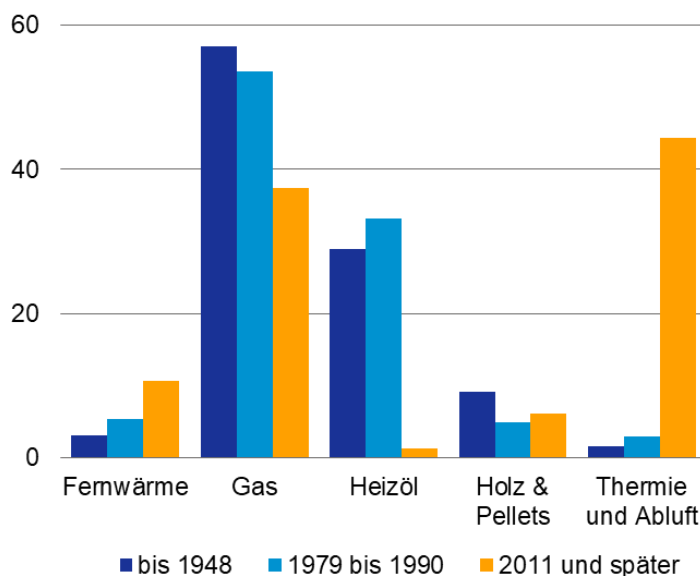
Eigentümerwohnungen: Heizungen nach Wohnflächen

Anteil in % der jeweiligen Wohnflächenklasse



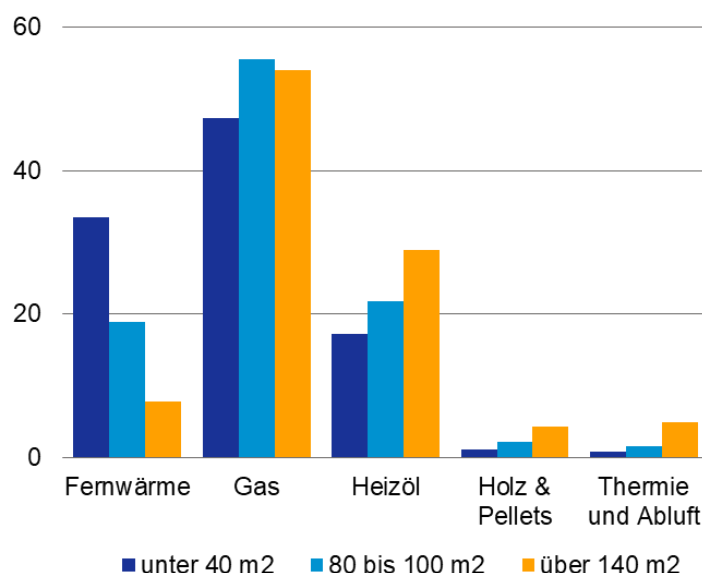
Eigentümerwohnungen: Heizungen nach Baujahr

Anteil in % der jeweiligen Baualtersklasse



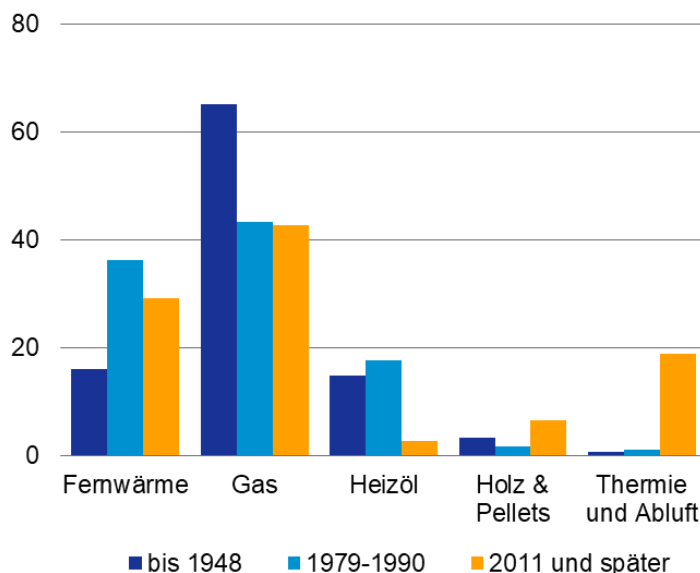
Mietwohnungen: Heizungen nach Wohnflächen

Anteil in % der jeweiligen Wohnflächenklasse



Mietwohnungen: Heizungen nach Baujahr

Anteil in % der jeweiligen Baualtersklasse



Ohne Berücksichtigung von Hackschnitzel, Biomasse oder Stromheizungen.

Quellen: Deutsche Bank Research, Statistisches Bundesamt



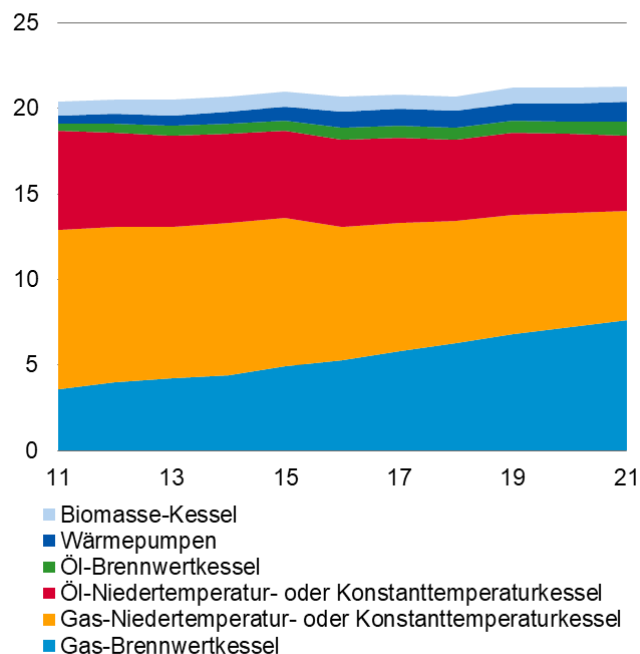
Ein Wohngebäude-Klima-Modell für Deutschland

2000-2021 Heizungen in Deutschland

15

2011-2021: Heizungsbestand in Deutschland

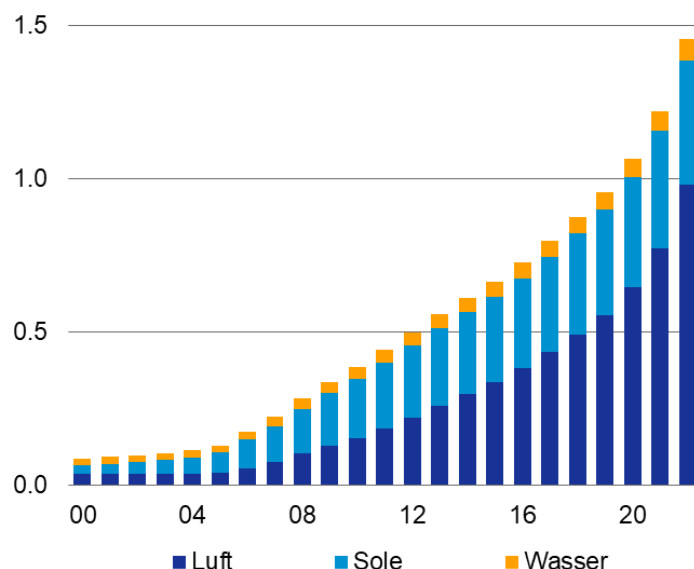
Anzahl in Mio.



Quellen: BDH, Deutsche Bank Research

2000-2022: Wärmepumpen im Bestand

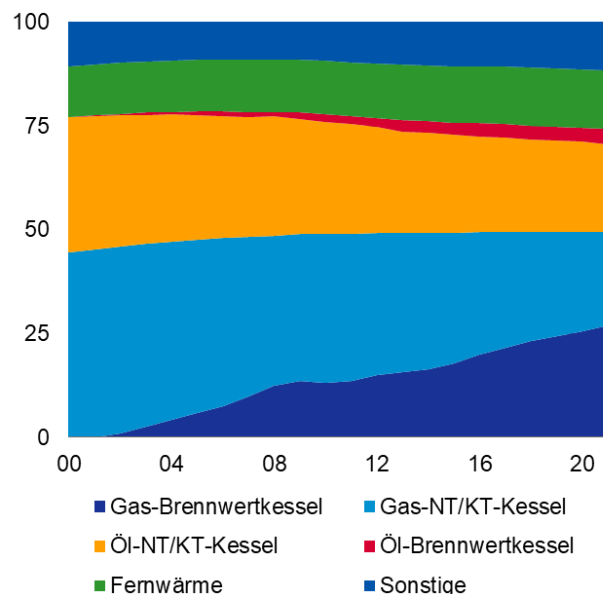
in Mio.



Quellen: BWP, Deutsche Bank Research

2000-2021 Wohngebäude: Heizungen

Anteile in %

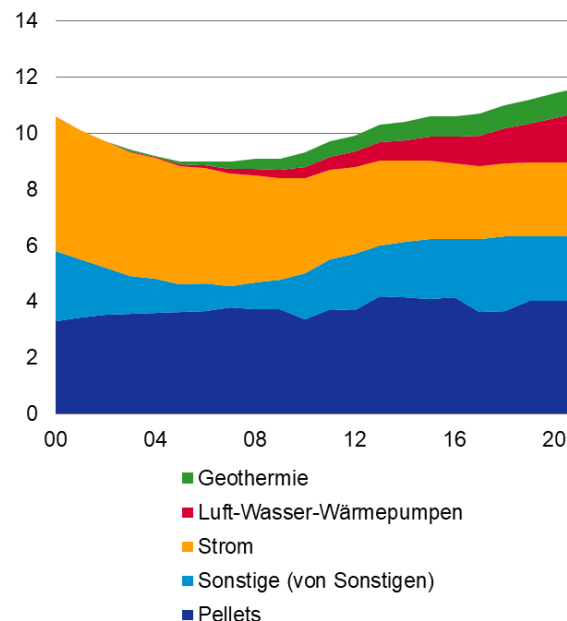


Basis: Daten des Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft, Bundesverband der Deutschen Heizungsindustrie, Bundesverband der Wärmepumpe plus eigene Berechnungen.

Quellen: BDEW, BDH, BWP, Deutsche Bank Research

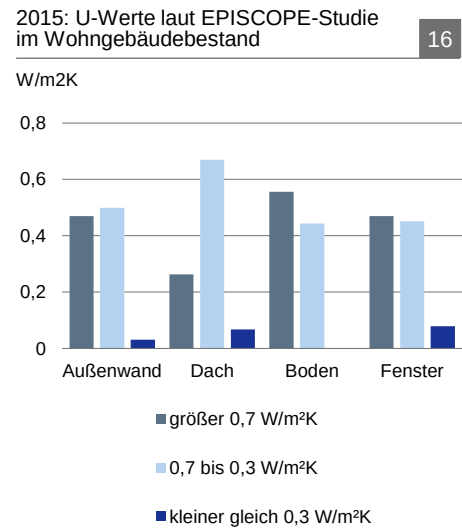
2000-2021 Wohngebäude: Heizungen (Sonstige)

Anteile in %



Basis: Daten des Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft, Bundesverband der Deutschen Heizungsindustrie, Bundesverband der Wärmepumpe plus eigene Berechnungen.

Quellen: BDEW, BDH, BWP, Deutsche Bank Research



Quellen: IWU, Deutsche Bank Research

Typische U-Werte von Bauteilen

17

Bauteile	Dicke in cm	U-Werte in W/m²K
Außenwand Holzrahmenbau	25,0	0,20
Außenwand aus Porenbeton	36,5	0,23
Innenwand aus Porenbeton	28,0	0,60
Polystyrol (Styropor)	10,0	0,35
3-fache Isolierverglasung mit Edelgas	2,4	0,50
2-fach Verglasung mit Wärmeschutz	2,4	1,30
2-fach Isolierverglasung mit Luft	2,4	3,00
1-fach Verglasung	0,4	5,90

Quellen: energie-experten.org, Deutsche Bank Research

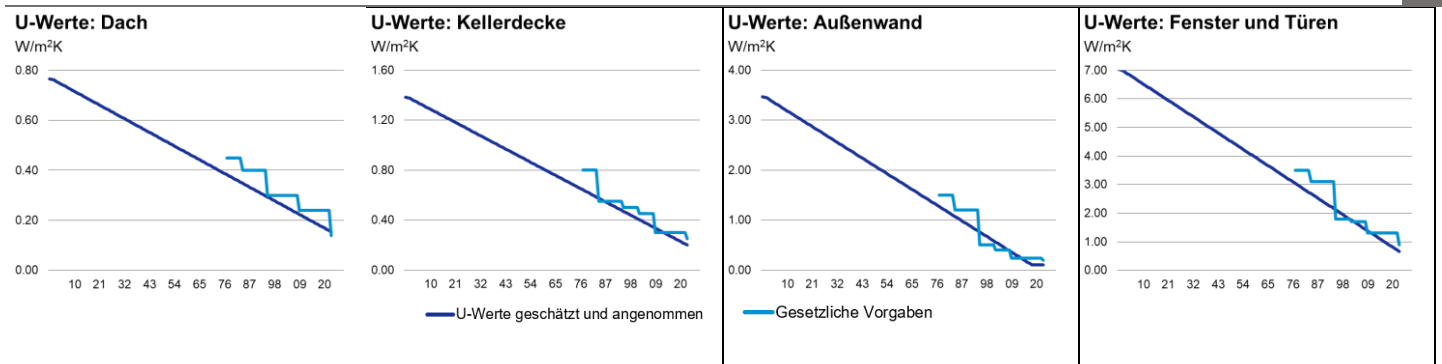
Über die letzten Dekaden große Fortschritte bei der Dämmung

Die Dämmung wird über den U-Wert gemessen. Kleinere Werte bedeuten eine bessere Dammqualität und geringere Energieverbräuche. Die Einheit des U-Wertes ist Watt, also Energieabgabe pro Zeit, im Verhältnis zu der Wandfläche in m² und dem Temperaturunterschied zwischen innen und außen gemessen in Kelvin, kurz W/m²K. Laut der EPISCOPE-Studie des IWU lagen im Jahr 2015 im deutschen Wohngebäudebestand die U-Werte für die Gebäudeteile Kellerdecke, Außenwand und Fenster zu grob 50% über 0,7, zu grob 50% zwischen 0,3 und 0,7 und nur zu einem einstelligen Prozentsatz unter 0,3. Bei den Dächern sind die U-Wert tendenziell niedriger und liegen zu zwei Dritteln zwischen 0,3 und 0,7. Nur ein Viertel der Beobachtungen liegt über 0,7 und ein einstelliger Prozentsatz unter 0,3.

