

# EIN CO<sub>2</sub>-GARANTIEFONDS FÜR KLIMASCHUTZINVESTITIONEN IM GEBÄUDESEKTOR

Max Gierkink, Samir Jeddi, Helena Kreuter, Lena Pickert, Michael Thöne

Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln (EWI) gGmbH &  
Finanzwissenschaftliches Forschungsinstitut an der Universität zu Köln (FiFo Köln) gGmbH

Dezember 2021

# Autorinnen und Autoren



Energiewirtschaftliches Institut an der  
Universität zu Köln (EWI) gGmbH

**Max Gierkink**

Manager

+49 (0)221 277 205

[max.gierkink@ewi.uni-koeln.de](mailto:max.gierkink@ewi.uni-koeln.de)

**Samir Jeddi**

Research Associate

[samir.jeddi@ewi.uni-koeln.de](mailto:samir.jeddi@ewi.uni-koeln.de)

**Lena Pickert**

Research Consultant

[lena.pickert@ewi.uni-koeln.de](mailto:lana.pickert@ewi.uni-koeln.de)



Finanzwissenschaftliches Forschungsinstitut an der  
Universität zu Köln (FiFo Köln)

**Dr. Michael Thöne**

Geschäftsführender Direktor

+49 (0)221 13 97 51 0

[thoene@fiffo-koeln.de](mailto:thoene@fiffo-koeln.de)

**Helena Kreuter, Ph.D.**

Wissenschaftliche Mitarbeiterin

[kreuter@fiffo-koeln.de](mailto:kreuter@fiffo-koeln.de)

Das Energiewirtschaftliche Institut an der Universität zu Köln ist eine gemeinnützige GmbH, die sich der anwendungsnahen Forschung in der Energieökonomik und Energie-Wirtschaftsinformatik widmet und Beratungsprojekte für Wirtschaft, Politik und Gesellschaft durchführt. Das Finanzwissenschaftliche Forschungsinstitut an der Universität zu Köln ist ebenfalls eine gemeinnützige GmbH und wird getragen von einem gemeinnützigen Verein, der Gesellschaft zur Förderung der finanzwissenschaftlichen Forschung e.V.. Der wissenschaftliche Betrieb der beiden Institute wird finanziert durch Einnahmen aus Forschungsprojekten, Analysen und Gutachten für öffentliche und privatwirtschaftliche Auftraggeber. Eine Einflussnahme auf die wissenschaftliche Arbeit oder die Beratungstätigkeit des Energiewirtschaftlichen Instituts an der Universität zu Köln und des Finanzwissenschaftlichen Forschungsinstituts an der Universität zu Köln durch Dritte ist ausgeschlossen. Die Haftung für Folgeschäden, insbesondere für entgangenen Gewinn oder den Ersatz von Schäden Dritter, ist ausgeschlossen.

## Hinweise zur Veröffentlichung

Die Analyse wurde verfasst im Auftrag des Zentralverbands Sanitär Heizung Klima, Vaillant Deutschland GmbH & Co. KG und Viessmann Climate Solutions SE.

Die wesentlichen Arbeiten erfolgten zwischen Februar bis Juni 2021.

Der Koalitionsvertrag der neuen Bundesregierung sieht zum beschleunigten Klimaschutz unter anderem vor, „mehr privates Kapital für Transformationsprojekte [zu] aktivieren“ und zu prüfen, „welche Beiträge öffentliche Förderbanken kapitalmarktnah zur Risikoabsicherung leisten können.“ Außerdem werden Carbon Contracts for Differences (Klimaverträge, CCfDs) explizit als geeignetes Förderinstrument für den Klimaschutz angesprochen.

Das neue Konzept eines CO<sub>2</sub>-Garantiefonds umfasst ebendiese Aspekte:

- die Aktivierung privaten Kapitals für den Klimaschutz und
- die Risikoabsicherung von Investitionen durch Förderbanken wie z.B. der KfW mithilfe von CCfDs.

Die Kombination dieser Elemente für den Gebäudesektor sehen wir als das besondere Novum des Konzepts an. Die Veröffentlichung der Analyse soll daher einen Beitrag leisten, die notwendigen neuen Weichenstellungen mit innovativem Instrumentarium angehen zu können.

Es ist jedoch zu beachten, dass sich einige der möglichen Rahmenbedingungen seit Analyseerstellung etwas geändert haben, beispielsweise die avisierte Abschaffung der EEG-Umlage oder der geplante Ausbau von Photovoltaik-Anlagen.

## 1 Kurzfassung

## 2

### Motivation & Einleitung

2.1 Überblick über den Wärmesektor

2.2 Konzept des CO<sub>2</sub>-Garantiefonds und der vorliegenden Analyse

## 3

### Methodik & Annahmen

3.1 Fallbeispiele

3.2 Preisszenarien und weitere Annahmen

## 4

### Zentrale Ergebnisse

4.1 Rentabilität der Fallbeispiele

4.2 Ausgestaltungsoptionen der Förderinstrumente eines CO<sub>2</sub>-Garantiefonds

4.3 Institutionelle Ausgestaltung

4.4 Weiterer Analysebedarf

# Kurzfassung

# Die Analyse auf einen Blick (1/5)

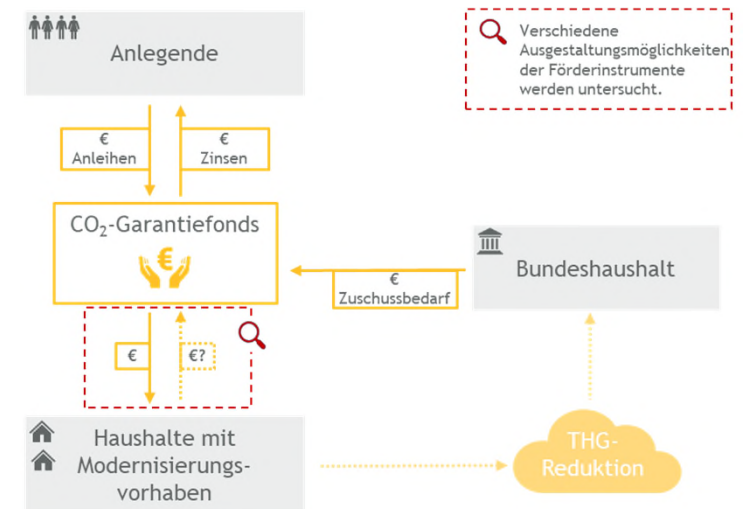
## Motivation

Die Reduktion der THG-Emissionen im Gebäudesektor stellt eine der zentralen Herausforderungen auf dem Weg zur Klimaneutralität dar. Seit 1990 wurden die Emissionen von 210 Mio. tCO<sub>2</sub>-Äq. auf 120 Mio. tCO<sub>2</sub>-Äq. (-43%) reduziert. Gemäß des Klimaschutzgesetzes sollen im Jahr 2030 maximal 67 Mio. tCO<sub>2</sub>-Äq. (-44%) ausgestoßen werden. Die Klimaschutzbemühungen im Gebäudesektor müssen sich also deutlich beschleunigen. Die aktuellen Förderinstrumente und die preislichen Rahmenbedingungen einschließlich Energiesteuer und dem nationalem Emissionshandel im Rahmen des Brennstoffemissionshandelsgesetzes (BEHG) - bieten für viele Immobilieneigner jedoch keine ausreichenden Anreize, um die benötigten Investitionen zu tätigen. Insbesondere die geringe Planungssicherheit im Hinblick auf die CO<sub>2</sub>-Preisentwicklung könnte in Anbetracht der langen Investitionszyklen ein zentrales Hemmnis für Gebäudesanierung oder Heizungsaustausch darstellen.

## Das Konzept eines CO<sub>2</sub>-Garantiefonds

Der Koalitionsvertrag der neuen Bundesregierung sieht vor, „mehr privates Kapital für Transformationsprojekte [zu] aktivieren“ und zu prüfen, „welche Beiträge öffentliche Förderbanken kapitalmarktnah zur Risikoabsicherung leisten können.“ Ein CO<sub>2</sub>-Garantiefonds könnte dies bewerkstelligen, indem er mit Hilfe von Anleihen (Green Bonds) eine Brücke zwischen dem (zumeist unverzinsten) deutschen Privatkapital und dem ansteigenden Investitionsbedarf im Gebäudesektor bildet. Mit dem Kapital, das der CO<sub>2</sub>-Garantiefonds dadurch akkumuliert, werden wiederum Klimaschutzinvestitionen mitfinanziert und gefördert. In dieser Analyse untersuchen wir mögliche Ausgestaltungsoptionen eines CO<sub>2</sub>-Garantiefonds im Hinblick auf den Gebäudesektor. Das Konzept des CO<sub>2</sub>-Garantiefonds könnte auch auf andere Endenergieverbrauchssektoren übertragen werden.

Konzept des CO<sub>2</sub>-Garantiefonds



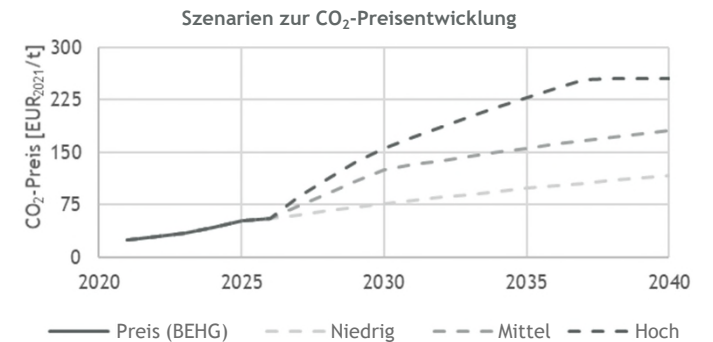
# Die Analyse auf einen Blick (2/5)

## Quantifizierung der Rentabilität von exemplarischen Investitionen im Gebäudesektor

Unter Berücksichtigung verschiedener CO<sub>2</sub>-Preispfade im nationalen Emissionshandel und Annahmen zur Entwicklung von Endverbraucherpreisen für Strom- und Brennstoffe, berechnen wir die Rentabilität von Modernisierungsmaßnahmen mit Hilfe der Gegenwartswert Methode (engl. Net Present Value, NPV). Die Fortschreibung der jährlichen Steigerungsrate, die im BEHG bis 2026 festgeschrieben ist, verkörpert dabei das niedrigste Preisszenario. Dieses liegt im Jahr 2040 mit ca. 140 EUR/t CO<sub>2</sub> unterhalb der normativen Preisszenarien zur Erreichung der Klimaziele im Gebäudesektor. Dies veranschaulicht die Unsicherheit hinsichtlich zukünftiger CO<sub>2</sub>-Preise.

Der Fokus der Gegenwartswert-Berechnungen liegt auf fünf exemplarischen Einfamilienhäusern. Die Tabula-Datenbank des Instituts für Wohnen und Umwelt dient dabei als Grundlage für die Definition der Fallbeispiele. Diese unterscheiden sich nach Baujahr, Fläche, Personenanzahl im Haushalt und Modernisierungszustand. Darüber hinaus variieren die verwendeten Heizungsanlage und deren Einbaujahre zwischen den Fallbeispielen - drei Haushalte haben eine Gasheizung zwei haben eine Ölheizung. Die Fallbeispiele versuchen somit die Heterogenität des Einfamilienhausbestandes und seiner Einsparpotenziale abzubilden. Wir betrachten unterschiedliche Modernisierungsmaßnahmen und bilden damit sowohl Einzelmaßnahmen, wie den Tausch einer Heizungsanlage (Wärmepumpen und Gasbrennwertgeräte), als auch umfassende Dämmungsmaßnahmen (Gebäudefassade und Fenster) ab.

Anhand der unterschiedlichen Modernisierungsmaßnahmen in den Fallbeispielen quantifizieren wir die CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten, Fördermittel-Bedarfe und Ausgestaltungsmöglichkeiten von Förderinstrumenten unter Berücksichtigung möglicher Entwicklungen von Energie- und CO<sub>2</sub>-Preisen.



	Heizungssystem	Maßnahme
Reihenhaus	Öl (15 J.)	Gasbrennwert
EFH_60er	Gas (15 J.)	Luftwärmepumpe + Dämmung
EFH_80er	Gas (15 J.)	Gasbrennwert + Dämmung
EFH_90er	Öl (10 J.)	Luftwärmepumpe + neue Fenster
EFH_00er	Gas (10 J.)	Luftwärmepumpe

Übersicht der betrachteten Fallbeispiele

# Die Analyse auf einen Blick (3/5)

## Berechnungen zur Rentabilität der Modernisierungsmaßnahmen

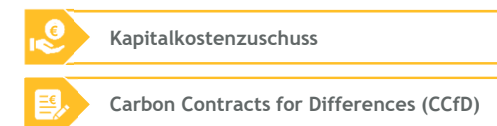
Unsere Berechnungen zeigen, dass mit der bestehenden Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) hohe CO<sub>2</sub>-Preise notwendig sind, um die Investitionen der betrachteten Fallbeispiele anzureizen. Wir nehmen hierbei an, dass bei der Erreichung einer Mindestrendite von 2% ein hinreichender Anreiz zur Investition besteht. Bestenfalls liegen die Barwerte der Investitionen über einen Zeitraum von 20 Jahren und ohne zusätzliche Förderung zwischen ca. 3.500 und -17.000 Euro. Bei niedrigen bis moderaten CO<sub>2</sub>-Preisen sind die Barwerte der Investitionen aller Fallbeispiele negativ, insbesondere bei der Steigerungsrate, die bisher im BEHG festgeschrieben ist. Selbst bei Fallbeispielen mit moderaten CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten würden zusätzliche Förderungen als Investitionsanreiz benötigt. Dabei berücksichtigen die Berechnungen bereits BEG-Förderungen, die in den betrachteten Fallbeispielen bis zu 18.000 Euro betragen (35% der Investitionskosten des *EFH\_60er*). Ob eine Investition im Rahmen eines CO<sub>2</sub>-Garantiefonds darüber hinaus förderwürdig ist, sollte unter Berücksichtigung der CO<sub>2</sub>-Einsparungen und der jeweiligen CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten bestimmt werden. Beispielsweise scheint das Fallbeispiel (*EFH\_80er*) aufgrund hoher Kosten und niedriger CO<sub>2</sub>-Einsparungen nicht förderwürdig.

## Betrachtete Förderinstrumente

Neben herkömmlichen Subventionen, wie Kapitalkostenzuschüssen, analysieren wir die Anwendung innovativer Förderinstrumentes - der Carbon Contracts for Difference (CCfDs). Dies sind Verträge zwischen dem CO<sub>2</sub>-Garantiefonds und einem Haushalt, die pro Tonne eingespartem CO<sub>2</sub> die Differenz zwischen einem vorab festgelegten Preis, dem sogenannten Strike Preis, und dem tatsächlich eintretenden CO<sub>2</sub>-Preis auszahlen. Das schafft Investitionssicherheit. Auch die neue Bundesregierung kennzeichnet CCfDs im Koalitionsvertrag als interessantes wirtschaftliches Instrument - insbesondere für die Grundstoffindustrie. Der CO<sub>2</sub>-Garantiefonds ermöglicht es, dieses innovative Konzept auch im viel kleinteiliger strukturierten und dadurch eigentlich schwierigeren Gebäudebereich anzuwenden.

	Niedrig	Mittel	Hoch
Reihenhaus	-283	-75	76
EFH_60er	-3.526	-98	3.487
EFH_80er	-19.641	-18.241	-16.811
EFH_90er	-4.786	-2.304	365
EFH_00er	-2.423	-1.084	356

Kapitalwert je CO<sub>2</sub>-Preisszenario & Fallbeispiel (inkl. BEG-Förderung)



Betrachtete Fördermittel für den CO<sub>2</sub>-Garantiefonds



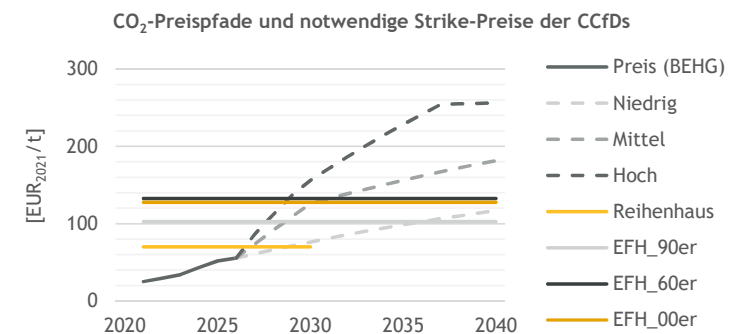
# Die Analyse auf einen Blick (4/5)

## Berechnung der Gegenwartswerte und potentieller Förderbedarfe

CCfDs können sie die Förderung von Klimaschutzinvestitionen gewährleisten, wobei sich die tatsächliche Auszahlung der Fördermittel an der Entwicklung des CO<sub>2</sub>-Preises orientiert. Die Strike-Preise, die für den Anreiz einer Investitionen notwendig sind, korrelieren dabei mit den Vermeidungskosten. Aufgrund zeitlich konstanter Strike-Preise und zeitgleich steigender CO<sub>2</sub>-Preise, sind die Zahlungen der CCfDs an die Haushalte zu Beginn ihrer Laufzeit höher als am Ende des Vertrages (zum Ende der Laufzeit können ggf. sogar negative Zahlungen entstehen). Die früheren Auszahlungen fließen stärker in die Gegenwartswert-Betrachtung der Fallbeispiele ein, sodass bei den förderwürdigen Fallbeispielen moderate Strike-Preise von 70 bis 130 EUR/t CO<sub>2</sub> benötigt werden.

## Vertragsmodelle für einen CO<sub>2</sub>-Garantiefonds im Gebäudesektor

Den Hauseigentümern werden in der Analyse drei grundlegende Modelle zur Wahl gestellt, die unterschiedliche Ausgangsbedingungen, Lebenslagen und Investitionsverhalten berücksichtigen. Jedes dieser drei Grundmodelle kann mit Eigenkapital unterlegt sein oder mit einem Kredit des Garantiefonds als Fremdkapital verbunden werden. Alle sechs Vertragsmodelle bieten individuell kalkulierte, für wirksamen Klimaschutz jeweils ausreichende Finanzierungen. Hinzu kommt bei den vier Varianten mit CCfDs eine Absicherung zentraler Investitionsrisiken. Zugleich reduzieren diese Modelle den staatlichen Förderbedarf auf das notwendige Minimum. Die CCfD-basierte Förderung stellt gerade bei stark steigendem CO<sub>2</sub>-Preis ein besonders effizientes Instrument dar.



- Kapitalkostenzuschuss**  
Für Haushalte, die (im Falle hoher CO<sub>2</sub>-Preise) volle Ertragschancen realisieren wollen und (im Falle geringer CO<sub>2</sub>-Preise) bereit sind die Investitionsrisiken zu tragen.
- Differenzvertrag als 2-seitiger CCfD**  
Moderate Rendite kombiniert mit Absicherung gegen CO<sub>2</sub>-Preisschwankungen sowohl für den Haushalt als auch für den CO<sub>2</sub>-Garantiefonds.
- Differenzvertrag als 1-seitiger CCfD**  
Absicherung gegen CO<sub>2</sub>-Preisschwankungen nur für den Haushalt in Verbindung mit einer voraussichtlich kleineren Rendite.

Betrachtete Grundmodelle für den CO<sub>2</sub>-Garantiefonds

# Die Analyse auf einen Blick (5/5)

## Erläuterung der Grundmodelle mit Differenzverträgen

- **2-seitiger CCfD:** Moderate Rendite kombiniert mit Absicherung gegen CO<sub>2</sub>-Preisschwankungen sowohl für die Investoren als auch für den CO<sub>2</sub>-Garantiefonds. Dem Investor ist eine Rendite von 2% garantiert, aber je nach zukünftiger Entwicklung des CO<sub>2</sub>-Preises könnten daraus für ihn Zahlungsverpflichtungen an den CO<sub>2</sub>-Garantiefonds ergeben.
- **1-seitiger CCfD:** Absicherung gegen CO<sub>2</sub>-Preisschwankungen nur für den Investor in Verbindung mit einer voraussichtlich kleineren Rendite. Der Investor hat keine Zahlungsverpflichtungen, erhält aber im Gegenzug nur halbierte Zahlungen aus dem CO<sub>2</sub>-Garantiefonds bei niedrigem CO<sub>2</sub>-Preis.