In den letzten Jahrzehnten sind die U-Werte kräftig gefallen, wozu dickere Baustoffe und technischer Fortschritt beigetragen haben. Neben der Dicke zwischen Innen- und Außenwand ist der U-Wert abhängig vom Baustoff. Glas hat relativ hohe U-Werte. Es dämmt im Vergleich zu vielen anderen Baustoffen, wie Beton, Holz und Styropor, schlechter. Aber auch im Fensterbau wurden über die letzten Jahrzehnte beachtliche Fortschritte erzielt. So haben einfach verglaste Fenster typischerweise einen U-Wert von über 5 W/m²K, doppelt verglaste Fenster von in etwa 3 W/m²K, Fenster mit Wärmeschutz von etwas über 1 W/m²K und moderne dreifach verglaste Fenster mit Edelgasfüllung, um die Energieabgabe im Vergleich von mit Luft befüllten Fenstern weiter zu reduzieren, von unter 1 W/m²K. Auch bei anderen Bauteilen verbesserten sich in den letzten Jahrzehnten die U-Werte kräftig.

Von der 1. WSV bis zum GEG wurden die gesetzlichen Anforderungen an die Dämmung stufenweise herabgesetzt. Die gesetzlichen Vorgaben stellten in der Praxis aber zumeist kein Hindernis da. So lagen die U-Werte von neuen Bauteilen grundsätzlich unter den gesetzlichen Mindestwerten, was wir in unserem Modell berücksichtigen. In unserem Modell unterstellen wir für die vier Gebäudeteile Kellerdecke, Außenwand, Dach und Fenster & Türen einen linear fallenden Verlauf der U-Werte, wobei wir die Steigung aus den gesetzlichen Veränderungen von der 1. WSV bis zum GEG ableiten und im Anschluss die Kurve nach unten verschieben, bis sie nahezu komplett unter den gesetzlichen Werten liegt. Für Außenwände wären die so modellierten U-Werte in den letzten Jahren ins Negative gerutscht, weshalb wir sie auf maximal 0,10 W/m²K begrenzen.

1900-2022 Dämmung: Gesetzliche Vorgaben und für Modell angenommene U-Werte



Quellen: Verschiedene Gesetze, Deutsche Bank Research



Modellierte Sanierungshistorie für jede Wohnung und fünf Gebäudeteile: Dach, Keller, Außenwand, Fenster & Türen und Heizung

Über den aktuellen Sanierungszustand des Wohngebäudebestandes gibt es relativ wenig detaillierte öffentliche Informationen. Deshalb modellieren wir die Sanierungshistorie und zwar mit folgenden Regeln: Erstens erfolgt 20 Jahre nach dem Baujahr keine Sanierung. Dies steht im Einklang mit den Daten der Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen (ARGE) für die Baujahre 2001 bis 2021 und dürfte in ähnlicher Weise auch in der Vergangenheit gegolten haben.

Zweitens werden Gebäude mit dem Baujahr 1951 oder früher vor dem Jahr 1973 vollsaniert. Dies ist nötig, um sehr alte Heizungen, Einfachverglasung und wenig gedämmte Gebäudehüllen loszuwerden. Ansonsten wären diese ohne weitere Sanierungen in der Folgezeit immer noch Teil unseres Modells, was die Realität wohl nur selten abbildet.

Drittens können diese vollsanierten Gebäude im Jahr 1973 oder später noch einmal saniert werden. Wenn saniert wird, handelt es sich entweder um eine Voll- oder Teilsanierung. Das Gleiche gilt für Gebäude mit dem Baujahr 1952 oder später. In beiden Fällen replizieren wir die Sanierungswahrscheinlichkeiten nach Baualtersklassen gemäß den ARGE-Daten (Grafik 19 oben). In diesen Daten wurden an Gebäuden mit dem Baujahr 1987 und später fast ausschließlich Teilsanierungen vorgenommen. Zudem liegt der Anteil der Teilsanierungen in den letzten Jahren bei 94%, Vollsanierungen sind also eher die Ausnahme. Folglich werden in unserem Modell wie in der Realität Sanierungen mit dem Alter wahrscheinlicher und die Wahrscheinlichkeit für Teilsanierungen nehmen früher zu und liegen generell höher als für Vollsanierungen.

Viertens schließen wir Gebäude mit schlechter Bausubstanz von der Sanierung unter drittens aus. Laut ARGE lohnt sich aus wirtschaftlicher Sicht bei vielen Gebäuden, die vor dem Jahr 1979 errichtet wurden, eine Sanierung nicht, der sogenannte Bestandsersatz. Bei Einfamilienhäusern beträgt der Anteil sehr grob 17% und bei Mehrfamilienhäusern 11%. Insbesondere Gebäude, die in den Wirtschaftswunderjahren errichtet wurden, weisen Modernisierungshindernisse auf. Diese bestehen typischerweise in einer zu geringen Wohnfläche, zu niedrigen Deckenhöhe oder auch Schadstoffbelastungen. Der Anteil des Bestandsersatzes wird bei den Sanierungswahrscheinlichkeiten bereits berücksichtigt. Bei jüngeren Baujahren fällt der Anteil rapide. Gebäude, die nach dem Jahr 1993 errichtet wurden, weisen keinen Bestandsersatz auf.

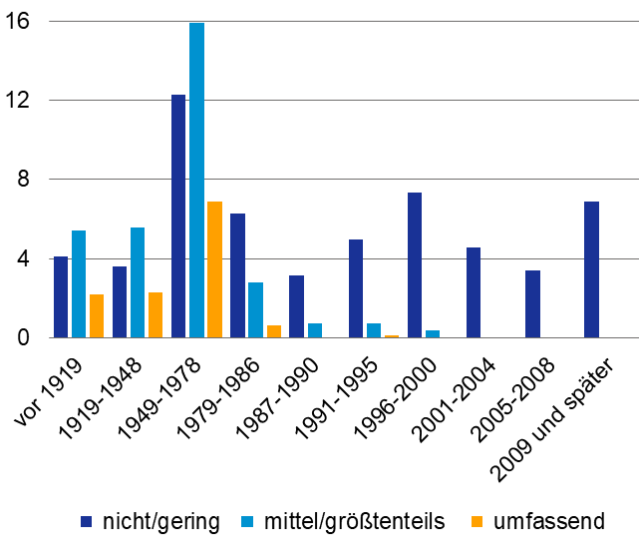
Fünftens umfasst eine Vollsanierung folgende fünf Maßnahmen: Abdichtung und Dämmung erstens des Daches, zweitens der Kellerdecke, drittens der Außenwand, viertens der Austausch von Fenster & Türen und fünftens der Heizung. Eine Teilsanierung umfasst mindestens eine, aber nicht alle Maßnahmen.

Sechstens, werden diese Gebäude teilsaniert, erfolgen die Sanierungswahrscheinlichkeiten für die einzelnen Maßnahmen in Anlehnung an Daten von ARGE. Die Sanierungswahrscheinlichkeiten verändern sich über die Zeit, jedoch ohne klaren Trend. Daher nehmen wir pauschal eine Sanierungswahrscheinlichkeit von 15% für die Dämmung des Kellers, der Außenwände und des Daches, 25% für die Fenster und Türen und 30% für die Heizung an.

Siebtens liegt laut BDEW das durchschnittliche Heizungsalter in Deutschland bei rund 17 Jahren. Ein sehr geringer Teil der Heizungen ist älter als 30 Jahre. In unserem Modell werden Heizungen, die älter als 30 Jahre sind, automatisch ausgetauscht. Dies gilt auch für den Bestandsersatz, da 30 Jahre alte Heizungen sowohl aufgrund gesetzlicher Vorgaben, technischer Grenzen als auch wirtschaftlicher Gründe nur noch selten vorzufinden sein dürften.

Ein- und Zweifamilienhäuser: Sanierungen nach Gebäudealter

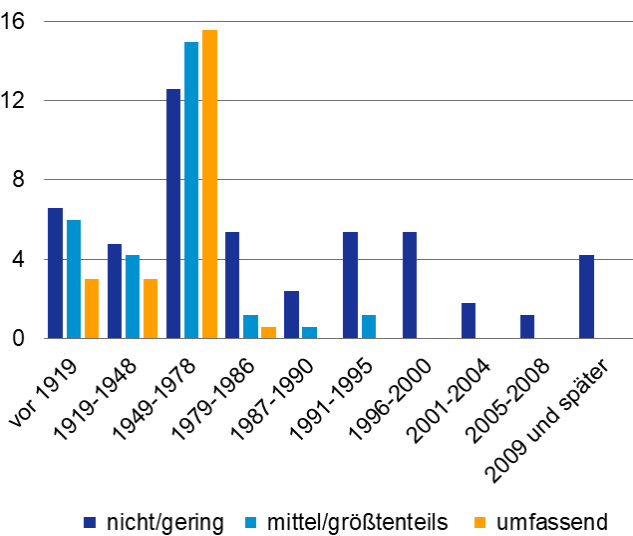
Anteile in % an Ein- und Zweifamilienhäusern



Quellen: ARGE, Deutsche Bank Research

Mehrfamilienhäuser: Sanierungen nach Gebäudealter

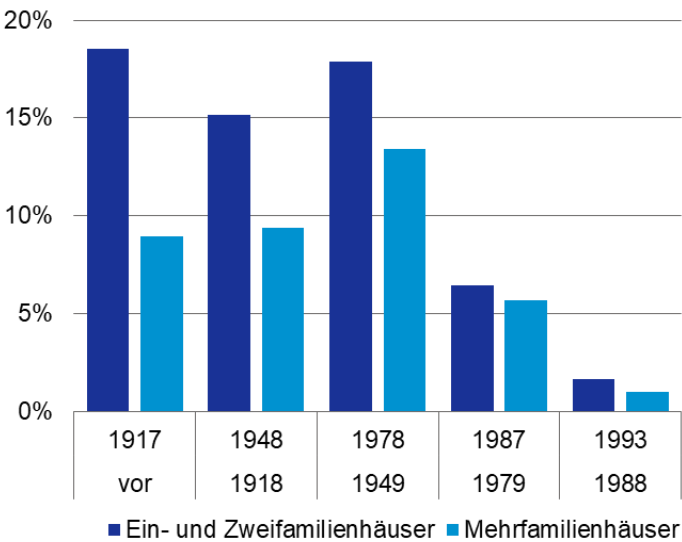
Anteile in % an allen Mehrfamilienhäusern



Quellen: ARGE, Deutsche Bank Research

Bestandsersatz

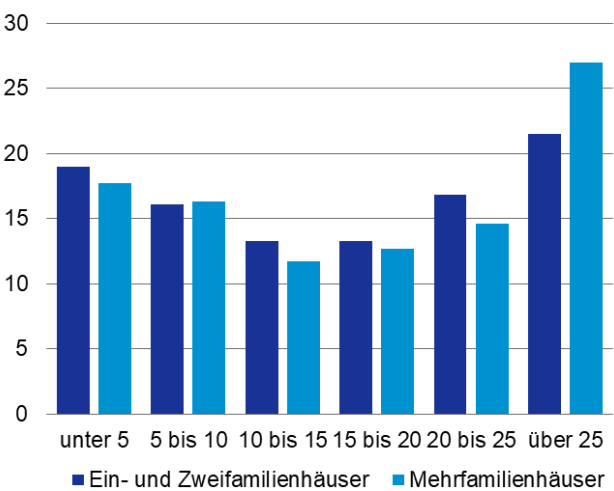
Anteil an den jeweiligen Baualtersklassen



Quellen: ARGE, Deutsche Bank Research

Heizungsalter in Ein-, Zwei- und Mehrfamilienhäusern

y-Achse: Anteile in %
x-Achse: Altersklassen in Jahren



Quellen: BDEW, Deutsche Bank Research

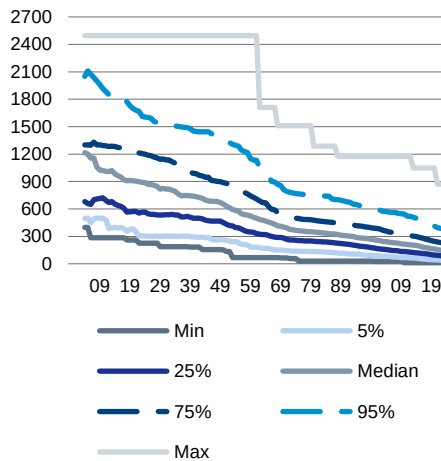


Ein Wohngebäude-Klima-Modell für Deutschland

1900-2023 Modellierter Endenergieverbrauch aufgrund der Sanierungshistorie

20

kWh/m²a

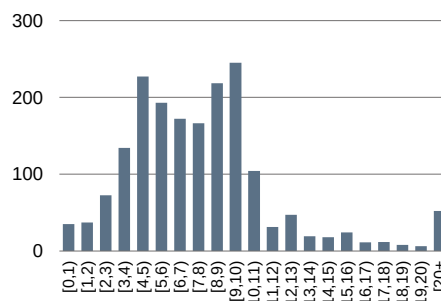


Quelle: Deutsche Bank Research

PV-Anlagen auf Wohngebäuden nach Nennleistung in kWp

21

Anzahl in '000

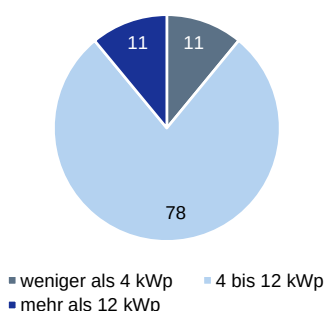


Quellen: Bundesnetzagentur, Deutsche Bank Research

2023 PV: kWp-Größenklassen

22

in % aller PV-Anlagen



Quellen: Marktstammdatenregister, Deutsche Bank Research

Die so modellierten Sanierungen haben den Endenergieverbrauch durch die Sanierungen über die Jahrzehnte und unter der Annahme eines konstanten Nutzerverhaltens kräftig gesenkt. So fiel der Endenergieverbrauch in unseren Modellwohnungen im Median von über 1000 kWh/m²a im Jahr 1900 auf rund 155 kWh/m²a im Jahr 2023.

Photovoltaik: 10-kWp-Anlagen dominieren

Für die Wärme- und Energiewende soll auch die Zahl der PV-Anlagen steigen. Laut dem Statistischen Bundesamt gab es im März 2023 2,6 Mio. PV-Anlagen mit einer Nennleistung von 70,6 GW. Laut dem Marktstammdatenregister der Bundesnetzagentur und unseren Berechnungen hatten private Haushalte Mitte Februar 2023 1,8 Mio. Anlagen installiert, die unseren Berechnungen nach am Jahresende 2022 eine durchschnittliche Nennleistung von 7,8 kWp aufwiesen, während die Nennleistung aller PV-Anlagen von privaten Haushalten 13,8 GWp betrug. Dies entspricht fast 20% der gesamten installierten PV-Nennleistung. Ähnlich hoch dürfte der Anteil der privaten Haushalte am erzeugten Solarstrom sein. Im Jahr 2022 generierten alle PV-Anlagen 54,1 TWh oder 10,6% der Stromproduktion insgesamt. Die PV-Anlagen der privaten Haushalte hätten damit im Jahr 2022 rund 2,1% der Bruttostromerzeugung insgesamt beigetragen.