## Weitere Ausgestaltungsoptionen für einen CO<sub>2</sub>-Garantiefonds im Gebäudesektor

Der CO<sub>2</sub>-Garantiefonds bietet als neuartige staatliche Förderbank Finanzierungen und innovative Absicherungsmodelle für Modernisierungsvorhaben von Wohngebäuden an. [Eine institutionelle Verbindung bzw. Zusammenführung mit der KfW, der bestehenden Förderbank des Bundes, ist vorstellbar.]

Die Refinanzierung des Fördergeschäftes erfolgt am Finanzmarkt über *Green Bonds*, die sich an den bestehenden *Green Bond Principles* der ICMA (International Capital Market Association) orientieren und der EU Taxonomie-Verordnung entsprechen. Damit schafft der CO<sub>2</sub>-Garantiefonds die Möglichkeit zu einer nachhaltigen, klimaorientierten Geldanlage zu marktüblichen Konditionen. Ergänzend refinanziert sich der CO<sub>2</sub>-Garantiefonds im mindestnotwendigen Maße über Bundesmittel.

Perspektivisch sollte der CO<sub>2</sub>-Garantiefonds weitere Modelle anbieten können, um auch Mietimmobilien abzudecken und u.U. weitere soziale und demografische Aufgaben angehen zu können (die Kreditelemente könnten z.B. bei den Sicherheiten von banküblichen Gepflogenheiten abweichen, um älteren Menschen den Weg in die Klimaschutzinvestition nicht zu verstellen). Diese Zukunftsmodelle müssen konzeptionell weiter ausformuliert und u.U. gesetzgeberisch begleitet werden.

# Motivation & Einleitung

# 2.1

## Überblick über den Wärmesektor

# Beitrag des Gebäudesektors zum Klimaschutz

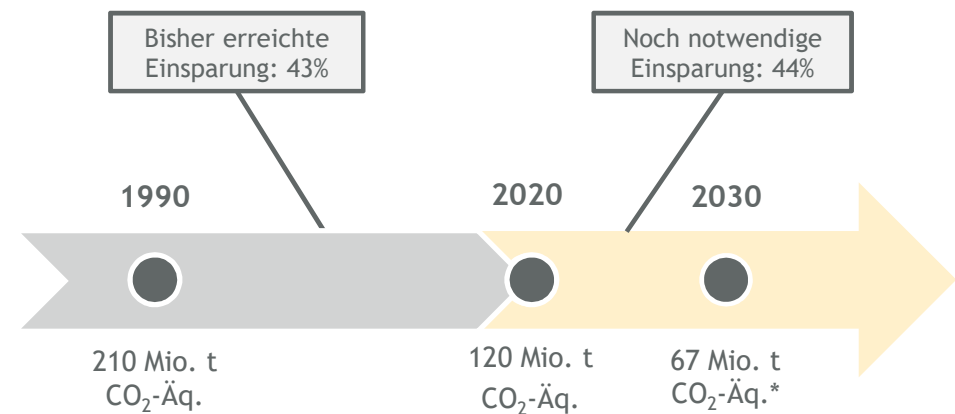
Im Jahr 2020 entstanden 16% der Treibhausgasemissionen (THG) in Deutschland im Gebäudesektor (Umweltbundesamt, 2021)\*. Die Senkung der Emissionen im Gebäudesektor stellt daher einen zentralen Baustein der deutschen Klimaschutzpolitik dar.

Zwischen 1990 und 2020 sind die THG-Emissionen im Gebäudesektor um 43% gesunken, von 210 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente auf 120 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente. Trotz dieser Emissionsminderung verfehlte der Gebäudesektor damit sein Ziel für 2020 gemäß Klimaschutzgesetz, welches 118 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente vorsah (Umweltbundesamt, 2021).

Das aktuelle Klimaschutzgesetzes schreibt vor, dass der Gebäudesektor im Jahr 2030 höchstens noch 67 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente verursachen darf. Dies entspricht einem weiteren Rückgang der THG um 44% innerhalb von weniger als zehn Jahren.

Um das Ziel 2030 zu erreichen ist eine deutliche Beschleunigung der Klimaschutzbemühungen im Gebäudesektor notwendig.

## Gebäudesektor: Stand und Herausforderung



\* Dem Sektor Gebäude sind nach Klimaschutzgesetz die Emissionen aus sonstigen Feuerungsanlagen zugeordnet, soweit es sich um die Feuerung mit fossilen Brennstoffen handelt. Betroffen sind somit nur Energiekategorien direkter Verbrennung, nicht die indirekten Energieverbräuche aus dem Gebäudebestand. Außerdem werden sämtliche mobile Quellen, die nicht dem Verkehrssektor oder der Bauwirtschaft zuzurechnen sind, hier abgebildet.

\* Gemäß Entwurf zum Klimaschutzgesetz 2021.  
Quelle: Umweltbundesamt (2021)

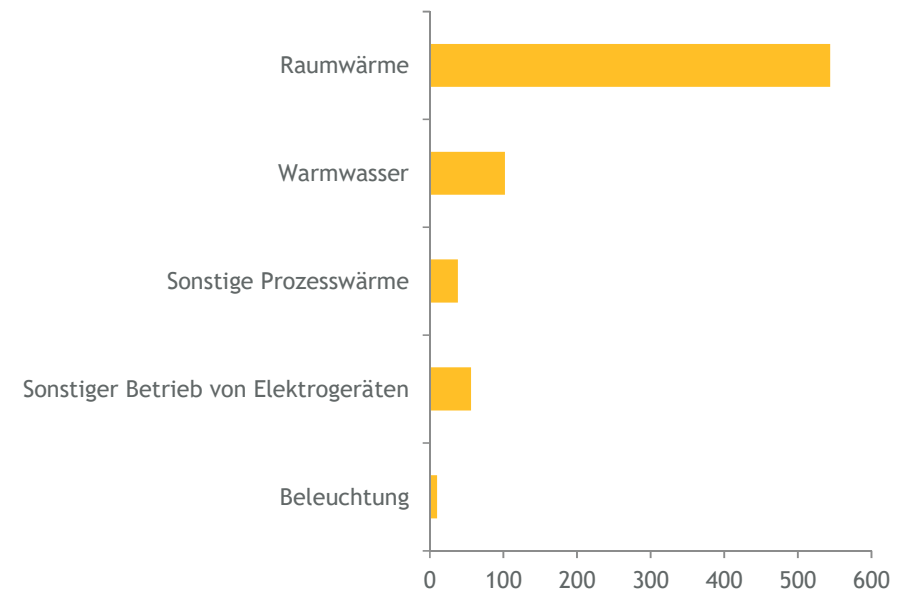
# Private Haushalte als größter Emittent

Der Gebäudesektor umfasst Gebäude privater Haushalte, Gebäude für Gewerbe, Handel und Dienstleistungen sowie Gebäude für den militärischen Bereich. Der größte Teil seiner THG-Emissionen entfiel im Jahr 2020 mit 91 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente, also 76%, auf die privaten Haushalte (Umweltbundesamt, 2021). Diese Emissionen spiegeln den derzeitigen Mix des Energieverbrauches für Wohnen wider.

Im Jahr 2018 verbrauchten private Haushalte insgesamt 751 Terawattstunden (TWh) Energie für Wohnen. Mehr als zwei Drittel davon verwendeten sie, um Räume zu heizen. Mit großem Abstand zur Raumwärme folgen die Energieverbräuche für die Erzeugung von Warmwasser und für sonstige Prozesse.

Insgesamt nutzten sie zu 42% Erdgas und 18% Mineralöl, weiterhin Strom (17%), Fernwärme (8%) und Kohle (1%). Erneuerbare Energien - Solarthermie, Holz und andere Biomasse, Geothermie und Umweltwärme - machten nur 14% aus. (Statistisches Bundesamt, 2020)

Endenergieverbrauch der Haushalte für Wohnen nach Anwendungsbereich in 2018 (in TWh)



\* Temperaturbereinigter Energieverbrauch.

Quelle: Statistisches Bundesamt (2020)

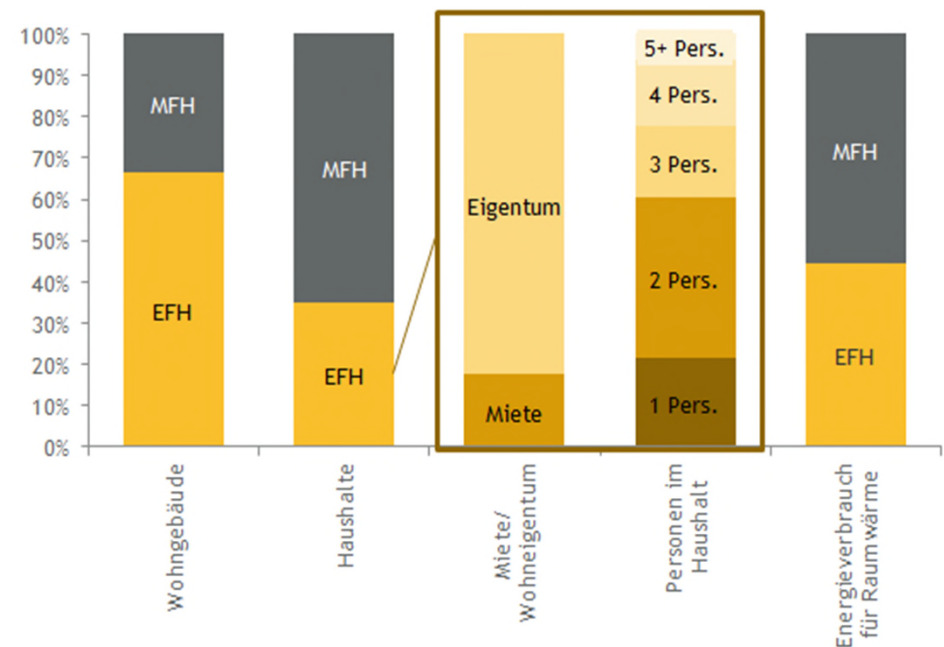
# Zentrale Bedeutung von Einfamilienhäusern

Im Jahr 2019 wurden in Deutschland ca. 19 Mio. Wohngebäude gezählt. Davon waren etwa 67% Einfamilienhäuser (EFH) und 33% Mehrfamilienhäuser (MFH).\*

Obwohl in 2018 nur 35% aller Haushalte in EFH lebten betrug der Anteil der EFH am gesamten Endenergieverbrauch für Raumwärme 44%. EFH stellen somit eine besonders große Herausforderung für den Klimaschutz im Gebäudesektor dar.

83% der Haushalte, die ein EFH besitzen, bewohnen dieses auch selbst. Nur ein kleiner Teil der Wohnungen in EFH (17%) wurde vermietet. Das Mieter-Vermieter Dilemma - bei dem der Vermieter nicht selbst von seinen Klimaschutzmaßnahmen profitiert und der Mieter die steigenden Betriebskosten alleine trägt - ist also in EFH nicht so stark ausgeprägt wie in MFH.

EFH versus MFH



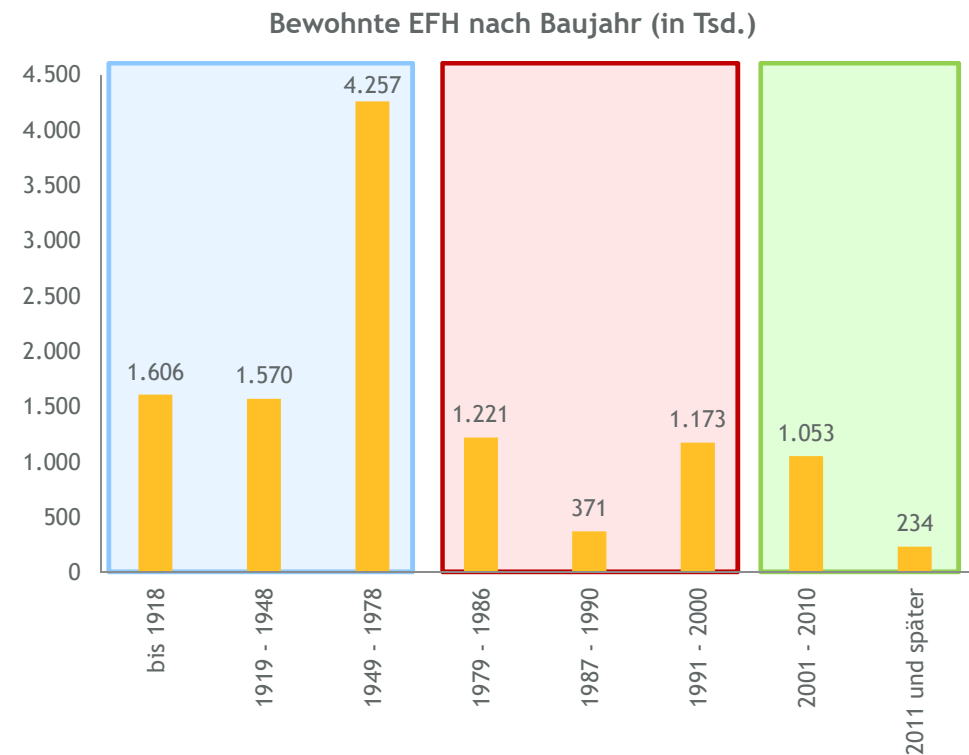
\* EFH: Wohngebäude mit einer Wohnung  
MFH: Wohngebäude mit mehr als eine Wohnung

Quelle: Statistisches Bundesamt (2019, 2020)

# Hoher Anteil an Einfamilienhäusern mit Baujahr vor 1979

Knapp 75% der bewohnten EFH wurden vor 1979 gebaut, also vor dem Inkrafttreten der ersten Wärmeschutzverordnung und der ersten Heizungsanlagen-Verordnung, und deshalb ohne verpflichtende Berücksichtigung von Energieeffizienzstandards. Auch wenn in einigen Fällen nachträgliche Sanierungsmaßnahmen durchgeführt wurden - vor allem Dächer und Fenster, in geringerem Umfang Außenwände und Kellerdecken (IWU, 2018) - besteht bei diesen EFH ein großes Einsparpotenzial.

Die Wärmeschutzverordnung und die Heizungsanlagenverordnung wurden im Laufe der Jahre mehrfach novelliert, bis sie 2002 in der Energieeinsparverordnung zusammengeführt wurden. Neubauten, die in den Jahren nach 1979 errichtet wurden, mussten daher stetig steigende gesetzliche Anforderungen erfüllen, die dazu beigetragen haben ihre Energieeffizienz schrittweise zu verbessern. Nur 11% der bis 2014 gebauten EFH wurden jedoch gemäß den höheren Standards der ebenfalls mehrfach novellierten Energieeinsparverordnung ausgestattet.



Quelle: Statistisches Bundesamt (2016)



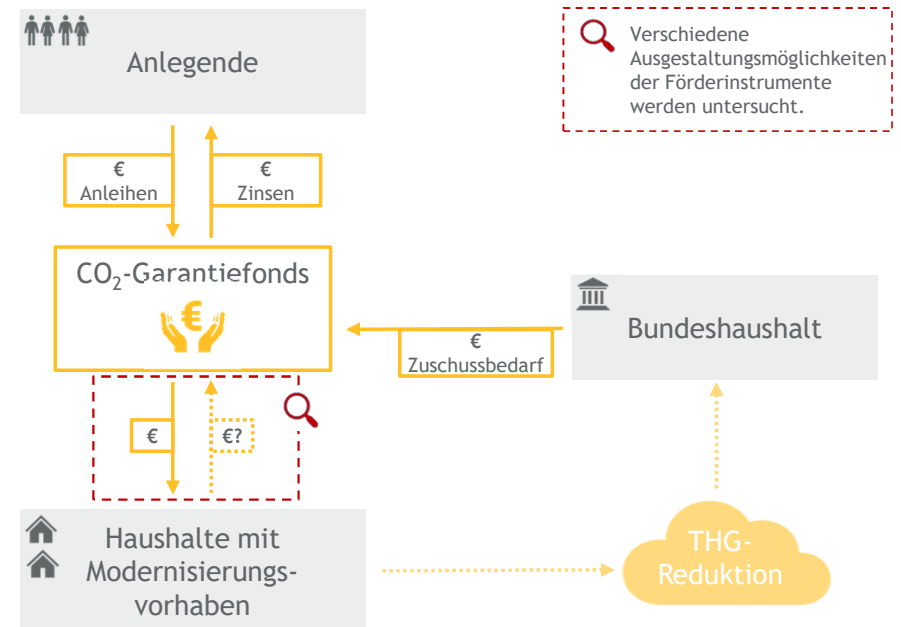
# Konzept des CO<sub>2</sub>-Garantiefonds und der vorliegenden Analyse

# Funktionsweise und Konzept des CO<sub>2</sub>-Garantiefonds - Grundidee

Ein CO<sub>2</sub>-Garantiefonds könnte zusätzliche Förderinstrumente zur Reduktion der THG-Emissionen in den Verbrauchssektoren bereitstellen. Dabei könnte der CO<sub>2</sub>-Garantiefonds eine Brücke zwischen dem (zumeist unverzinsten) deutschen Privatkapital und dem ansteigenden Investitionsbedarf im Gebäudesektor bilden. Dazu könnte der CO<sub>2</sub>-Garantiefonds bspw. Anleihen (*Green Bonds*) ausgeben, die als sichere, nachhaltige und klimaorientierte Geldanlage für Bürger\*innen und andere Anleger dienen. Mit Hilfe des Kapitals, das der CO<sub>2</sub>-Garantiefonds dadurch akkumuliert, werden wiederum Klimaschutzinvestitionen mitfinanziert und gefördert. Der Bundeshaushalt stellt dabei lediglich die Mittel zur Verfügung, die der CO<sub>2</sub>-Garantiefonds benötigt, um die Zinsdifferenz und etwaige Fördermittelzahlungen für Modernisierungsvorhaben auszugleichen. Dafür kann der Bundeshaushalt bspw. Mittel aus den Einnahmen des nationalen Emissionshandels (nEHS) verwenden.

In dieser Analyse untersuchen wir den Entwurf eines CO<sub>2</sub>-Garantiefonds, über den eine Förderung von Investitionen in Modernisierungsvorhaben bereitgestellt werden könnte. Dabei beschränken wir uns hier auf die Betrachtung des Wärmesektors. Es ist jedoch denkbar, dass der CO<sub>2</sub>-Garantiefonds darüber hinaus auch Klimaschutzmaßnahmen in anderen Bereichen fördert.

Schematische Darstellung des Konzepts eines CO<sub>2</sub>-Garantiefonds



# Welche Förderinstrumente könnten bei einem CO<sub>2</sub>-Garantiefonds im Fokus stehen?

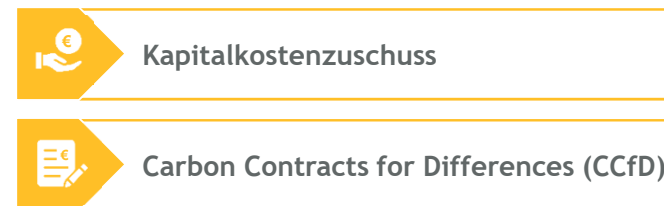
Der Fokus unserer Analyse liegt auf der Ausgestaltung der Förderinstrumente eines CO<sub>2</sub>-Garantiefonds. Dabei quantifizieren wir die Vermeidungskosten und Fördermittelzahlungen anhand von fünf Fallbeispielen, die sich an der Heterogenität des Gebäudesektors orientieren. Die Fallbeispiele sind jedoch nicht repräsentativ, sodass eine Hochrechnung der Ergebnisse auf den gesamten Gebäudesektor nicht möglich ist. Auch betrachten wir das Verhältnis zwischen Anlegenden und dem CO<sub>2</sub>-Garantiefonds nur am Rande. Beide Aspekte bedürfen weiterer Analysen.

Grundsätzlich könnte der CO<sub>2</sub>-Garantiefonds verschiedene Instrumente zur Förderung von Modernisierungsvorhaben anwenden und diese ggf. sogar kombinieren. In dieser Analyse betrachten wir maßgeblich zwei Instrumente:

- Zum einen die herkömmliche Subventionierung von Modernisierungsvorhaben mittels eines Kapitalkostenzuschusses, also der Bezuschussung der Investitionskosten.
- Zum anderen Carbon Contracts for Differences (CCfDs), die ein innovatives Absicherungs-Instrument für Klimaschutzinvestitionen darstellen. CCfDs werden derzeit primär für den Industriesektor als mögliches Finanzderivat für den EU ETS diskutiert. Wir möchten mit dieser Analyse einen anderen Blickwinkel auf und neue Anwendungsfelder für dieses Instrument eröffnen.