Ende der 1990er und am Anfang der 2000er Jahre wurden hauptsächlich PV-Anlagen mit einer Nennleistung von weniger als 4 kWp installiert. Im Anschluss dominierten Nennleistungen zwischen 4 und 12 kWp. Auf diese Größenklassen entfallen heute rund 78% aller Anlagen im Bestand und jeweils 11% auf weniger als 4 und mehr als 12 kWp. Auch bei der Nennleistung liegt der Anteil der Anlagen mit 4 bis 12 kWp bei 70%, bei weniger als 4 kWp liegt der Anteil bei 5% und bei mehr als 12 kWp bei rund 24%. Dabei hat sich die Nennleistung über die Jahre kräftig erhöht. Im Jahr 2022 wurden am häufigsten PV-Anlagen mit einer Nennleistung von 10 kWp installiert, welche auch am häufigsten im Bestand zu finden sind. Dies ist eine Folge regulatorischer Vorgaben. So erhielten Betreiber von Anlagen mit weniger als 10 kWp höhere Einspeisevergütungen und mussten zudem keine Einkommensteuer zahlen. Die Einkommensteuerpflicht gilt seit dem 1. Januar 2022 erst für Anlagen mit mehr als 30 kWp. Die Einspeisevergütung reduziert sich bei der hier unterstellten Teileinspeisung aber weiterhin um etwa 13% von 8,2 ct/kWh auf 7,1 ct/kWh, wenn die 10 kWp-Grenze überschritten wird, entsprechend könnte die höchste Nachfrage weiterhin auf die knapp darunter liegenden Nennleistungen entfallen.

Photovoltaik-Anlagen auf Ein- und Zweifamilienhäusern dominieren

Unseres Wissens ist die Verteilung von PV-Anlagen auf Ein-, Zwei- und Mehrfamilienhäuser nicht statistisch erfasst. PV-Anlagen auf Mehrfamilienhäuser können zumindest in drei wesentliche Typen eingeteilt werden: Solarstrom für Eigentümergemeinschaften, für Vermieter mit und ohne Mieterstrommodell. Aufgrund des komplexen regulatorischen Umfeldes sind PV-Anlagen auf Mehrfamilienhäusern selten. Eigentümergemeinschaften müssen sich über das Management für die Installation und den Betrieb einigen. Der Beschluss muss auf der jährlichen Eigentümergemeinschaft mit Mehrheit gefasst werden, was insbesondere bei großen Eigentümergemeinschaften herausfordernd sein kann. Auch bei Mieterstrommodellen gilt es Hindernisse zu überwinden. So können Mieter ihren Stromlieferanten frei wählen, sie sind also nicht verpflichtet, den Strom des Vermieters abzunehmen. Nimmt er Strom ab, dann wird der Vermieter im Sinne des Energiewirtschaftsgesetzes zu einem Elektrizitätsversorgungsunternehmen. Damit gehen Pflichten bei der Vertrags-, Rechnungsgestaltung, sowie bei Registrierungs- und Mitteilungspflichten einher. Zudem muss der

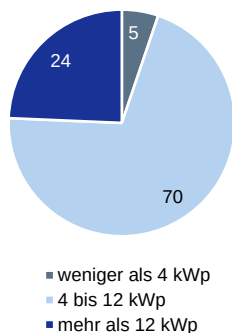


Ein Wohngebäude-Klima-Modell für Deutschland

2023 PV: Nennleistungsklassen

23

in % der 13,8-GWp-Gesamtnennleistung



Quellen: Marktstammdatenregister, Deutsche Bank Research

Vermieter bei Stromausfällen die Versorgung sicherstellen. Trotz Förderung der Mieterstrommodelle seit dem Jahr 2017 blieb die installierte Nennleistung gering. Sie beträgt wohl aktuell nur rund 0,1 GWp.¹ In der dritten Variante produziert der Vermieter Strom und speist ihn ins Netz. Diese Modelle dürften im Marktstammdatenregister in der Regel aber nicht unter private Haushalte, sondern unter Gewerbe, Handel und Dienstleistungen fallen. Dort können sie unseres Wissens nicht isoliert abgerufen werden. Für unser Modell unterstellen wir eine Nennleistung aller Mehrfamilienhäuser von 0,5 GWp. Die gesamte Nennleistung über alle Mehrfamilienhäuser beträgt somit lediglich 0,6 GWp, was 4,2% der Nennleistung aller Wohngebäude entspräche. Zudem nehmen wir an, dass der Anteil der PV-Anlagen mit hoher Nennleistung überproportional zunimmt. Daher liegt der Anteil der Anlagen mit geringer Nennleistung nahe null, mit 10 kWp bei 4,3% und bei 20 kWp bei 8,7% relativ zu allen PV-Anlagen auf Mehrfamilienhäusern. Unter diesen Annahmen dürften lediglich etwa 50.000 Mehrfamilienhäuser oder 1,5% aller Mehrfamilienhäuser in Deutschland eine PV-Anlage haben.

Damit verbleiben 1,7 Mio. PV-Anlagen für Ein- und Zweifamilienhäusern, was einem Anteil von fast 10,6% aller Ein- und Zweifamilienhäuser entspricht. Basierend auf diesen Zahlen und unseren Annahmen ordnen wir die PV-Anlagen unter Berücksichtigung der Verteilung der Nennleistung und dem Installationsjahr unseren Modellwohnungen zu. Dabei erlauben wir nur Installationen ab dem Jahr 1999. Die Verteilung auf die Jahre erfolgt gemäß den Daten des Marktstammdatenregisters und getrennt nach Ein- und Zweifamilienhäusern einerseits und Mehrfamilienhäusern andererseits. Unter unseren Annahmen beträgt die Eigentümerquote von PV-Anlagen etwas mehr als 81%.

Photovoltaik: Produktion und Eigenverbrauch

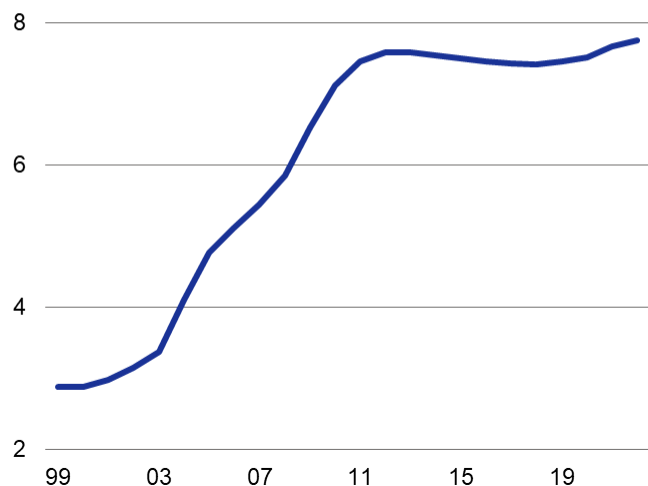
Für die Stromproduktion pro Wohnung unterstellen wir die in der Planung für den Bau von PV-Anlagen gängige Formel, dass pro kWp-Nennleistung jährlich 1000 kWh produziert werden. Der Eigenverbrauch ist aufgrund der hohen Stromproduktion von Frühjahr bis Herbst und der deutlich geringeren Produktion von Herbst bis Frühjahr limitiert. Laut energie-experten.org liegt er oftmals zwischen 25% und 30%. Wir setzen den modellierten Eigenverbrauch auf maximal 30% des produzierten Solarstroms fest. Bei eher geringen Stromverbräuchen und relativ großen PV-Anlagen kann der Eigenverbrauch auch deutlich niedriger sein. Die Differenz zwischen Produktion und Eigenverbrauch, also mindestens 70% der Produktion, wird ins Netz eingespeist. Beim Eigenverbrauch unterstellen wir primär eine Nutzung für den regelmäßig typischerweise unabhängig von der Jahreszeit anfallenden Alltagsverbrauch, also zumeist für Elektrogeräte und Licht. Übersteigt der generierte Solarstrom diesen Alltagsverbrauch, wird der Überschuss für eine ggf. vorhandene Wärmepumpe benutzt. In unserem Modell haben aber lediglich 0,3% aller Wohnungen eine PV-Anlage und eine Wärmepumpe. Unter diesen Vorgaben liegt der tatsächliche Eigenverbrauch in unseren Modellwohnungen bei fast 27%, während der jährliche durchschnittliche Eigenverbrauch rund 1.900 kWh und die Einspeisung 6.000 kWh beträgt. Die Einnahmen und Ausgaben durch PV diskutieren wir unten. Zunächst erklären wir aber die unterschiedlichen Energiebegriffe für Raumwärme und Warmwasser.

¹ In „Mieterstrom - Komplizierte Energiewende auf dem Dach“, Orsted, Energiewende, 13.4.2022. Demnach betrug die installierte Mieterstromleistung im November 2021 61,8 Megawatt.



1999-2022: Durchschnittliche Nennleistung von PV-Anlagen privater Haushalte im Bestand

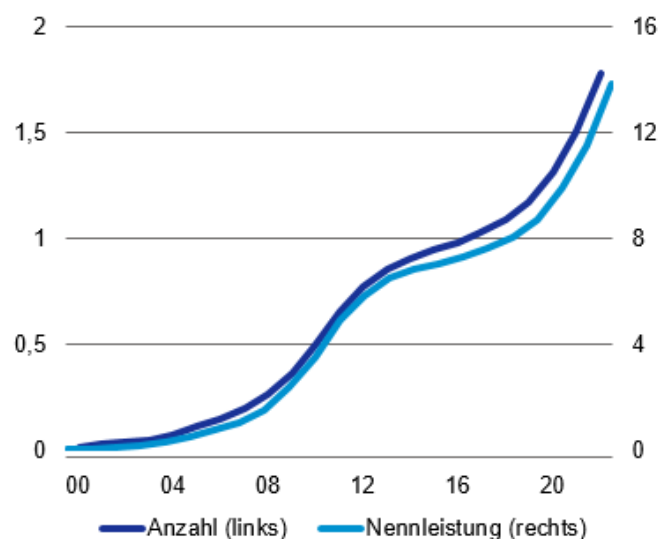
in kWp



Anzahl und kumulierte Nennleistung von PV-Anlagen von privaten Haushalten

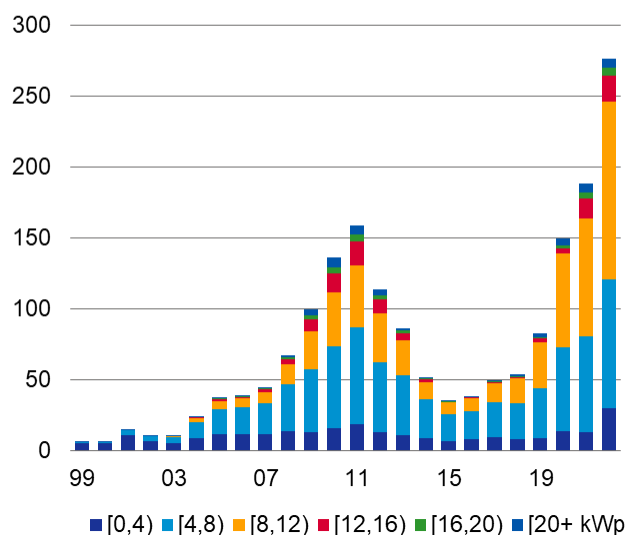
linke y-Achse: in Mio.

rechte y-Achse: GWp



1999-2022: Anzahl von installierten PV-Anlagen nach Nennleistungsgrößenklassen

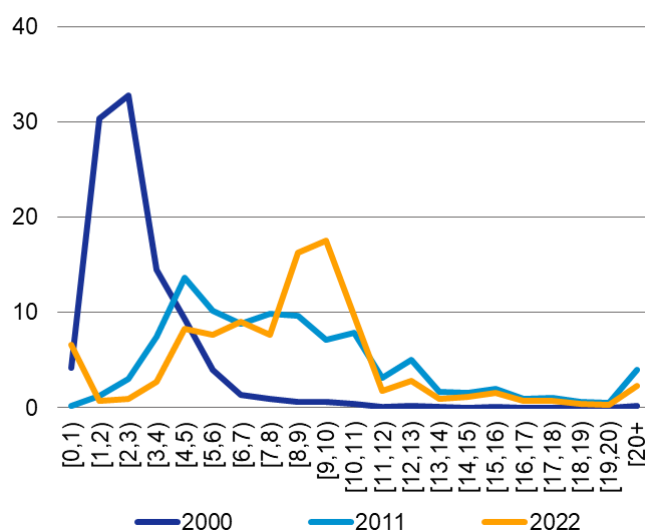
in '000 pro Jahr



PV-Anlagen privater Haushalte: Verteilung der Nennleistung

y-Achse: % Anteil des jeweiligen Jahres

x-Achse: Nennleistung in kWp



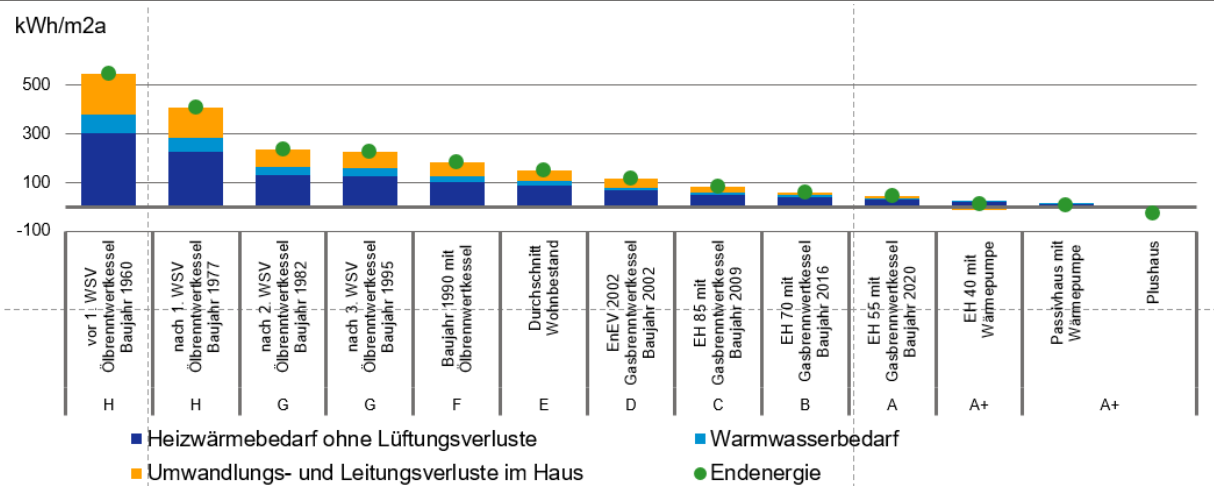
Quellen: Bundesnetzagentur, Deutsche Bank Research

Drei gesetzliche Energiebegriffe: Nutz-, End- und Primärenergie.
Die Endenergie ist zentral für den Bandtacho im Energieausweis



Energieverbräuche werden in kWh gemessen und für Wohngebäude typischerweise pro m² und pro Jahr ausgewiesen, kurz kWh/m²a. In der Gesetzgebung und den relevanten Normen existieren drei Definitionen von Energieverbräuchen: Nutz-, End- und Primärenergie. Besonders bedeutend ist die Endenergie, worüber die nationale Einteilung in neun Energieeffizienzklassen, A+ und A bis H im Energieausweis, erfolgt. Der mittlere Wert sowohl in den Daten von wohngebäude.info als auch unseren Modelldaten ist E und der Endenergieverbrauch liegt bei rund 155 kWh/m²a. Unsanierte oder nur geringfügig sanierte Gebäude, die vor der 1. WSV im Jahr 1977 errichtet wurden, dürften typischerweise in der Klasse H eingeordnet sein. Sie können Verbräuche von deutlich über 300 kWh/m²a aufweisen. Gebäude, die moderne Effizienzhausstandards (EH) erfüllen, und eine Wärmepumpe nutzen, dürften regelmäßig in die Klasse A+ und A fallen und oft deutlich weniger als 50 kWh/m²a verbrauchen. Hierunter fällt auch die Bundesförderung für energieeffiziente Gebäude für den Neubau, die seit April 2023 nur noch Gebäude fördert, die den EH40-Standard erfüllen.