	Heizungssystem	Maßnahme
Reihenhaus	Öl (15 J.)	Gasbrennwert
EFH_60er	Gas (15 J.)	Luftwärmepumpe + Dämmung
EFH_80er	Gas (15 J.)	Gasbrennwert + Dämmung
EFH_90er	Öl (10 J.)	Luftwärmepumpe + neue Fenster
EFH_00er	Gas (10 J.)	Luftwärmepumpe

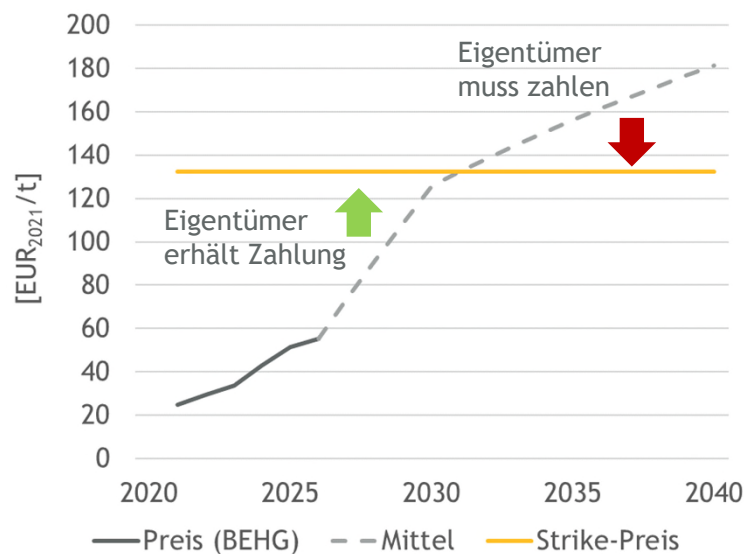
Übersicht der betrachteten Fallbeispiele



Betrachtete Fördermittel für den CO<sub>2</sub>-Garantiefonds

# Carbon Contracts for Differences (CCfDs) als Förderinstrument im Gebäudesektor

Schematische Darstellung der Zahlungsströme eines CCfD



Grundlage für die Zahlungsflüsse eines CCfD sind Klimaschutzinvestitionen zur Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen. Dabei sind CCfDs Verträge, die pro Tonne eingespartem CO<sub>2</sub> die Differenz zwischen einem garantierten Preis, dem sogenannten Strike Preis, und dem tatsächlichen CO<sub>2</sub>-Preis auszahlen. Liegt der CO<sub>2</sub>-Preis unterhalb des Strike-Preises erhält der Haushalt die Differenz als Auszahlung, liegt er darüber muss er eine Zahlung tätigen.

Die Zahlungen eines CCfDs können in andere Zahlungsströme integriert werden, bspw. könnten die Auszahlungen mit etwaigen Tilgungszahlungen für einen möglichen Kredit an einen CO<sub>2</sub>-Garantiefonds verrechnet werden

CCfDs erhöhen die Planbarkeit der Profitabilität für Vermeidungsinvestitionen. Darüber hinaus könnte der CCfD mit anderen Instrumenten (bspw. Kapital-kostenzuschuss) kombiniert werden.

Wird ein konstanter Strike-Preis festgelegt, sind die Auszahlungen des CCfD in den ersten Jahren höher als in den späteren Jahren. Dies adressiert die zeitlichen Präferenzen bei Investitionen in Energieeffizienzmaßnahmen (Schleich et al., 2019)

Eine Analyse der Investitionsentscheidung von Haushalten und der theoretischen Wirkweise eines CCfD finden Sie im [Anhang](#).

# Der Effekt eines Carbon Contracts for Differences (CCfDs) bei der Investitionsentscheidung von „Familie Müller“

Familie Müller möchte ihr Haus sanieren und die Heizungsanlage austauschen, um damit einen Beitrag für den Klimaschutz zu leisten. Dabei spielt die Wirtschaftlichkeit der Investition in dieses Modernisierungsvorhaben eine wichtige Rolle. Die Wirtschaftlichkeit ergibt sich maßgeblich aus den eingesparten Heizkosten. Seit 2021 beinhalten die Heizkosten einen Preis für CO<sub>2</sub> im Rahmen des Brennstoffemissionshandelsgesetzes. Dieser soll perspektivisch deutlich steigen, sodass die Wirtschaftlichkeit des Modernisierungsvorhabens stark von dem zukünftigen CO<sub>2</sub>-Preis abhängen wird. Da Familie Müller durch das Modernisierungsvorhaben weniger CO<sub>2</sub>-Ausstoß verursacht, lohnt sich die Investition mehr, je höher die CO<sub>2</sub>-Preise sind. Bei der Investitionsentscheidung schätzt Familie Müller gemeinsam mit ihrem Energieberater die Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Preise ab, dabei sehen sie sich einer großen Unsicherheit gegenübergestellt. Steigen die CO<sub>2</sub>-Preise, nicht so hoch wie erwartet, könnte die Wirtschaftlichkeit gefährdet sein. Steigen die CO<sub>2</sub>-Preise hingegen stark an, lohnt sich das Modernisierungsvorhaben für Familie Müller. Familie Müller schreckt das Risiko jedoch ab, sodass sie aktuell bei der Investitionsentscheidung zögern.



**Einfamilienhaus mit Baujahr 1960 von Familie Müller**

Hier setzen die Carbon Contracts for Differences (CCfDs) an. CCfDs sind Verträge, die pro Tonne eingespartem CO<sub>2</sub> die jährliche Differenz zwischen einem garantierten CO<sub>2</sub>-Preis, dem sogenannten Strike Preis, und dem tatsächlichen CO<sub>2</sub>-Preis auszahlen. Der Strike Preis orientiert sich dabei an den eingesparten Heizkosten und einer vereinbarten Mindestrendite für das Modernisierungsvorhaben. Dadurch ergeben sich für Familie Müller zwei Effekte:

- Steigt der CO<sub>2</sub>-Preis nicht so hoch wie erwartet und liegt unterhalb des Strike-Preises, erhält Familie Müller eine Auszahlung über die Differenz. Diese Auszahlung stellt sicher, dass sich die Wirtschaftlichkeit der Investition nicht gefährdet ist.
- Sollte der CO<sub>2</sub>-Preis hingegen deutlich stärker steigen, profitiert Familie Müller auch ohne CCfD, da sie weniger CO<sub>2</sub> ausstoßen. Da Familie Müller jedoch schon zu Beginn der Vertragslaufzeit Auszahlungen aus dem CCfD erhalten hat, muss sie nun einen Teil dieser Auszahlungen zurückzahlen. Diese Rückzahlungen stellen jedoch nur sicher, dass Familie Müller am Ende der Vertragslaufzeit keinen Gewinn oberhalb der vereinbarten Rendite erzielt. Somit hat Familie Müller auch in diesem Fall die Sicherheit, dass sich ihre Investition lohnt und sie einen Beitrag für den Klimaschutz leistet.

# Methodik & Annahmen

# 3.1

## Fallbeispiele

# Definition der Fallbeispiele: 5 Einfamilienhäuser (EFH)

Reihenhaus  
80er



EFH  
90er



EFH  
80er



EFH  
60er



EFH  
00er



EFH machen fast 70% des deutschen Wohngebäudebestandes aus, werden meist von den Eigentümern selbst bewohnt und sind besonders sanierungsbedürftig (siehe Abschnitt 1.1).

Die als Fallbeispiele ausgewählten EFH...

- sind auch in der vom Institut Wohnen und Umwelt verwalteten Tabula-Datenbank wiederzufinden
- unterscheiden sich nach Baujahr, Fläche, Personenanzahl und Modernisierungszustand, und ermöglichen so ...
  - die Heterogenität des EFH-Bestandes abzubilden
  - die Emissions-Einsparpotentiale aufzuzeigen
  - unterschiedliche Modernisierungsvorhaben\* zu betrachten, die gegebenenfalls über den CO<sub>2</sub>-Garantiefonds gefördert werden können

\*Anmerkung: Die hier betrachteten Modernisierungsvorhaben sind nicht durchweg als „optimale Vermeidungsoptionen“ im Sinne einer Kostenminimierung zu verstehen.



# Fallbeispiel „Reihenhaus 80er“: Heizungsaustausch



Baujahr: 1980  
Fläche (beheizt): 140 m<sup>2</sup>  
Sanierungsstand: modernisiert\*  
Anzahl Personen: 4  
Heizlast: 120 kWh/m<sup>2</sup>\*a

\* 2-fach-Wärmeschutzverglasung in 2010



Einbau Heizung: 2005  
Energieträger: Öl  
Heizsystem: Heizkörper von 1980  
Heizwerttechnik  
Effizienz\*: 79%

\*Quelle: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Infografiken/Energie/effizienzklassen-rechner.html>

## Modernisierungsvorhaben

Heizung: Gasbrennwertgerät 9.600 €

Quelle: <https://www.effizienzhaus-online.de/sanierungsrechner/>



Heizlast nach Sanierung: 120 kWh/m<sup>2</sup>\*a  
Effizienz: 94%

# Fallbeispiel "EFH 90er": Luftwärmepumpe als Ersatz der Ölheizung und neue Fenster



Baujahr: 1990  
 Fläche (beheizt): 150 m<sup>2</sup>  
 Sanierungsstand: unsaniert  
 Anzahl Personen: 3  
 Heizlast: 175 kWh/m<sup>2</sup>\*a



Einbau Heizung: 2010  
 Energieträger: Öl  
 Heizsystem: Fußbodenheizung  
 Brennwerttechnik  
 Effizienz\*: 90%

\*Quelle: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Infografiken/Energie/effizienzklassen-rechner.html>

🔨 Modernisierungsvorhaben		
Heizung:	Luftwärmepumpe	7.200 €
Fenster:	3-fach-Verglasung, Kunststoff Rahmen	11.000 €

Quelle: <https://www.effizienzhaus-online.de/sanierungsrechner/>



Heizlast nach Sanierung:	143 kWh/m <sup>2</sup> *a
COP:	3,5

# Fallbeispiel "EFH 80er": Heizungsaustausch, neue Fenster und Dämmung der Außenwand



Baujahr: 1980  
 Fläche (beheizt): 200 m<sup>2</sup>  
 Sanierungsstand: unsaniert  
 Anzahl Personen: 5  
 Heizlast: 136 kWh/m<sup>2</sup>\*a



Einbau Heizung: 2005  
 Energieträger: Gas  
 Heizsystem: Mix  
 Heizwerttechnik  
 Effizienz\*: 69%

\*Quelle: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Infografiken/Energie/effizienzklassen-rechner.html>

## ⚒ Modernisierungsvorhaben

Heizung:	Gasbrennwertgerät	11.000 €
Außenwand:	Dämmung 16 cm	23.600 €
Fenster:	3-fach-Verglasung, Kunststoff Rahmen	17.200 €



Heizlast nach Sanierung: 80 kWh/m<sup>2</sup>\*a  
 Effizienz: 94%

Quelle: <https://www.oeffizienzhaus-online.de/sanierungsrechner/>

# Fallbeispiel "EFH 60er": Einbau einer Luftwärmepumpe und umfassende Gebäudesanierung



Baujahr: 1960  
 Fläche (beheizt): 130 m<sup>2</sup>  
 Sanierungsstand: modernisiert\*  
 Anzahl Personen: 4  
 Heizlast: 180 kWh/m<sup>2</sup>\*a

\* 2-fach-Verglasung in 1990



Einbau Heizung: 2005  
 Energieträger: Gas  
 Heizsystem: Heizkörper von 2005  
 Heizwerttechnik  
 Effizienz\*: 75%

\*Quelle: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Infografiken/Energie/effizienzklassen-rechner.html>

## ⚒ Modernisierungsvorhaben

Heizung:	Luftwärmepumpe außen	12.700 €
Kellerdecke:	Dämmung 8 cm	2.200 €
Dach:	Dämmung von innen 20 cm	15.900 €
Außenwand:	Dämmung 16 cm	15.700 €
Fenster:	3-fach-Verglasung, Kunststoff Rahmen	5.100 €



Heizlast nach Sanierung: 53 kWh/m<sup>2</sup>\*a  
 COP: 3,5

Quelle: <https://www.effizienzhaus-online.de/sanierungsrechner/>

# Fallbeispiel "EFH 00er": Einbau einer Luftwärmepumpe



Baujahr: 2002  
Fläche (beheizt): 150 m<sup>2</sup>  
Sanierungsstand: unsaniert  
Anzahl Personen: 4  
Heizlast: 84 kWh/m<sup>2</sup>\*a



Einbau Heizung: 2002  
Energieträger: Gas  
Heizsystem: Fußbodenheizung  
Brennwerttechnik  
Effizienz\*: 86%

\*Quelle: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Infografiken/Energie/effizienzklassen-rechner.html>

## Modernisierungsvorhaben

Heizung: Luftwärmepumpe außen 14.100 €



Heizlast nach Sanierung: 84 kWh/m<sup>2</sup>\*a  
COP: 3,5

Quelle: <https://www.oeffizienzhaus-online.de/sanierungsrechner/>

3.2

# Preisszenarien und weitere Annahmen

# Die Szenarien hinsichtlich des CO<sub>2</sub>-Preispfads unterscheiden sich deutlich

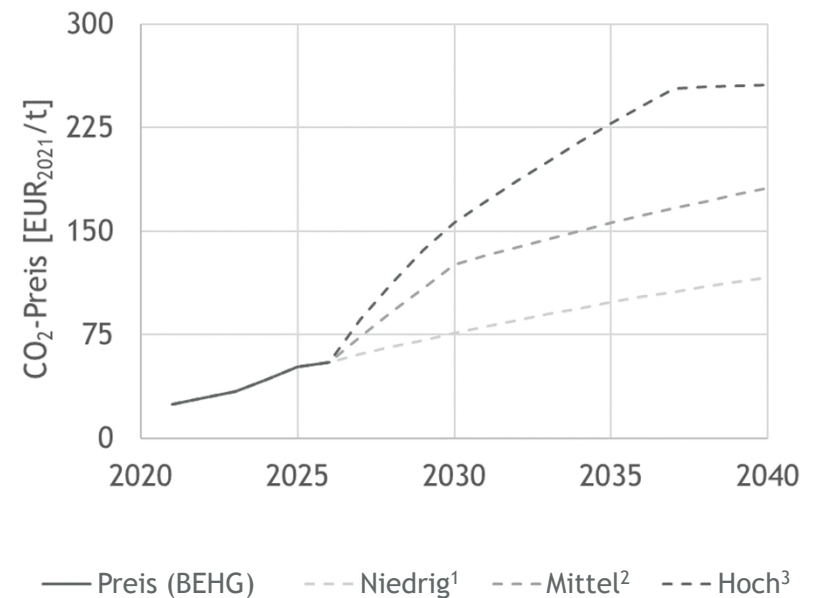
Bisher existieren kaum quantitative Prognosen zur Entwicklung des CO<sub>2</sub>-Preises im nEHS. Die Erwartungen und Szenarien zur Preisentwicklung weisen deutliche Unterschiede auf.

Die tatsächliche Preisentwicklung hängt von unterschiedlichen Faktoren ab, insbesondere der zukünftigen Ausgestaltung des BEHG und der Entwicklung der Vermeidungskosten in den unterschiedlichen Sektoren.

Folglich ist die Entwicklung des CO<sub>2</sub>-Preises im nEHS mit einer großen Unsicherheit behaftet, was die Investitionsentscheidungen privater Haushalte beeinflussen könnte.

Wir berücksichtigen drei Preisszenarien basierend auf der bisherigen Steigerungsrate, die im BEHG bis 2026 festgelegt ist, („Niedrig“) sowie Szenarien-Angaben aus der Literatur („Mittel“ & „Hoch“).

CO<sub>2</sub>-Preisentwicklung im nEHS & Szenarien, 2020-40



<sup>1</sup>Bisherige durchschnittliche Steigerungsrate; <sup>2</sup>EWI & FiFo (2019) - CO<sub>2</sub>-Bepreisung im Gebäudesektor und notwendige Zusatzinstrumente; <sup>3</sup>Prognos (2020) - Energiewirtschaftliche Projektionen und Folgeabschätzungen 2030/2050

# Für Erdgas und Heizöl wird eine moderate Preissteigerung (exklusive des CO<sub>2</sub>-Preises) angenommen

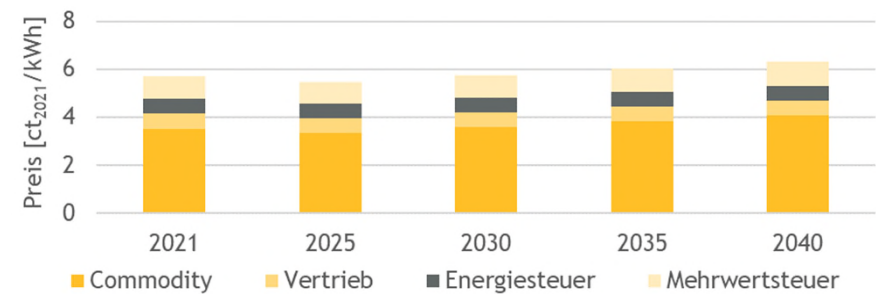
Der Commodity-Preis für Rohöl und Erdgas basieren für das Jahr 2021 auf den jeweiligen Future-Kontrakten (vgl. ICE, 2021). Nach 2021 werden die Preis-szenarien des Delayed Recovery Szenarios der IEA zugrunde gelegt (vgl. IEA, 2020).

Darüber hinaus werden alle Preiskomponenten außer dem Commodity-Preis (in realen Termen) als konstant angenommen.

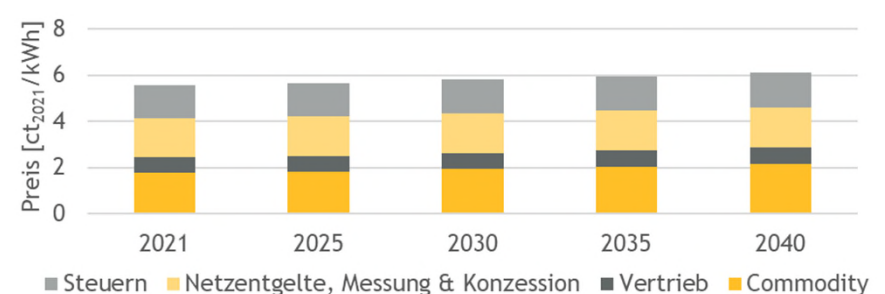
Die Vertriebsmarge für Heizöl wird anhand des durchschnittlichen Deckungsbeitrags in den Jahren 2019-20 berechnet (vgl. MWV, 2021). Für Erdgas wird die Vertriebsmarge mit Hilfe der Angaben von BDEW (2021) berechnet.

Eine perspektivische Beimischung von synthetischen Brennstoffen sowie eine mögliche Steigerung der Gas-Netzentgelte aufgrund eines Nachfragerückgangs wird in dieser Analyse nicht berücksichtigt. Die Regelungen zur Behandlung von synthetischen Brennstoffen (insbesondere E-Fuels) im BEHG ist darüber hinaus für den Zeitraum ab 2023 nicht abschließend geklärt (DEHST, 2021). Eine qualitative Diskussion des Einflusses der Berücksichtigung von synthetischen Brennstoffen ist im [Anhang](#) aufgeführt.