End- & Nutzenergie, Heizwärme- & Warmwasserbedarf: Orientierungswerte für verschiedene Wohngebäude nach Baujahr und Heizung inklusive Endenergieeffizienzklassen gemäß Energieausweis



1977: 1. Wärmeschutzverordnung (WSV), 1982: 2. WSV, 1995: 3. WSV. Heizungsalter maximal 30 Jahre.
Warmwasseraufschlag auf den Heizwärmebedarf 20% ab dem Jahr 2000, zuvor 25%. Alle Baujahre ohne wesentliche Sanierung. Annahme: Lüftungsverluste und solare und interne Wärmegewinne gleichen sich aus.

Quellen: verbraucherzentrale.de, GEG, Deutsche Bank Research

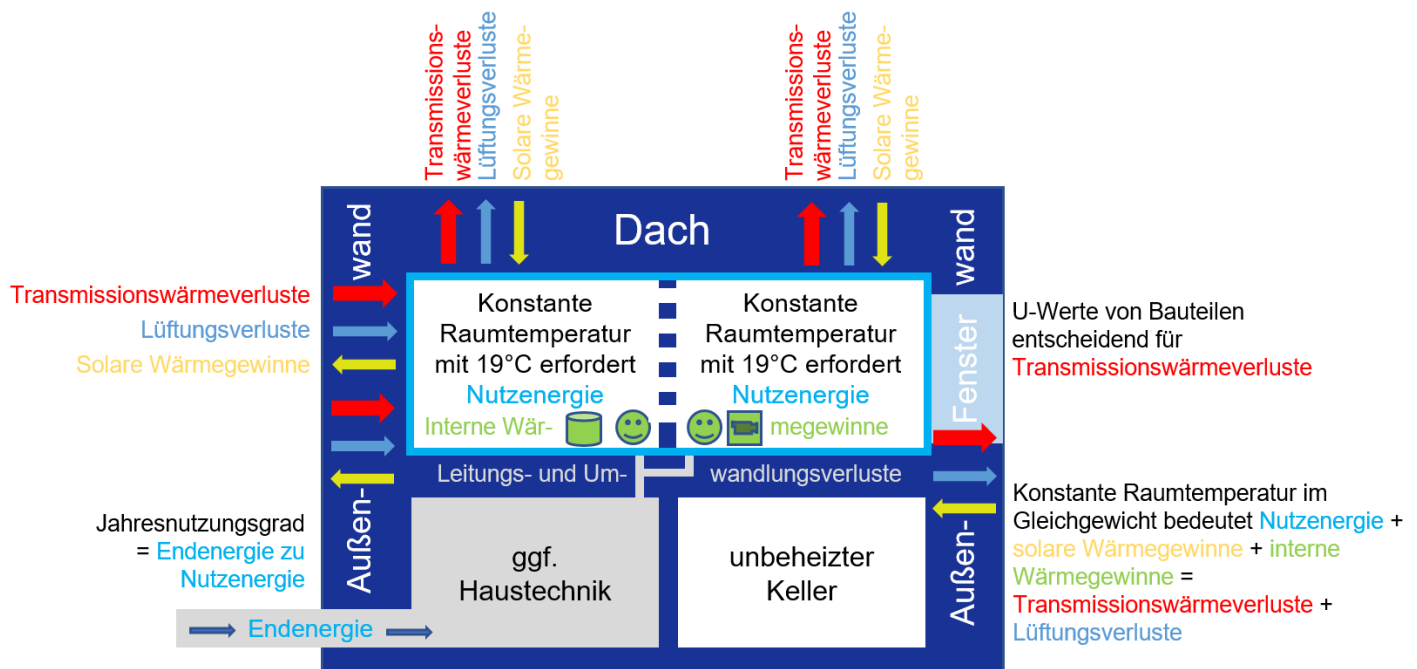
Ein Wohngebäude-Klima-Modell für Deutschland

Bausteine der End- und Nutzenergie: Energiebilanz und -gleichgewicht

Der wichtigste Baustein der Endenergie ist die Nutzenergie. Diese dient der Bereitstellung von Warmwasser und der Aufrechterhaltung der Raumtemperatur. Eine konstante Raumtemperatur erfordert einen Ausgleich von Energiegewinnen und -verlusten. In unserem Modell berechnen wir die Energiebilanz für jede Wohnung auf der Basis des vereinfachten Verfahrens gemäß DIN V 4108-6. Diese Methodik diente zur energetischen Bewertung von Gebäuden. Wenn gleich dieser Ansatz heute vor allem eine pädagogische und keine praktische Bedeutung mehr hat, liefert er, wie wir im Vergleich mit den empirischen Daten von wohngebaeude.info oben und im Appendix zeigen, brauchbare Ergebnisse. Wir haben sie für unsere Zwecke weiter vereinfacht (Details im Appendix).

Nutz- und Endenergie ohne Warmwasser: Energiegewinne und -verluste und Komponenten = Solare und interne Wärmegegewinne, Transmissionswärmeverluste und Lüftungsverluste

27



Quelle: Deutsche Bank Research

Solare Wärmegegewinne nach vereinfachtem Verfahren: Jährliche Sonneneinstrahlung pro Jahr pro Quadratmeter

28

Himmelsrichtung	kWh/m ² a
Süd	270
Nord	100
West	155
Ost	155
Mittelwert	170

Quelle: Deutsche Bank Research

Die Analyse der Energiebilanz beginnen wir mit den Energiegewinnen. Diese beruhen auf den Sonnenstrahlen und internen Wärmequellen, wie Menschen und Elektrogeräten. Aufgrund unserer Annahmen liegen die internen Wärmegegewinne für alle Modellwohnungen bei 27 kWh/m²a. Die solaren Wärmegegewinne werden nach dem vereinfachten Verfahren über die Sonneneinstrahlung auf die Fensterflächen ermittelt. Der Energiegewinn ist je nach Himmelsrichtung unterschiedlich. Die Strahlungsenergie für nach Süden ausgerichtete Bauteile ist fast doppelt so hoch wie nach Westen und Osten und fast dreimal so hoch wie nach Norden. Wir unterstellen für unsere Modellgebäude eine Gleichverteilung der Fensterflächen in alle Himmelsrichtungen. Daher empfangen alle unsere Wohnungen einheitlich durchschnittlich 170 kWh pro m² Gebäudefläche und pro Jahr Strahlungsenergie. Nach dem vereinfachten Verfahren erhält man je nach Wohnungsgröße solare Wärmegegewinne von etwa 5 bis 35 kWh pro m² Wohnfläche und pro Jahr.

Von den Energiegewinnen muss man die Verluste abziehen. Energie geht vor allem über die Wärmeabgabe der Bauteile verloren, den sogenannten Transmissionswärmeverlusten. Diese sind umso größer, je geringer die Dämmung ist, also je höher die U-Werte sind. Ebenso beeinflusst das Verhalten der Haushalte

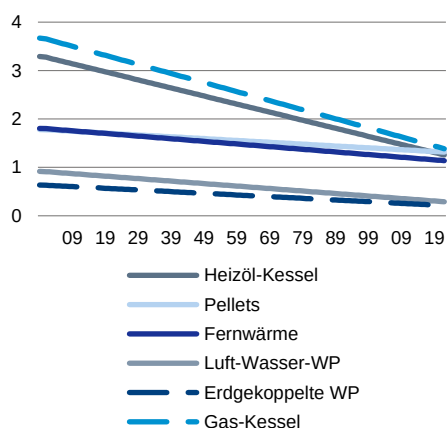


Ein Wohngebäude-Klima-Modell für Deutschland

1900-2022 Modellierter Jahresnutzungsgrad in Ein- und Zweifamilienhäusern

29

dimensionslos

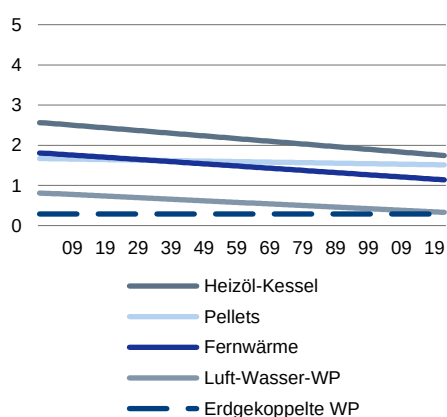


Basierend auf dem Vergleich von Neubau und Altbau, gemäß BDEW-Heizkostenvergleich und Daten vom BDH
Quelle: Deutsche Bank Research

1900-2022 Jahresnutzungsgrad von Heizungstypen in Mehrfamilienhäusern

30

dimensionslos

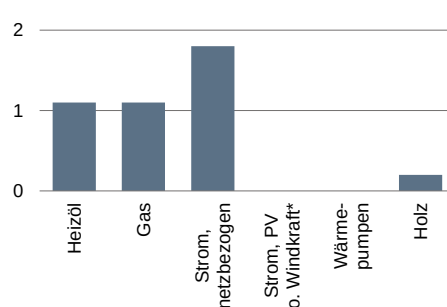


Basierend auf dem Vergleich von Neubau und Altbau, gemäß BDEW-Heizkostenvergleich und Daten vom BDH
Quelle: Deutsche Bank Research

Primärenergiefaktoren nach GEG

31

dimensionslos



*gebäudenah

Quellen: Gebäudeenergiegesetz, Deutsche Bank Research

den Energieverbrauch. Die Transmissionswärmeverluste sind zudem umso größer, je kälter es ist und je mehr Heiztage es gibt. Wir unterstellen 222 Heiztage pro Jahr und setzen die Innentemperatur auf 19°C. Im vereinfachten Verfahren multipliziert man zur Bestimmung der Transmissionswärmeverluste die Fläche der Gebäudehülle mit den U-Werten der jeweiligen Bauteile. Das Ergebnis wiederum wird mit der Anzahl der Heiztage und dem Temperaturunterschied zwischen innen und außen multipliziert. Der durchschnittliche Transmissionswärmeverlust in unserem Modell beträgt 94 kWh/m²a, das Minimum liegt unter 10 kWh/m²a und das Maximum bei über 500 kWh/m²a.

Zudem fließen in unser Modell Lüftungsverluste ein, die unter unseren Annahmen für alle Wohnungen bei 32 kWh/m²a liegen. Des Weiteren modellieren wir den Energieverbrauch für Warmwasser. Laut thermondo liegt er zwischen 600 und 800 kWh pro Jahr und pro Person.² Wir unterstellen einen Verbrauch von 650 kWh/aPerson für Wohnungen in Mehr- und 750 kWh/aPerson für Wohnungen in Ein- oder Zweifamilienhäusern. Der mittlere Wasserverbrauch liegt in unserem Modell bei rund 13 kWh/m²a. Die Spannweite ist beachtlich. Einige wenige Haushalte haben einen niedrigen einstelligen Verbrauch und einige wenige, insbesondere Haushalte mit eher kleiner Wohnfläche und vielen Personen, einen Verbrauch von über 50 kWh/m²a.

Addiert man zur Nutzenergie Leitungs- und Umwandlungsverluste, erhält man die bereits oben diskutierte Endenergie. Diese müssen die Haushalte am Markt einkaufen. Das Verhältnis von End- zu Nutzenergie nennt man Jahresnutzungsgrad. In der Praxis wird er durch viele Faktoren wie beispielsweise den Energieträger, die Effizienz des Heizkessels bei fossilen Heizungen oder die Jahresarbeitszahl bei Wärmepumpen, Verluste über Rohrleitungen, die Heizungsplanung beim Einbau, den Sanierungszustand und die Wartung der Heizung bestimmt. Zur Wartung kann man auch den hydraulischen Abgleich zählen. Dieser sorgt für eine optimale Verteilung der Wärme über die gesamte Heizungsanlage. Im Zuge der Energiekrise 2022/23 hat der Gesetzgeber Vermieter von Mehrfamilienhäusern mit mehr als zehn Wohnungen zu einem hydraulischen Abgleich bis 30. September 2023, und mit sechs bis neun Wohnungen bis 15. September 2024 verpflichtet. Die Fallbeispiele in den Heizkostenvergleichen für den Neu- und Altbau des Bundesverbandes der Energie- und Wasserwirtschaft (BDEW) liefern Anhaltspunkte für die historische Entwicklung von unterschiedlichen Heizungstypen. Basierend auf diesen Anhaltspunkten unterstellen wir linear fallende Verläufe des Jahresnutzungsgrades vom Jahr 1900 bis heute für unsere unterschiedlichen Heizungstypen. Das Bau- oder Sanierungsjahr bestimmt dann das Heizungsalter und damit den Jahresnutzungsgrad und den Endenergieverbrauch. Im Altbau kann die End- die Nutzenergie oft um mehr als 50% übertreffen. Im Neubau dagegen sind es oft 25% und weniger. Unter diesen Annahmen beträgt die Endenergie im Modell durchschnittlich rund 155 kWh/m²a und die durchschnittliche Energie pro Wohnung beträgt rund 13.700 kWh/a.

Die Primärenergie und die Primärenergiefaktoren gemäß des GEG

Der dritte Energiebegriff ist die Primärenergie, die wie die Endenergie auf dem Energieausweis eines Gebäudes auf dem Bandtacho angegeben wird. Die Primärenergie ist kein physikalischer, sondern ein regulatorischer Begriff. Sie wird berechnet durch Multiplikation der Endenergie mit den Primärenergiefaktoren. Diese Faktoren und der Begriff Primärenergie sind im GEG definiert. Der Gesetzgeber will damit die gesamte Wertschöpfungskette der Energieproduktion inklusive der Leitungs- und Umwandlungsverluste zum Gebäude erfassen. Zudem dienen sie wohl der Steuerung von Anreizen. So sind die Primärenergiefaktoren für Wärmepumpen null, obwohl der hierfür nötige Strom teilweise auf

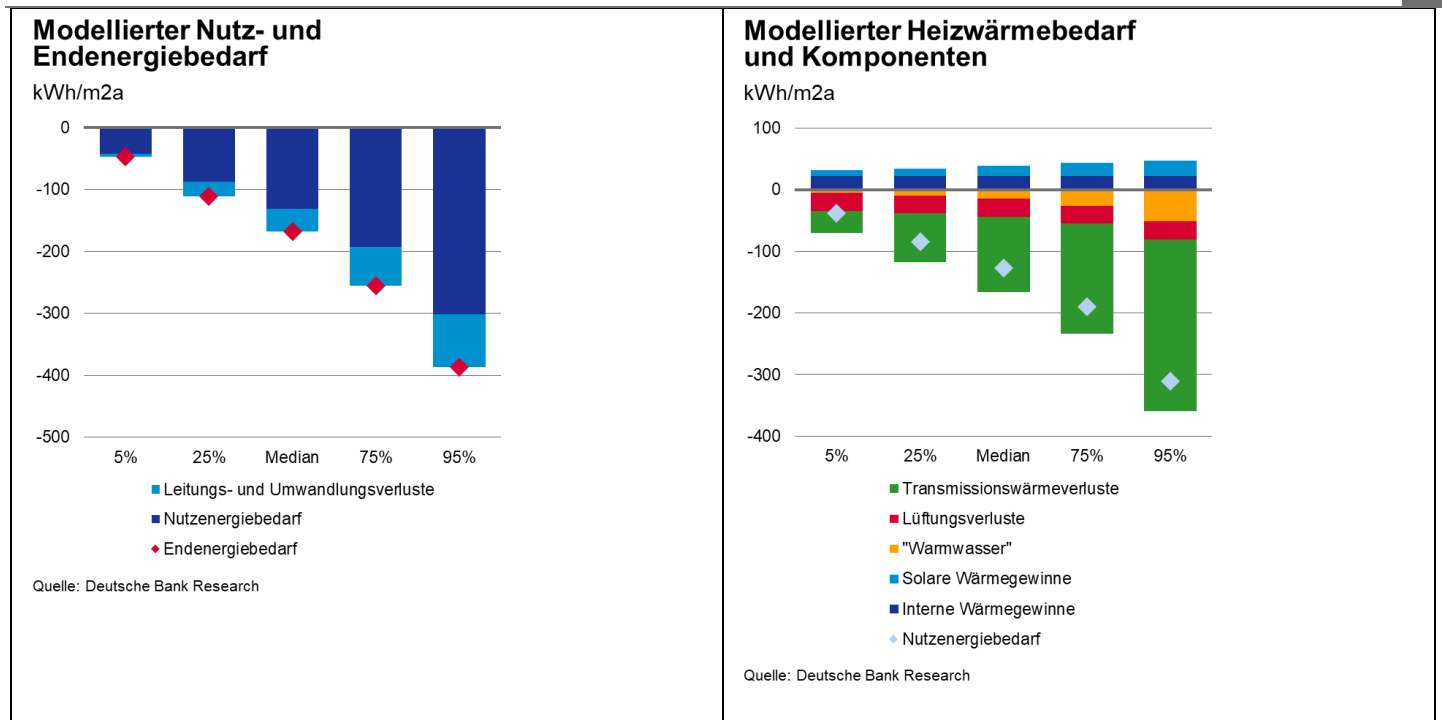
² <https://www.thermondo.de/info/rat/heizen/sparpotenzial-warmwasserverbrauch/>

Ein Wohngebäude-Klima-Modell für Deutschland

fossilen Energieträgern beruht. Sie betragen für Heizöl und Gas 1,1, für netzbezogenen Strom 2,8 und für gebäudenahe produzierten Strom aus Photovoltaik und Wind null. In unserem Modell ignorieren wir die Primärenergie und berechnen direkt die CO₂-Emissionen.

Modellierter Nutz- und Endenergiebedarf inklusive Komponenten

32



Methodische Frage zur CO₂-Messung

33

Im Jahr 2020 fielen laut UBA rund 80 Mio. t CO₂ bei Haushalten von 112 Mio. t CO₂ im Gebäudesektor insgesamt an. Laut der umweltökonomischen Gesamtrechnung fielen im Bedarfsfeld Wohnen direkte und indirekte Emissionen in Höhe von 123 Mio. t und 75 Mio. t an. Bisher verstehen wir, trotz Nachforschung, den exakten Zusammenhang zwischen beiden Berechnungen nicht. Das Gleiche gilt für den Zusammenhang zwischen den absoluten Emissionen und den Emissionsfaktoren. Wir freuen uns über Hinweise.

Quelle: Deutsche Bank Research

CO₂-Emissionen von Wohngebäuden und Ziele im Jahr 2030

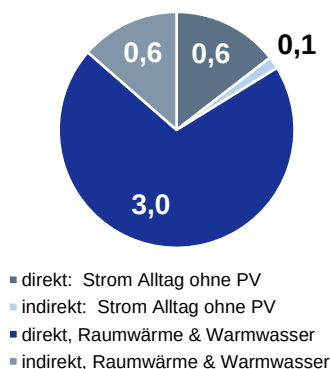
Die Zielvorgaben des Klimaschutzgesetzes erfolgen im Einklang mit den internationalen Verträgen quellenbasiert und territorial. Nach dieser Methodik fielen im Gebäudesektor im Jahr 2022 112 Mio. t CO₂-Äquivalent, im Weiteren CO₂-Emissionen genannt, an. Im Jahr 2030 sollen nur noch 66 Mio. t emittiert werden, ein Minus von 46 Mio. t oder mehr als 40%. Vom Jahr 2014 bis 2022 fielen sie um lediglich 6,6 Mio. t. Die quellenbasierte Berechnungsweise berücksichtigt nur die Energieverbrennung im Gebäude. Der Großteil entfällt auf Öl- und Gasheizungen. Fernwärme und Strom aus fossilen Energieträgern dagegen ist nach dieser Methodik nicht Teil des Gebäude-, sondern Teil des Industriesektors. Nach den Emissionsübersichten nach Sektoren des Umweltbundesamtes (UBA) emittierten die privaten Haushalte im Jahr 2022 etwas mehr als 80 Mio. t der 112 Mio. t, in etwa 72%. Der Rest entfällt auf Unternehmen und das Militär. Im Jahr 2022 gab es 40,9 Mio. Haushalte. Demnach emittierten die privaten Haushalte durchschnittlich direkt fast 2 t pro Haushalt.

Die umweltökonomische Gesamtrechnung des Statistischen Bundesamts berücksichtigt die gesamte Wertschöpfungskette und damit auch Fernwärme und Strom aus fossilen Energieträgern. Dort werden nach der Veröffentlichung Ende 2022 für das Jahr 2020 für private Haushalte CO₂-Emissionen in Höhe von fast 199 Mio. t ausgewiesen. Hiernach entfallen 27% aller Emissionen im Jahr 2020 auf die privaten Haushalte. Direkte und indirekte Emissionen für Raumwärme & Warmwasser betragen 62% und 23%, auf Elektrogeräte und Licht entfallen direkt 14,7% und indirekt 0,3%. Heruntergebrochen auf einen durchschnittlichen Haushalt betragen die direkten und indirekten Emissionen für Raumwärme & Warmwasser 3,0 t und 1,1 t pro Haushalt, in Summe also 4,1 t pro Haushalt.

CO₂-Emissionen der mittleren Modellwohnung

34

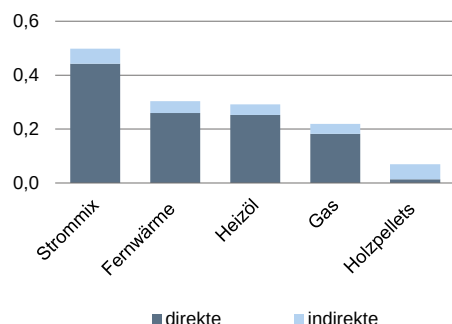
in Tonnen pro Jahr



Ein Wohngebäude-Klima-Modell für Deutschland

Direkte & indirekte Emissionsfaktoren 35

CO₂-Äquivalente in kg/kWh



KT=Konstant-, NT=Niedertemperaturkessel, BW = Brennwertkessel. Benutzte Umrechnungsfaktoren in kg/kWh: Heizöl 10,6 kWh/l, Gas: 11 kWh/m³, Pellets 4,9 kWh/kg

Quellen: Deutsche Bank Research, Umweltbundesamt, Bayerisches Landesamt für Umwelt

Graue Energie durch Neubau und Abriss eine weitere bedeutende Emissionsquelle 36

Neben den direkten und indirekten Emissionen fallen CO₂-Emissionen auch beim Bau und Abriss von Gebäuden, die sogenannte graue Energie, an. Die EU-Kommission schreibt auf ihrer Homepage, dass in der EU 36% aller Emissionen durch Gebäude verursacht werden. Mit den vermutlich sinkenden CO₂-Emissionen durch Heizen werden die Emissionen am Bau wohl stärker in den Blickpunkt rücken.

Quelle: https://commission.europa.eu/news/focus-energy-efficiency-buildings-2020-02-17_en

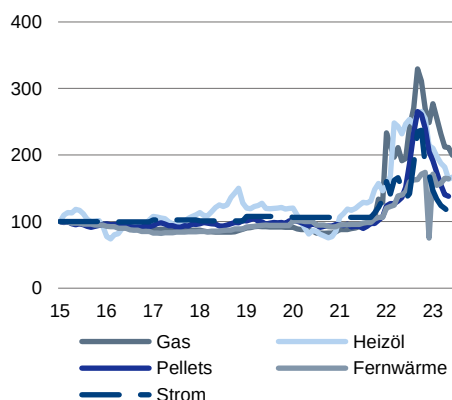
Stromverbrauch im Jahr 2020 in kWh 37

Haushaltsgröße	Haushalt	pro Kopf	pro Kopf ex Raumwärme & Warmwasser
1 Person	1978	1978	1642
2 Personen	3252	1626	1350
3 und mehr Pers.	5047	1442	1197

Quellen: Statistisches Bundesamt, Deutsche Bank Research

Preisindizes für Energie: Neue Verträge 38

2015=100



Quellen: Deutsche Bank Research, Verivox, C.A.R.M.E.N., AGFW, EC

Die direkten und indirekten Emissionen aufgrund des Stromverbrauchs für Elektro-, Küchengeräte und Licht betragen 0,7 t pro Haushalt.

CO₂-Emissionen im Wohngebäude-Klima-Modell

Auch in unserem Modell können wir für jede Wohnung die CO₂-Emissionen in Tonnen pro Jahr berechnen. Hierfür werden die modellierten Endenergieverbräuche in kWh/m²a mit der Wohnfläche und den Emissionsfaktoren in kg/kWh multipliziert. Die direkten und indirekten Emissionsfaktoren werden vom UBA publiziert. Das Bayerische Landesamt für Umwelt (LfU) hat sie in seinem CO₂-Rechner übersichtlich zusammengefasst, weshalb wir auf diese Quelle zugreifen. Lediglich für den Strommix nutzen wir die Emissionsfaktoren des UBA, da für den Stromverbrauch das LfU nicht zwischen direkten und indirekten Emissionen unterscheidet. Unter diesen Vorgaben emittiert die durchschnittliche Modellwohnung für Raumwärme und Warmwasser direkt 3,0 t und indirekt 0,6 t. Für den Stromverbrauch fallen weitere 0,7 t an. Haushalte mit einer PV-Anlage weisen durchschnittlich 0,2 t CO₂-Emissionen für den Stromverbrauch auf. Unsere Ergebnisse ähneln im Durchschnitt also den Ergebnissen der umweltökonomischen Gesamtrechnung.

Haushaltsausgaben für Strom, Wärme, Nebenkosten und Wohnen

Laut Statistischem Bundesamt betrug der Stromverbrauch der Haushalte im Jahr 2020 fast 126 TWh. Davon entfielen 6% auf Raumwärme und 11% auf Warmwasser. Diese Anteile rechnen wir pauschal aus dem Stromverbrauch, der vor allem auf Küchen-, Elektrogeräte und Licht entfällt, heraus. Dadurch beträgt der durchschnittliche jährliche Pro-Kopf-Verbrauch bei 1-Personen-Haushalten 1640 kWh, bei 2-Personen-Haushalten 1350 kWh und bei größeren Haushalten setzen wir fast 1200 kWh an. Unter diesen Vorgaben beträgt der mittlere modellierte Stromverbrauch pro Haushalt rund 2.630 kWh/a. Ein- und Zweifamilienhäuser verbrauchen rund 2.700 kWh/a und Mehrfamilienhäuser 2.580 kWh/a. Für die Raumwärme und Warmwasser benötigte Endenergie beträgt in unserem Modell für Ein- und Zweifamilienhäuser rund 22.400 kWh/a und für Mehrfamilienhäuser rund 12.500 kWh/a.

Für die modellierten Wohnungen in Ein- und Zweifamilienhäusern betragen die jährlichen Heizkosten von fossilen Heizungen rund EUR 2.600 und von nicht-fossilen Heizungen EUR 1.750. Die jährlichen Stromkosten für Ein- und Zweifamilienhäuser liegen in etwa bei EUR 1.060, wobei hier der Eigenverbrauch durch eine eventuell vorhandene PV-Anlage bereits berücksichtigt wurde. Die jährlichen Nebenkosten liegen bei rund EUR 1.880. Die Heizkosten bei Mehrfamilienhäusern liegen sowohl bei fossilen als auch nichtfossilen Heizungen fast 40% niedriger als bei Ein- und Zweifamilienhäusern. Die jährlichen Stromkosten liegen bei Mehrfamilienhäusern etwa bei EUR 950 und die Nebenkosten bei EUR 1.330.

Für diese Berechnung haben wir die Marktpreise vom 15. Juni für private Haushalte unterstellt. Diese liegen für alle Rohstoffe noch höher als vor der Energiekrise im Jahr 2022. Die Preise beginnen sich seit ein paar Monaten wieder zu normalisieren. In unsere Kalkulation fließen auch Grundpreise für Strom und Fernwärme in Höhe von EUR 120 und EUR 350 und ein Aufschlag für die Anfahrt von EUR 10 für Ölheizungen ein. Bei den Gaspreisen steckt der Grundpreis laut Verivox bereits in den Verbrauchspreisen drin. Kein Grundpreis fällt unseres Wissens bei der Lieferung von Pellets an.

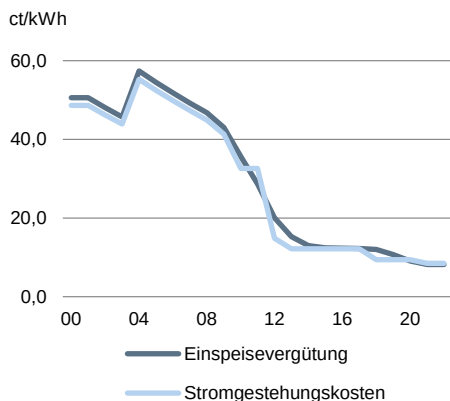
Ist eine PV-Anlage vorhanden, dann berücksichtigen wir die Einspeisevergütung. Solarstrom wird und wurde für PV-Anlagen in den ersten 20 Jahren gefördert. Deshalb bekommen um den Jahrtausendwechsel installierte Anlagen heu-



Ein Wohngebäude-Klima-Modell für Deutschland

Photovoltaik: Einspeisevergütung und Stromgestehungskosten

39

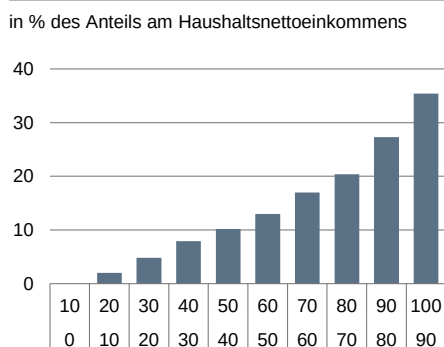


2000-2009 Stromgestehungskosten: modellbasiert auf der Entwicklung der Einspeisevergütung von 2010 bis 2022

Quellen: echtsolar.de, Solarenergie-Förderverein, Deutsche Bank Research

Perzentile für den Schuldendienst von verschuldeten Haushalten

40



Quelle: Bundesbank

te keine Förderung mehr. Die Kenntnis über das Installationsjahr erlaubt es, die Höhe der Einspeisevergütung und der Stromgestehungskosten einfließen zu lassen. Beide Größen fielen parallel von über 50 ct/kWh am Anfang der 2000er Jahre auf unter 9 ct/kWh im Jahr 2022, wobei die Einspeisevergütung typischerweise etwas über den Stromgestehungskosten liegt. Diese Kosten und Erträge sind Teil der Stromkosten.