Endkundenpreis für Heizöl, 2021-40



Endkundenpreis für Erdgas, 2021-40



Quellen: IEA (2020) - World Energy Outlook 2020; MWV (2021) - Preiszusammensetzung Heizöl; BDEW (2021) - Gaspreisanalyse Januar 2021; ICE (2021) - Brent Crude Futures & Dutch-TTF-Gas-Futures

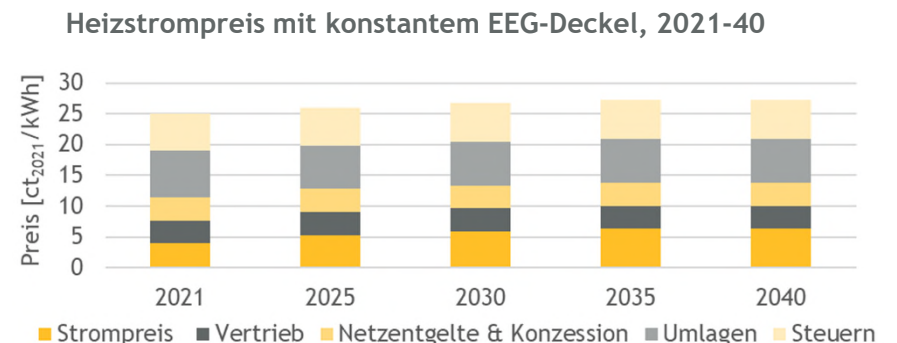
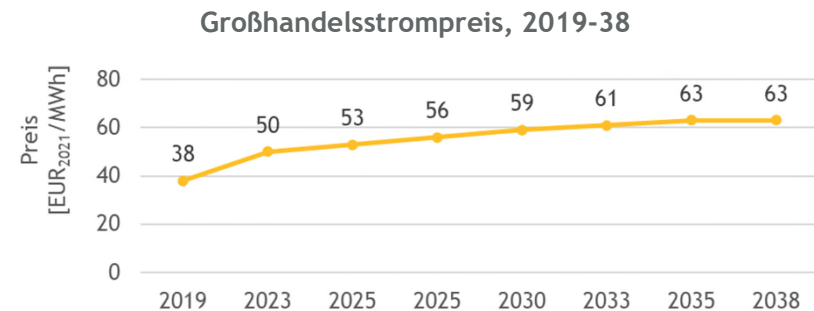


# Wir unterstellen einen steigenden Großhandelsstrompreis mit konstantem EEG-Deckel


Durch die Verschärfung der europäischen Klimaziele und dem damit einhergehenden Anstieg der CO<sub>2</sub>-Preise des EU ETS könnte der durchschnittliche Großhandelsstrompreis von 38 €/MWh im Jahr 2019 auf bis zu 63 €/MWh im Jahr 2038 ansteigen (vgl. EWI, 2021).

Alle weiteren Preiskomponenten basieren auf BNetzA (2021) und werden in realen Termen als konstant angenommen. Dabei werden die Vergünstigungen für Heizstrom fortgeschrieben.

Die Entwicklung der EEG-Umlage ist derzeit Gegenstand vieler politischer Debatten und somit unsicher. Wir nehmen in den folgenden Berechnungen einen konstanten EEG-Deckel von 6 ct/kWh an. In einer [Sensitivität](#) analysieren wir zusätzlich, wie sich eine Senkung des EEG-Deckels um 10% p.a. auf die Investitionskosten der betrachteten Fallbeispiele auswirken würde.



Quellen: EWI (2021) - Auswirkungen einer Verschärfung der europäischen Klimaziele auf den deutschen Strommarkt; BNetzA (2021) - Monitoringbericht 2020.



Im Koalitionsvertrag der neuen Bundesregierung ist die Abschaffung der EEG-Umlage vorgesehen. Dies ist in den Berechnungen nicht berücksichtigt, würde jedoch zu einer Steigerung der Vorteilhaftigkeit von Wärmepumpen sorgen. Weiterhin sieht der Koalitionsvertrag eine signifikante Steigerung des PV-Ausbaus vor. Das Vorhandensein einer PV-Aufdachanlage steigert ebenso die Vorteilhaftigkeit von Wärmepumpen, da eigenverbraucher PV-Strom günstiger als der Netzbezug ist. Eine Übersicht zum geplanten PV-Ausbau ist [im Anhang](#) aufgeführt.

## Weitere zentrale Annahmen betreffen u.a. die technischen Lebensdauern, Betriebskosten und Zinssätze

Die CO<sub>2</sub>-Faktoren der Energieträger orientieren sich an der aktuellen Regulierung im BEHG, bei der das Quellprinzip angelegt wird. Dementsprechend ist der Emissionsfaktor für Strom mit Null angesetzt. Analog zu den Preisszenarien wird keine Beimischung von synthetischen Brennstoffen angenommen, sodass die Emissionsfaktoren der fossilen Brennstoffe über die Zeit konstant bleiben.

Für die Berechnungen wird die bestehende Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) berücksichtigt.

Sowieso-Kosten, also die nicht-energiebedingten Kosten einer Sanierung, werden nicht betrachtet. Eine Aufstellung der Spannbreiten zu Sowieso-Kosten ist dem [Anhang](#) beigefügt.

Die bestehenden Heizungsanlagen werden nach einer technischen Lebensdauer von 25 Jahren ersetzt. Aufgrund der gesetzlichen Regelungen zum Einbau von Ölheizungen, werden Gasbrennwertkessel als Ersatzinvestition angenommen.

Für die Investitionsentscheidungen unterstellen wir eine Diskontierungsrate von 2,5 % sowie einen Amortisierungszeitraum von 20 Jahren. Eine Investition wird als „rentabel“ bezeichnet, wenn dadurch eine Mindest-Rendite von insgesamt 2,0 % erzielt wird.

Sonstige Betriebskosten [EUR<sub>2021</sub>/a]

	Wartung	Instandhaltung	Betrieb	Summe	Annahme/Quelle
Öl-Brennwert	180	190	80	450	
Gas-Brennwert	155	139	29	323	ITG (2016)
Wärmepumpe	135	209	-	344	

Physikalische Parameter

	Strom	Gas	Heizöl	Annahme/Quelle
CO <sub>2</sub> -Gehalt [kg CO <sub>2</sub> /kWh]	0	0,201	0,266	DEHSt (2020)
Heizwerte [kWh/l]	-	-	9,985	DEHSt (2020)

Quellen: ITG (2016) - Dezentrale vs. zentrale Wärmeversorgung im Deutschen Wärmemarkt; DEHSt (2020) - Standardfaktoren

# Zentrale Ergebnisse



# 4.1

## Rentabilität der Fallbeispiele

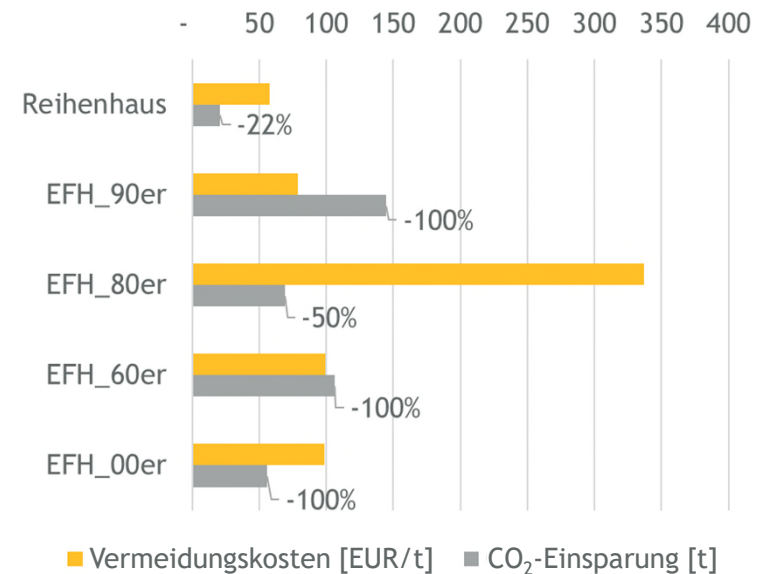
# Die Fallbeispiele weisen deutliche Unterschiede im Hinblick auf CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten und CO<sub>2</sub>-Einsparpotentiale auf

Die CO<sub>2</sub>-Einsparungspotentiale der Fallbeispiele unterscheiden sich deutlich voneinander. Insbesondere Fallbeispiele, die in einen Gasbrennwertkessel investieren, weisen geringere Einsparpotentiale auf. Dies liegt zum einen in der alternativen Ersatzinvestition nach dem Ablauf der technischen Lebensdauer (=ebenfalls Gasbrennwertkessel) begründet. Zum anderen führt die Bilanzierung nach dem Quellprinzip bei Haushalten, die in eine Wärmepumpe investieren, zu einer vollständigen Emissionsreduktion.

Die Kosten der Modernisierungsvorhaben weisen ebenfalls deutliche Unterschiede auf. Dabei treiben Dämmungsmaßnahmen die absolute Höhe der Kosten.\*

Die hohen Vermeidungskosten des *EFH\_80er* spiegeln das Ergebnis dieser beiden Effekte wider: Während die umfassenden Dämmungsmaßnahmen mit hohen Kosten einhergehen, führt die Installation eines Gasbrennwertkessels lediglich zu moderaten CO<sub>2</sub>-Einsparungen. Ohne die zusätzlichen Dämmungsmaßnahmen lägen die Vermeidungskosten dieses Fallbeispiels bei ca. 66 EUR/t CO<sub>2</sub>. Die absoluten CO<sub>2</sub>-Einsparungen lägen jedoch auch nur bei ca. 21 t CO<sub>2</sub> (-15%).

CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten und CO<sub>2</sub>-Einsparpotentiale je Fallbeispiel

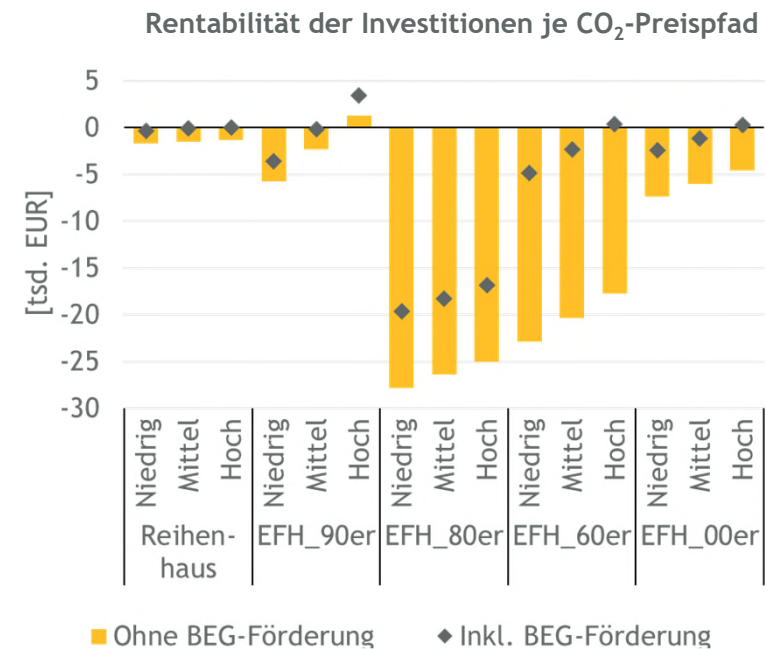


\*Dieses Ergebnis lässt sich u.a. darauf zurückführen, dass bei den Berechnungen keine Sowieso-Kosten berücksichtigt werden.