Zudem berücksichtigen wir die Aufteilung des CO₂-Preises zwischen Mieter und Vermieter je nach der Energiebilanz der Wohnung. Dieser macht bisher aber nur wenige Euro für den Vermieter aus. Die Nebenkosten berechnen wir anhand der Daten im Mikrozensus 2022. Demnach beträgt die durchschnittliche Differenz zwischen Brutto- und Nettokaltmiete EUR 1,30 pro m². Diesen Wert setzen wir sowohl für Miet- als auch Eigentümerwohnungen an.

Im Mikrozensus 2022 liegen die Nettokaltmieten bei EUR 7,40 pro m². Diese fließen ebenfalls in unser Modell ein. Die Wohnkosten der Eigentümer berechnen wir mit Hilfe der Bundesbankumfrage „Private Haushalte und ihre Finanzen“. In der jüngsten Welle aus dem Jahr 2021 gaben 18% der Haushalte an, besicherte Kredite abzuführen. Zudem findet man dort die Höhe des Schuldendienstes gestaffelt nach Einkommensperzentilen. Demnach gab das obere Perzentil rund 35%, die mittleren Perzentile rund 13% und das untere Perzentil 1% des Einkommens für den Schuldendienst aus.

Diese Informationen berücksichtigen wir ebenfalls in unserem Modell. Demnach beträgt die Summe aus den jeweils mittleren Heiz-, Strom-, Neben- und Wohnkosten für alle Wohnungen rund 30% des Einkommens. Bei Mehrfamilienhäusern und ebenso für Mieterhaushalte betragen sie fast 40%. Für Eigentümer mit Immobilienkrediten betragen diese Kosten etwas mehr als 30% des Einkommens, während sie bei Ein- und Zweifamilienhäusern und Eigentümern ohne Immobilienkredit bei lediglich 15% liegen. Die Unterschiede beruhen vor allem auf den unterschiedlichen Ausgaben für Miete und Kredite, während die Heiz-, Strom- und Nebenkosten nur geringfügig zwischen den verschiedenen Gruppen variieren.

Ein Wohngebäude-Klima-Modell für Deutschland

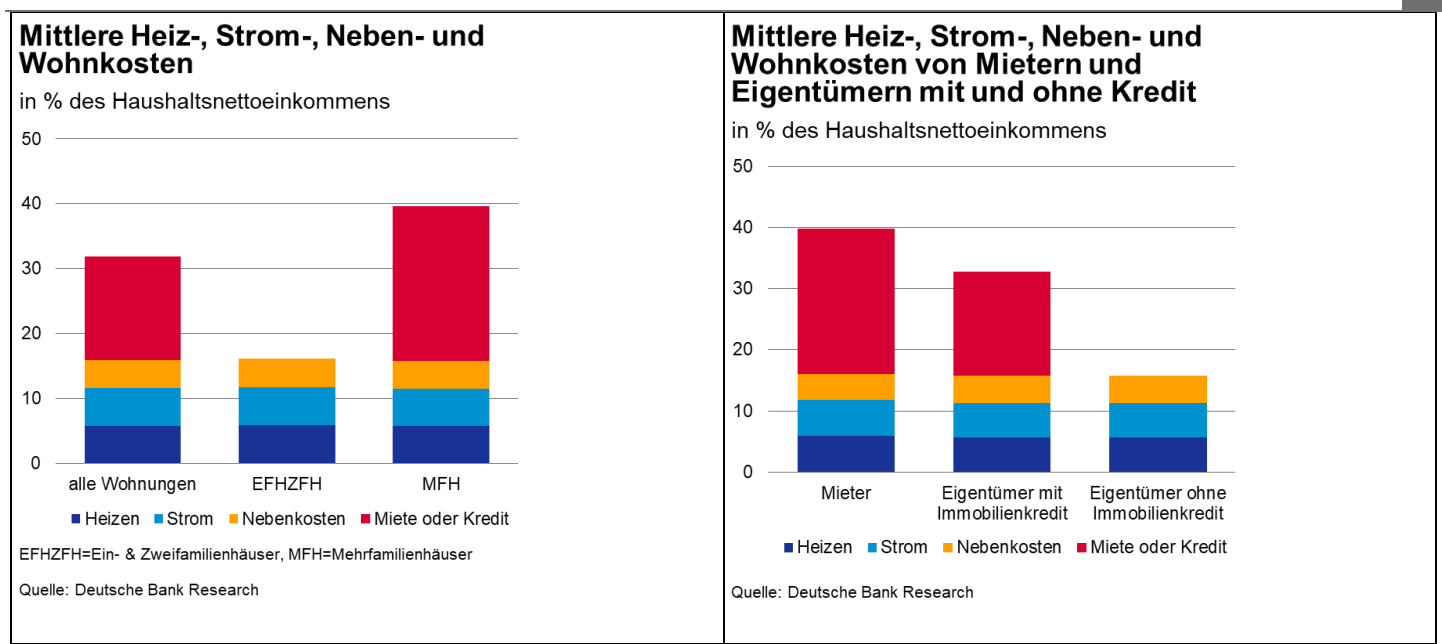
Durchschnittliche Heiz-, Strom- und Nebenkosten für Ein-, Zwei- und Mehrfamilienhäuser nach Heizungstypen 41

Ein- und Zweifamilienhäuser	Endenergie- verbrauch in kWh/a	Brenn-/ Heizwert in kWh pro...	Verbrauch pro Jahr	Preise in EUR pro...	Kosten in EUR pro Jahr
Heizkosten					
Alle Heizungen	25900				
Gas-Brennwertkessel	27600	10.78 m3	2560 m3	1.36 m3	3500
Gas-Niedertemperaturkessel	28700	9.77 m3	2938 m3	1.36 m3	4000
Heizöl-Brennwertkessel	27300	10.60 l	2575 l	0.99 l	2500
Heizöl-Niedertemperaturkessel	27200	9.94 l	2736 l	0.99 l	2700
Fossile Heizungen	27700				3200
Fernwärme	17100			14.0 kWh	2400
Pellets	23600	5.20 kg	4.5 t	446 t	2000
Luft-Wasser-WP	7400			0.317 kWh	2300
Erdgekoppelte WP	6000			0.317 kWh	1900
Nichtfossile Heizungen	13500				2200
Stromkosten					
Verbrauch ex (Raumw. & Warmw. und	2980			0.317 kWh	1060
Nebenkosten					1880

Mehrfamilienhäuser	Endenergie- verbrauch in kWh/a	Brenn-/ Heizwert in kWh pro...	Verbrauch pro Jahr	Preise in EUR pro...	Kosten in EUR pro Jahr
Heizkosten					
Alle Heizungen	13900				
Gas-Brennwertkessel	17300	10.78 m3	1605 m3	1.36 m3	2200
Gas-Niedertemperaturkessel	17300	9.77 m3	1771 m3	1.36 m3	2400
Heizöl-Brennwertkessel	17300	10.60 l	1632 l	0.99 l	1600
Heizöl-Niedertemperaturkessel	16400	9.94 l	1650 l	0.99 l	1600
Fossile Heizungen	17075				2000
Fernwärme	9200			14.0 kWh	1300
Pellets	15700	5.20 kg	3.0 t	446 t	1300
Luft-Wasser-WP	4600			0.317 kWh	1500
Erdgekoppelte WP	3200			0.317 kWh	1000
Nichtfossile Heizungen	8175				1275
Stromkosten					
Verbrauch ex (Raumw. & Warmw. & PV)	2610			0.317 kWh	950
Nebenkosten					1330

Quelle: Deutsche Bank Research

Mittlere Heiz-, Strom-, Neben- und Wohnkosten für Ein-, Zwei- und Mehrfamilienhäuser, Mieter und Eigentümer 42



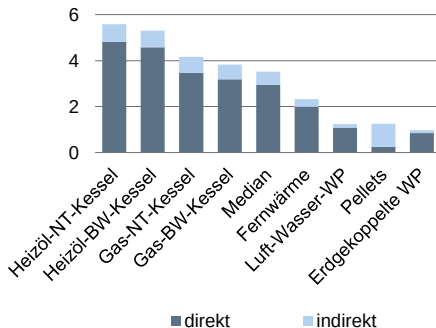


Ein Wohngebäude-Klima-Modell für Deutschland

Mittlere CO₂-Emissionen nach Heizungstypen der Modellwohnungen im Bestand

43

in t pro Jahr

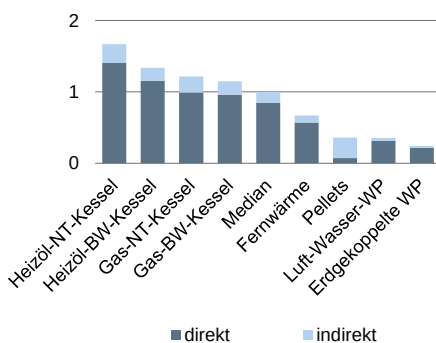


Quelle: Deutsche Bank Research

Mittlere CO₂-Emissionen nach Heizungstypen der Modellwohnungen mit Baujahr 2020 oder später

44

in t pro Jahr



BW = Brennwert, NT = Niedertemperatur, WP = Wärmepumpe

Quelle: Deutsche Bank Research

C. Beantwortung von Research-Fragen

Mit unserem Modell können wir nun Forschungsfragen beantworten.

1. Einfache Abfragen über die Höhe der CO₂-Emissionen und komplexere, bspw. über das Heizungsalter nach Heizungstypen und Einkommen

Unsere durchschnittliche Modellwohnung emittiert unabhängig vom Baujahr für Raumwärme und Warmwasser jährlich direkt 3 t und indirekt 0,6 t CO₂-Emissionen. Wohnungen mit fossilen Heizungen emittieren deutlich mehr als der Durchschnitt. Die direkten und indirekten Emissionen von Ölheizungen sind mit mehr als 5 t besonders hoch. Die Emissionen für Fernwärme liegen bei 2 t und für Pellets und Wärmepumpen bei rund 1 t. Neue Wohnungen mit modernen Heizungen weisen deutlich niedrigere Emissionen auf. In den letzten Jahren erbaute Wohnungen emittieren durchschnittlich 1 t, wobei fossile Heizungen wiederum deutlich mehr und nicht fossile deutlich weniger CO₂ produzieren.

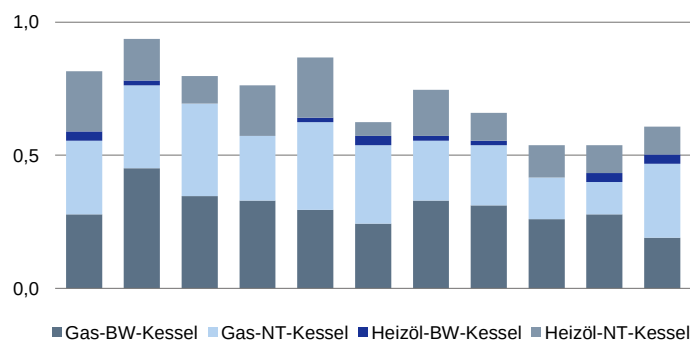
Aufgrund der niedrigen Emissionen von neuen Wohnungen reduzieren sich durch Neubau die durchschnittlichen Emissionen des Gebäudebestandes. Die absoluten Emissionen werden durch neue Wohnungen aber weiter erhöht und die Klimaziele sind somit schwieriger zu erreichen. Eine Reduktion der absoluten Emissionen des Gebäudesektors entsteht erst, wenn der Neubau ursächlich für den Abriss oder den Leerstand von bewohnten Wohnungen mit hohen Emissionen ist. Für die sektorübergreifende Erreichung der Klimaziele sind dann zusätzlich die beim Bau und Abriss entstehenden Emissionen zu berücksichtigen, die gemäß dem Klimaschutzgesetz dem Industriesektor zugerechnet werden.

Neben diesen einfachen Berechnungen kann unser Modell auch komplexere Fragen beantworten. Das aktuelle GEG enthält wie viele Vorgängergesetze ein Betriebsverbot für mehr als 30 Jahre alte Heizöl- und Gaskessel. Mit unserem Modell können wir das Alter der Heizungen nach Heizungstypen berechnen und damit über die nächsten Jahre abschätzen, welche Heizungen wann ausgetauscht werden müssen. Dies können wir auch für unterschiedliche Einkommen berechnen. So werden von Haushalten mit einem monatlichen Einkommen von unter EUR 2.000 etwa 0,5% bis 1% aller fossilen Heizungen in den kommenden Jahren ausgetauscht, während Haushalte mit einem monatlichen Einkommen von mehr als EUR 2.000 etwa 1,5% bis 2% aller fossilen Heizungen austauschen werden.

Heizungsalter nach fossilen Heizungstypen mit Monatseinkommen von bis zu EUR 2.000

45

y-Achse: in % der fossilen Heizungen im Gebäudebestand
x-Achse: Alter der Heizung

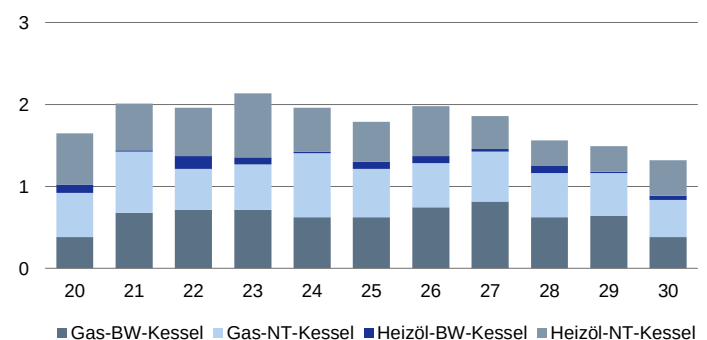


Quelle: Deutsche Bank Research

Heizungsalter nach fossilen Heizungstypen mit Monatseinkommen von EUR 2.000 und mehr

46

y-Achse: in % der fossilen Heizungen im Gebäudebestand
x-Achse: Alter der Heizung



Quelle: Deutsche Bank Research



Ein Wohngebäude-Klima-Modell für Deutschland

2. Das Erreichen des 6-Mio.-Wärmepumpenziels würde die jährlichen CO₂-Emissionen im Jahr 2030 um 13,5% reduzieren

Eines der klimapolitischen Ziele ist die Installation von 6 Mio. Wärmepumpen bis zum Jahr 2030. Hier berechnen wir die CO₂-Ersparnis im Jahr 2030 im Vergleich zum Jahr 2022. Typischerweise stehen Luft-Wasser-Wärmepumpen im Fokus der Debatte, weshalb wir von erdgekoppelten und anderen Wärmepumpen abstrahieren. Bis zum Jahr 2022 wurden laut des Bundesverbandes Wärmepumpe 1,45 Mio. Wärmepumpen eingebaut. Für unsere Berechnungen unterstellen wir, dass alle Wärmepumpen in Wohngebäude eingebaut wurden. Zudem nehmen wir an, dass Wohnungen mit Wärmepumpe diese auch noch im Jahr 2030 einsetzen. Folglich müssten bis zum Jahr 2030 weitere 4,55 Mio. Wärmepumpen in neuen oder bestehenden Gebäuden installiert werden.

Gemäß des Neubaupfads in unserem Wohnungsmarktausblick 2023 werden vom Jahr 2023 bis 2030 2,1 Mio. Wohnungen gebaut. Laut dem Statistischen Bundesamt wurde im Jahr 2022 in 57% der neuen Wohnungen eine Wärmepumpe eingebaut. Bleibt dieser Anteil bis zum Jahr 2030 konstant, dann erhöht der Neubau die Zahl der Wärmepumpen um 1,2 Mio. Heute beträgt der Endenergieverbrauch von Wohnungen mit Luft-Wasser-Wärmepumpen etwa 1.400 kWh pro Jahr. Die durchschnittlichen jährlichen CO₂-Emissionen betragen in unserem Modell 0,4 t pro Wohnung. Der Neubau erhöht somit die CO₂-Emissionen im Jahr 2030 gegenüber dem Jahr 2022 um 0,48 Mio. Tonnen.

Es verbleiben 3,35 Mio. Wärmepumpen. Wir unterstellen, dass der Austausch komplett in Ein- und Zweifamilienhäusern erfolgt. Des Weiteren nehmen wir an, dass nur Heizungen mit einem Alter von mindestens 15 Jahren, der Austausch zu zwei Dritteln gegen Gas- und zu einem Drittel gegen Ölheizungen und unabhängig vom Kesseltyp erfolgt. Gemäß diesen Kriterien beträgt die durchschnittliche Endenergie der modellierten Öl- und Gasheizung etwa jeweils 28.000 kWh/a und die durchschnittlichen CO₂-Emissionen betragen für Wohnungen mit Gasheizungen rund 6,6 t/a und mit Ölheizungen rund 8,4 t/a. Gegenüber den 0,4 t für neue Wohnungen mit Luft-Wasser-Wärmepumpe reduzieren sich die CO₂-Emissionen der Bestandswohnungen um rund 22,9 Mio. t. Ohne die zusätzlichen Emissionen im Neubau reduzieren sich die CO₂-Emissionen folglich um rund 22,4 Mio. t. Der weitere Ausbau von erneuerbaren Energien bei der Stromproduktion könnte die Emissionen der 6 Mio. Wärmepumpen weiter reduzieren. Zudem könnte technischer Fortschritt die Jahresarbeitszahl deutlich erhöhen. Unserer Abschätzung nach liegt das hierin begründete zusätzliche Einsparpotenzial bei weiteren 4 bis 5 Mio. t. Unterstellt man in Summe eine Einsparung von 26,9 Mio. t, dann ist dies eine Reduktion um 13,5% relativ zu den direkten und indirekten CO₂-Emissionen im Jahr 2022 in Höhe von fast 199 Mio. t.

3. Der Fernwärmeausbau reduziert die CO₂-Emissionen um 4%

Auch mehr Fernwärmeanschlüsse sollen die Emissionen reduzieren. Laut dem Hintergrundpapier „Gebäudestrategie Klimaneutralität 2045“ der Bundesregierung soll die Zahl der Anschlüsse von 6,8 Mio. im Jahr 2022 auf rund 9 Mio. im Jahr 2030 zulegen. Wir unterstellen, dass dieser Anstieg um 2,2 Mio. Anschlüsse komplett in Mehrfamilienhäusern erfolgt. In den letzten Jahren entfällt in etwa 60% des Neubaus auf Mehrfamilienhäuser. Im Jahr 2022 wurden 21% der neuen Wohngebäude ans Fernwärmenetz angeschlossen. Wir unterstellen diese Quote bis zum Jahr 2030 für Mehrfamilienhäuser. Gemäß des Neubaupfads in unserem Wohnungsmarktausblick 2023 werden vom Jahr 2023 bis 2030 2,1 Mio. Wohnungen gebaut. Hiervon sind dann 1,26 Mio. in Mehrfamilienhäusern und 0,26 Mio. werden ans Fernwärmenetz angeschlossen. Diese weisen eine durchschnittliche Endenergie von 2.200 kWh pro Jahr und CO₂-Emissionen



Ein Wohngebäude-Klima-Modell für Deutschland

von 0,7 t pro Jahr auf. In Summe emittieren diese neuen Wohnungen mit Fernwärme dann zusätzlich 0,18 Million Tonnen CO₂.

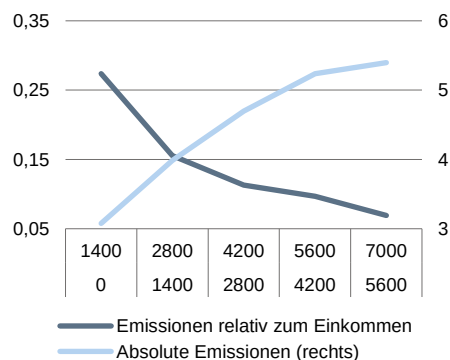
Für die verbleibenden 1,94 Mio. Wohnungen im Bestand unterstellen wir den Tausch einer fossilen Heizung gegen Fernwärme. Auch hier unterstellen wir, dass nur 15 Jahre alte und ältere Heizungen ausgetauscht werden. In Mehrfamilienhäusern beträgt der durchschnittliche Endenergieverbrauch sowohl für Öl- als auch Gasheizungen etwa 17.000 kWh/a. Die zugehörigen CO₂-Emissionen betragen für Gasheizungen rund 4,0 t pro Jahr und für eine Ölheizung rund 5,1 t pro Jahr. Unterstellt man, dass doppelt so viele Gas- wie Ölheizungen ausgetauscht werden, was dem Verhältnis im Bestand entspricht, dann emittieren die 1,94 Mio. Wohnungen rund 7,2 Mio. t CO₂ pro Jahr. Reduziert um den Neubau sinken die CO₂-Emissionen im Jahr 2030 um 7,0 Mio. t. Auch hier könnten sich die Emissionsfaktoren durch einen größeren Anteil der Erneuerbaren Energien bei der Fernwärmeproduktion reduzieren. Unterstellt man eine weitere Einsparung um 1 Mio. t, dann betragen die eingesparten 8,0 Mio. t CO₂ rund 4,0% relativ zu den direkten und indirekten CO₂-Emissionen im Jahr 2022.

4. Historische Pfadabhängigkeit erklärt wohl Orientierung an den Emissionen pro Quadratmeter und nicht pro Wohnung oder pro Gebäude

Das GEG ist an der End- und Primärenergie ausgerichtet. Dabei ist der Verbrauch pro Quadratmeter und pro Jahr eine zentrale Regulierungsgröße. Dies ist wohl eine historische Folge der WSV und der EnEV. Dort werden die U-Werte (bzw. in den WSV Wärmedurchgangs- und Fugendurchlasskoeffizienten), Wärmebrücken, Warmwasserverbrauch, Primärenergie etc. auf Quadratmeterbasis geregelt. Durch diese Fokussierung kann heute ein Haus der Energieeffizienzklasse A+ mit einem Verbrauch von nur 10 kWh/m²a in der Summe mehr Energie verbrauchen und auch mehr CO₂ emittieren als eine Wohnung in der Effizienzklasse G mit deutlich mehr als 200 kWh/m²a. Hierfür muss man lediglich eine relativ große Wohnfläche des Hauses bzw. eine relativ kleine der Wohnung ansetzen. Da die gesetzlichen Vorgaben gemäß Klimaschutzgesetz für das Jahr 2030 auf absoluten CO₂-Emissionen beruhen und voraussichtlich verfehlt werden, könnte eine Orientierung an den Gesamtemissionen einer Wohnung anstatt pro Quadratmeter stärker in den Fokus rücken.

CO₂-Emissionen nach monatlichem Einkommen

linke y-Achse: kg pro EUR
rechte y-Achse: t pro Jahr



Quelle: Deutsche Bank Research

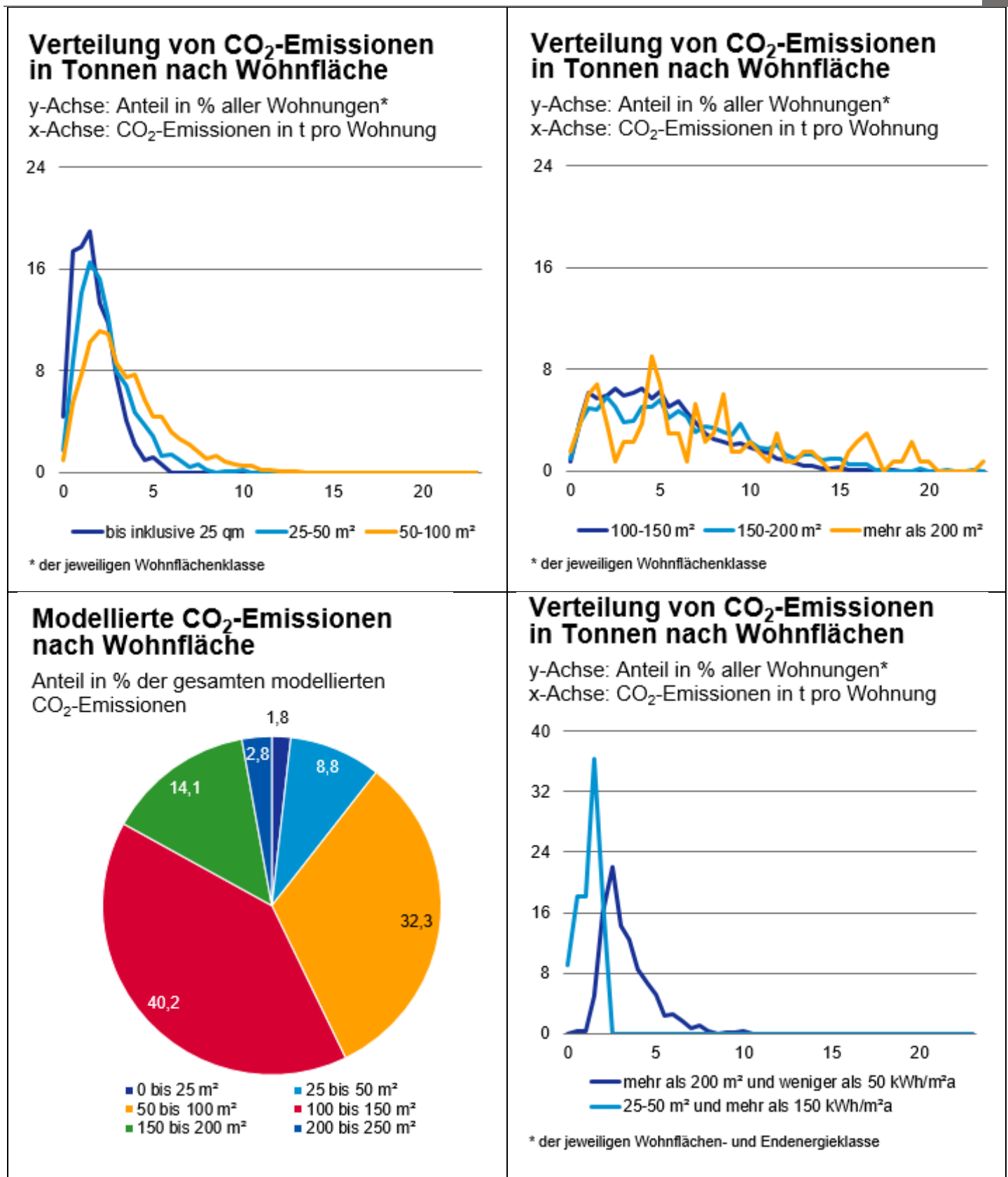
Mit unserem Modell können wir CO₂-Emissionen der Wohnungen nach unterschiedlichen Wohnflächen berechnen. Die Grafik 48 zeigt, dass größere Wohnungen oftmals deutlich mehr emittieren. Angesichts der hohen Korrelation zwischen Wohnfläche und Einkommen nehmen die Emissionen der Haushalte auch mit dem Einkommen zu (Grafik 47). Jedoch gibt es weniger große als kleine Wohnungen, wodurch große Wohnungen insgesamt relativ wenig zu den Gesamtemissionen beitragen. So beträgt der Anteil der CO₂-Emissionen von Wohnungen mit mehr als 200 m² nur 2,8% und die Wohnungen mit mehr als 150 m² bis 200 m² 14,1% an den Emissionen aller Wohnungen. Eigentümer großer Wohnungen dürften grundsätzlich mehr finanzielle Spielräume haben als die Eigentümer kleinerer Wohnungen. Zudem könnte man über die kommenden Jahre sukzessive kleinere Wohnflächen regulatorisch erfassen. Die Eigentümer der kleineren Wohnungen könnten dann später von den Erfahrungen und dem technischen Fortschritt profitieren. Dies könnte zu weniger sozialen Härten, geringeren Subventionen und einer höheren Akzeptanz in der Bevölkerung beitragen.

Jochen Möbert (+49 69 910-31727, jochen.moebert@db.com)

Ein Wohngebäude-Klima-Modell für Deutschland

Verteilung der CO₂-Emissionen nach Wohnfläche in unserem Modell

48



Quelle: Deutsche Bank Research



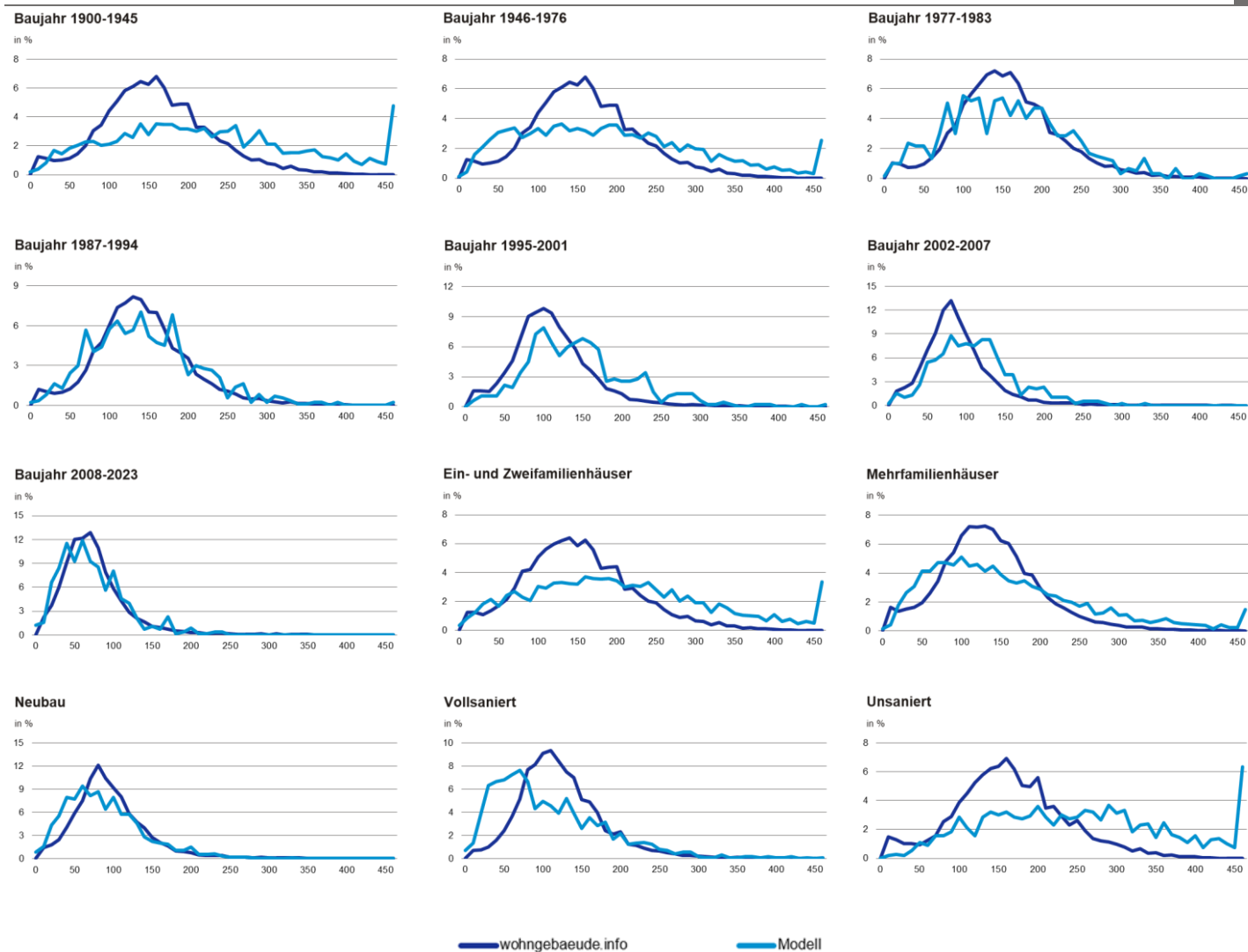
D. Appendix

Appendix 1

Eine der wichtigsten Variablen für die Klimapolitik ist der Endenergieverbrauch pro Quadratmeter und Jahr. Die wohl umfangreichste Datensammlung besitzt die Firma co2online. Nutzer können auf co2online.de in Energiesparchecks Daten eintragen und so ihre Energieverbräuche mit anderen vergleichen. Diese Informationen wurden seit dem Jahr 2001 zumeist online gesammelt. Wesentliche empirische Auswertungen dieser Angaben werden auf wohngebaeude.info veröffentlicht. Unsere Modellergebnisse ähneln den empirischen Daten von wohngebaeude.info, was die Validität unserer Ergebnisse unterstreichen dürfte.

Vergleich von Verteilungen von Endenergieverbräuchen pro Wohnung in kWh/m²a

49



Quellen: wohngebaeude.info, Deutsche Bank Research



Appendix 2

Die folgenden Eigenschaften modellieren wir in der aktuellen Fassung nicht:

- Wir modellieren keine Einzel- und Etagenheizungen. Wir modellieren auch nicht, ob ein Wohngebäude eine oder mehrere Heizungen hat.
- Solarthermie bleibt unberücksichtigt. Laut BDEW gab es im Jahr 2021 2,5 Mio. Solarthermieanlagen mit 21,6 Mio. Quadratmetern Kollektorfläche, die hauptsächlich Warmwasser generieren.
- Bei der Bestimmung des Wärmeenergiebedarfs werden keine Wärmebrücken berücksichtigt. Ebenso ignorieren wir bei den solaren Wärmegegewinnen die Himmelsrichtung. Zudem ist der Neigungswinkel der Sonneneinstrahlung auf die Fenster in unserem Modell stets 90° relativ zum Boden.
- Regionale Unterschiede: Wie unterschiedliche Wohnflächen und Haushaltsgrößen in Großstädten und außerhalb, ebenso unterschiedliche regionale Verteilung von Heizungsarten oder die unterschiedliche Anzahl von Sonnen- und Heizstunden pro Jahr in Nord- und in Süddeutschland.
- Da wir den Ort der Heizung nicht modellieren, setzen wir auch nur einen Preis für Fernwärme an. Laut AGFW lag der durchschnittliche Fernwärmepreis im Jahr 2022 über alle Bundesländer bei EUR 119,45 pro MWh, im günstigsten Bundesland Rheinland-Pfalz bei EUR 70,75 pro MWh und im teuersten Bundesland Saarland EUR 181,33 pro MWh. Es gibt also eine große Spannweite, die wir nicht abbilden.
- Unterschiede in der Leistungsfähigkeit der Photovoltaik-Anlagen: Neuere, nach Süden ausgerichtete und Anlagen mit einem optimalen Neigungswinkel haben in der Regel besonders hohe Erträge. Diese Faktoren fließen nicht in unser Modell ein.
- Wir berücksichtigen auch keine Investitionskosten und die durch Neubau und Abriss entstehenden CO₂-Emissionen.



Ein Wohngebäude-Klima-Modell für Deutschland

Formelappendix

Vereinfachte Berechnung des Heizwärmebedarfs nach DIN V 4108-6

50

*Transmissionswärmeverluste = Verluste durch Dach + Verluste durch Außenwand +
Verluste durch Fenster & Türen + Verluste durch Boden*

*Verluste durch Dach = $U_{\text{Dach}} * \text{Dachfläche} * (\text{Innentemperatur} - \text{Außentemperatur}) * 24/1000$*

*Verluste durch Außenwand = $U_{\text{Außenwand}} * \text{Außenwandfläche} * (\text{Innentemperatur} - \text{Außentemperatur}) * 24/1000$*

*Verluste durch Fenster & Türen = $U_{\text{Fenster\&Türen}} * \text{Fensterflächen und Türenflächen} * (\text{Innentemperatur} - \text{Außentemperatur}) * 24/1000$*

*Verluste durch Boden = $U_{\text{Boden}} * \text{Bodenfläche} * (\text{Innentemperatur} - \text{Außentemperatur}) * 24/1000$*

U = Wärmedurchgangskoeffizient des jeweiligen Bauteils in $\frac{W}{m^2K}$

*Lüftungsverluste = Spezifische Wärmekapazität der Luft * Luftwechsel pro Stunde * Beheiztes Raumvolumen *
(Innentemperatur – Außentemperatur) * 24/1000*

Spezifische Wärmekapazität der Luft = $0,34 \frac{Wh}{m^3K}$ Luftwechsel pro Stunde = 0,65

*Interne Wärmegewinne = mittlere interne Wärmeleistung * Dauer der Heizperiode * Wohnfläche * $\frac{24}{1000}$*

mittlere interne Wärmeleistung = $5 \frac{W}{m^2}$ laut Gebäudeenergiegesetz

Dauer der Heizperiode

= Anzahl der Tage pro Jahr, bei denen die Außentemperatur die Heizgrenztemperatur unterschreitet

= 222 Tage pro Jahr bei einer Heizgrenztemperatur von 15°C

Solare Wärmegewinne

*= Gesamtenergiedurchlassgrad * Verschattungsfaktor * mittlere monatliche Strahlungsintensität
* Türenflächen & Fensterflächen*

Gesamtenergiedurchlassgrad = 0,6 Verschattungsfaktor = 0,567

mittlere monatliche Strahlungsintensität = $170 \frac{kWh}{m^2a}$

Nutzenergiebedarf = Heizwärmebedarf

*= Gradtagzahlfaktor * (Transmissionswärmeverluste + Lüftungsverluste)*

– interne Wärmegewinne – solare Wärmegewinne

Gradtagzahlfaktor = $\frac{24}{1000}$ Gradtagzahl

*Gradtagzahl = Summe der Differenzen zwischen einer angenommenen Rauminnentemperatur und der jeweiligen
durchschnittlichen Tagesaußentemperatur unterhalb der Heizgrenztemperatur für alle Tage eines Jahres*

Quellen: Schild und Willems (2022), Deutsche Bank Research



E. Literatur

- Diefenbach, N., T. Loga, B. Stein (2015): Szenarienanalysen und Monitoringkonzepte im Hinblick auf die langfristigen Klimaschutzziele im deutschen Wohngebäudebestand. Bericht im Rahmen des europäischen Projekts EPISCOPE. Institut Wohnen und Umwelt, September 2015.
- Manuel Frondel, Andreas Gerster, Kathrin Kaestner, Michael Pahle, Antonia Schwarz, Puja Singhal und Stephan Sommer (2022): Das Wärme- & Wohnen-Panel zur Analyse des Wärmesektors: Ergebnisse der ersten Erhebung aus dem Jahr 2021. RWI-Materialien, No. 152.
- Mailach, Bettina und Bert Oschatz (2021): BDEW-Heizkostenvergleich Altbau 2021. Ein Vergleich der Gesamtkosten verschiedener Systeme zur Heizung und Warmwasserbereitung in Altbauten.
- Mailach, Bettina und Bert Oschatz (2021): BDEW-Heizkostenvergleich Neubau 2021. Ein Vergleich der Gesamtkosten verschiedener Systeme zur Heizung und Warmwasserbereitung in Neubauten.
- Michelsen, Claus, Karsten Neuhoff und Anne Schopp (2013): Wärmemonitor Deutschland 2013: Gesunkener Heizenergiebedarf, gestiegene Kosten. DIW Wochenbericht.
- Möbert, Jochen (2021): Ausblick auf den deutschen Wohnungsmarkt 2021. Hauspreiszyklus könnte im Jahr 2024 enden. Deutsche Bank Research.
- Möbert, Jochen (2023): Ausblick auf den deutschen Wohnungsmarkt 2023. Preisdelle und Zinsgipfel voraus. Langfristig deutlich höhere Preise wahrscheinlich. Sanierungskosten werden eingerechnet. Deutsche Bank Research.
- Rau, Dominik, et al. (2022): Hintergrundpapier zur Gebäudestrategie Klimaneutralität 2045. Gutachten im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz.
- Schild, K. und W. M. Willems (2022): Wärmeschutz. Detailwissen Bauphysik. Springer Fachmedien Wiesbaden
- Köveker, Till, Mats Kröger und Franziska Schütze (2022): Wärmemonitor 2020 und 2021: Heizenergie bedarf leicht gesunken, Klimaziele aber verfehlt. DIW Wochenbericht.
- Walberg, Dietmar, Timo Gniechwitz, Klaus Paare und Thorsten Schulze (2022): Wohnungsbau: Die Zukunft des Bestandes. Studie zur aktuellen Bewertung des Wohngebäudebestands in Deutschland und seiner Potenziale, Modernisierungs- und Anpassungsfähigkeit. Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e.V.



Deutschland-Monitor

In der Reihe „Deutschland-Monitor“ greifen wir politische und strukturelle Themen mit großer Bedeutung für Deutschland auf. Darunter fallen die Kommentierung von Wahlen und politischen Weichenstellungen sowie Technologie- und Branchenthemen, aber auch makroökonomische Themen, die über konjunkturelle Fragestellungen – die im Ausblick Deutschland behandelt werden – hinausgehen.

Unsere Publikationen finden Sie unentgeltlich auf unserer Internetseite www.dbresearch.de. Dort können Sie sich auch als regelmäßiger Empfänger unserer Publikationen per E-Mail eintragen.

Für die Print-Version wenden Sie sich bitte an:
Deutsche Bank Research
Marketing
60262 Frankfurt am Main
Fax: +49 69 910-31877
E-Mail: marketing.dbr@db.com

Schneller via E-Mail:
marketing.dbr@db.com

- ▶ Ein Wohngebäude-Klima-Modell für Deutschland 5. Juli 2023
- ▶ Kosten der Stromerzeugung:
Auf die Systemkosten kommt es an 30. Mai 2023
- ▶ Ausblick auf den deutschen Wohnungsmarkt 2023:
Preisdelte und Zinsgipfel voraus 18. April 2023
- ▶ Digitaler Aufbruch für Deutschland:
Digitalstrategie der Bundesregierung 2022-2025 25. Oktober 2022
- ▶ Deutschem Arbeitsmarkt droht schwieriger Winter ... 13. Oktober 2022
- ▶ Energiekrise trifft Industrie bis ins Mark 5. Oktober 2022
- ▶ 2022: Rekordzuzug seit 1990. 2030: Fast 86 Mio. Einwohner.
Wohnraumknappheit verschärft sich 2. August 2022
- ▶ Ein außergewöhnlicher Halbleiterzyklus: Sonderfaktoren
sowie zyklische und geopolitische Effekte 30. Mai 2022
- ▶ Ausblick auf den deutschen Wohnungsmarkt 2022 ff. 1. April 2022
- ▶ Deutsche Energieversorgung an einem
historischen Wendepunkt 30. März 2022
- ▶ Die Bedeutung systemischer Komplexität und Kritikalität
für volkswirtschaftliche Prognosen 22. Dezember 2021

© Copyright 2023. Deutsche Bank AG, Deutsche Bank Research, 60262 Frankfurt am Main, Deutschland. Alle Rechte vorbehalten. Bei Zitaten wird um Quellenangabe „Deutsche Bank Research“ gebeten.

Die vorstehenden Angaben stellen keine Anlage-, Rechts- oder Steuerberatung dar. Alle Meinungsansagen geben die aktuelle Einschätzung des Verfassers wieder, die nicht notwendigerweise der Meinung der Deutsche Bank AG oder ihrer assoziierten Unternehmen entspricht. Alle Meinungen können ohne vorherige Ankündigung geändert werden. Die Meinungen können von Einschätzungen abweichen, die in anderen von der Deutsche Bank veröffentlichten Dokumenten, einschließlich Research-Veröffentlichungen, vertreten werden. Die vorstehenden Angaben werden nur zu Informationszwecken und ohne vertragliche oder sonstige Verpflichtung zur Verfügung gestellt. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit oder Angemessenheit der vorstehenden Angaben oder Einschätzungen wird keine Gewähr übernommen.

In Deutschland wird dieser Bericht von Deutsche Bank AG Frankfurt genehmigt und/oder verbreitet, die über eine Erlaubnis zur Erbringung von Bankgeschäften und Finanzdienstleistungen verfügt und unter der Aufsicht der Europäischen Zentralbank (EZB) und der Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht (BaFin) steht. Im Vereinigten Königreich wird dieser Bericht durch Deutsche Bank AG, Filiale London, Mitglied der London Stock Exchange, genehmigt und/oder verbreitet, die von der UK Prudential Regulation Authority (PRA) zugelassen wurde und der eingeschränkten Aufsicht der Financial Conduct Authority (FCA) (unter der Nummer 150018) sowie der PRA unterliegt. In Hongkong wird dieser Bericht durch Deutsche Bank AG, Hong Kong Branch, in Korea durch Deutsche Securities Korea Co. und in Singapur durch Deutsche Bank AG, Singapore Branch, verbreitet. In Japan wird dieser Bericht durch Deutsche Securities Inc. genehmigt und/oder verbreitet. In Australien sollten Privatkunden eine Kopie der betreffenden Produktinformation (Product Disclosure Statement oder PDS) zu jeglichem in diesem Bericht erwähnten Finanzinstrument beziehen und dieses PDS berücksichtigen, bevor sie eine Anlageentscheidung treffen.