## Für kein Fallbeispiel ist eine Investition bei niedrigen bis moderaten CO<sub>2</sub>-Preisen rentabel

Die Vermeidungskosten der Fallbeispiele korrelieren mit der Rentabilität der Investitionen. Die Rentabilität berechnen wir mit Hilfe der Gegenwartswertmethode (engl. Net Present Value, NPV). Dabei ergibt sich der Gegenwartswert aus der Summe der auf die Gegenwart abgezinste zukünftigen Kosten (-einsparungen) einer Investition (s. [Anhang](#)). Eine Investition gilt in unseren Berechnungen als rentabel, wenn sie eine Gesamtrendite von mindestens 2% erwirtschaftet.

Selbst unter Berücksichtigung der bestehenden Fördermechanismen (BEG-Förderung) erreicht die Investition keines Fallbeispiels einen positiven Net Present Value (NPV) bei niedrigen bis moderaten CO<sub>2</sub>-Preisen. Auch bei einer hohen CO<sub>2</sub>-Preisentwicklung sind die Investitionen der meisten Fallbeispiele nur durch die bestehende Förderung rentabel. Bestenfalls liegen die Barwerte der Investitionen bei den Fallbeispielen ohne zusätzliche Förderung zwischen ca. 3.500 und -17.000 Euro - und dies über einen Zeitraum von 20 Jahren. Dies gilt auch für Fallbeispiele mit moderaten Vermeidungskosten und vergleichsweise hohen CO<sub>2</sub>-Einsparungen (bspw. *EFH\_60er*).



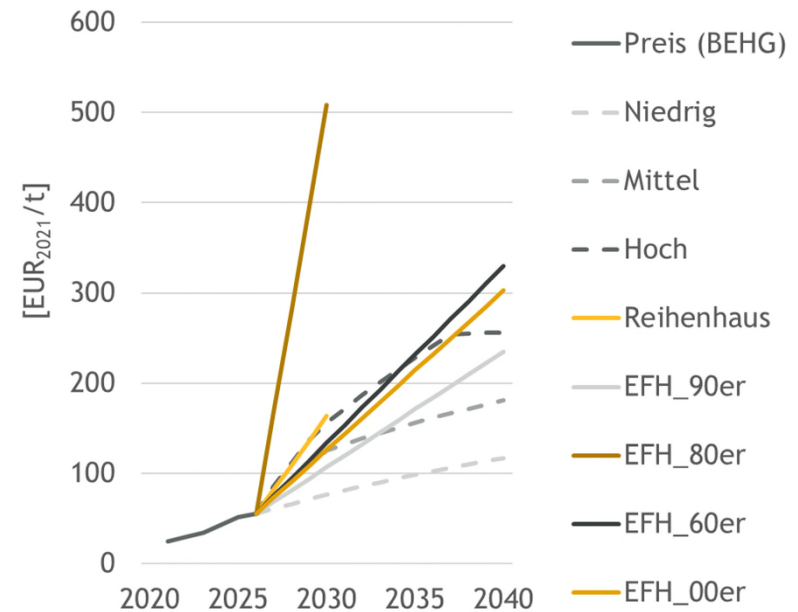
# Um die angenommene Mindestrendite zu erwirtschaften wären in den meisten Fallbeispielen deutlich höhere CO<sub>2</sub>-Preispfade nötig

Die möglichen Szenarien zur Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Preispfade führen bei den meisten Fallbeispielen nicht zu einem positiven Gegenwartswert. Für eine Rentabilität der Investitionen der Fallbeispiele wären zumeist deutlich höhere CO<sub>2</sub>-Preispfade nötig. Den Verlauf dieser notwendigen Preispfade definieren wir als Break-Even CO<sub>2</sub>-Preispfade. Hierbei ist die aktuelle Förderung des BEG bereits berücksichtigt.

Die Break-Even CO<sub>2</sub>-Preispfade indizieren, ähnlich wie die Vermeidungskosten, die Kosteneffizienz der Investitionen der Fallbeispiele. Beispielsweise liegen die Break-Even CO<sub>2</sub>-Preispfade des Fallbeispiels *EFH\_80er* außerhalb des derzeit vorstellbaren Preisrahmens. Somit ist die Effizienz dieses konkreten Modernisierungsvorhabens fragwürdig. Jedoch ist auch hier die besondere Rolle der Dämmungsmaßnahmen in diesem Fallbeispiel zu erwähnen (s. [Vermeidungskosten](#)). Eine Berücksichtigung der Dämmungsmaßnahmen könnte unter Anwendung von synthetischen Brennstoffen zwar Kostenvorteile heben, jedoch ist diese Anwendung nicht Gegenstand der vorliegenden Analyse (s. [Exkurs „Synthetische Brennstoffe“](#)).

Die Break-Even Pfade sind für das *Reihenhaus* und das Fallbeispiel *EFH\_80er* nur bis 2030 dargestellt, da eine spätere Änderung des CO<sub>2</sub>-Preises aufgrund der ohnehin anstehenden Ersatzinvestition zu keiner signifikanten, zusätzlichen CO<sub>2</sub>-Einsparung führen würde.

Break-Even CO<sub>2</sub>-Preispfade



# 4.2

## Ausgestaltungsoptionen der Förderinstrumente eines CO<sub>2</sub>-Garantiefonds



# Die Höhe des Kapitalkostenzuschusses hängt vom Investitionsvolumen und dem (*ex-ante*) erwarteten CO<sub>2</sub>-Preis ab

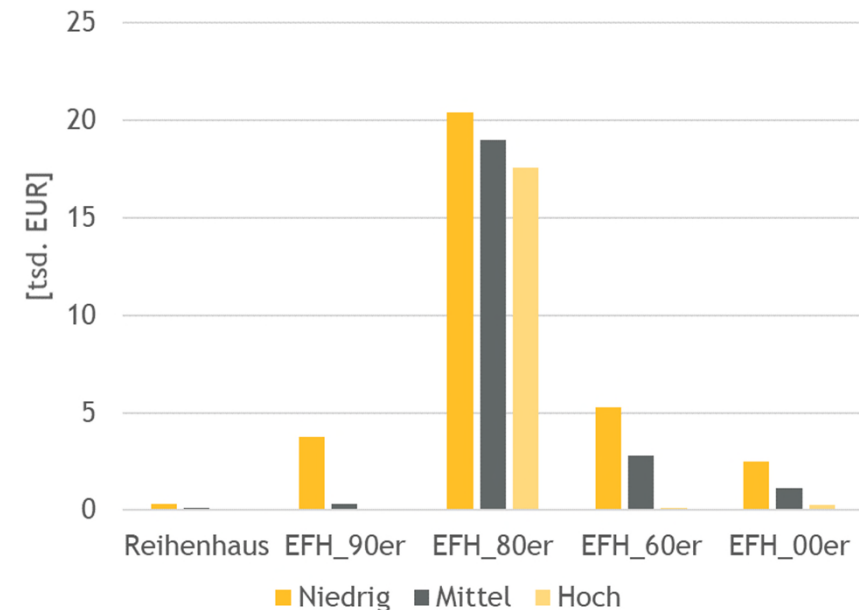
Ein Kapitalkostenzuschuss kann Investitionen fördern, indem die Investitionskosten vorab gesenkt werden.

Die erforderliche Höhe hängt dabei vom anlegbaren Preispfad (*ex-ante*) ab. Je geringer die Erwartungen hinsichtlich des CO<sub>2</sub>-Preises sind, desto höher muss der Kapitalkostenzuschuss ausfallen, um eine Investition zu realisieren.

Insbesondere bei den Haushalten, die in eine Wärmepumpe investieren, unterscheidet sich die Höhe des notwendigen Kapitalkostenzuschusses deutlich je nach CO<sub>2</sub>-Preisfad.

In Anbetracht ihrer [Risikoaversion](#), würden viele Haushalte bei einer Investitionsentscheidung eher von niedrigen bis moderaten CO<sub>2</sub>-Preisen ausgehen. Dementsprechend wären hohe Kapitalkostenzuschüsse notwendig, um eine Investition anzureizen. Dadurch würde das Verlustrisiko aus Sicht des Haushaltes minimiert und somit sichergestellt, dass sich die Investition lohnt.

Höhe des Kapitalkostenzuschuss je (*ex-ante*) anlegbarem Preisfad

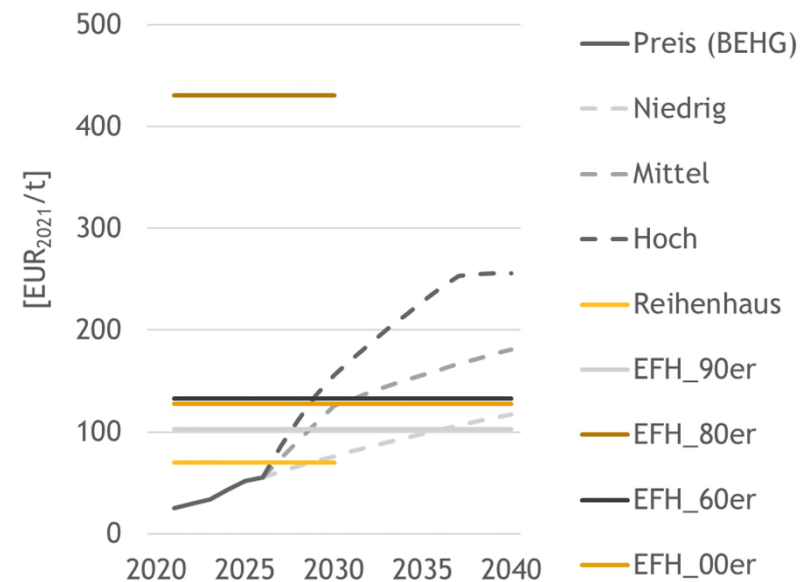


# CCfDs ermöglichen bei den meisten Fallbeispielen eine rentable Investition zu moderaten Strike-Preisen

CCfDs ermöglichen eine Absicherung der CO<sub>2</sub>-Preisentwicklung bei Investitionsentscheidungen für den Klimaschutz. Darüber hinaus können sie eine Förderung gewährleisten, deren Auszahlung sich an der Entwicklung des CO<sub>2</sub>-Preises orientiert. Ob ein CCfD eher zur Absicherung oder zur Förderung dient, richtet sich nach dem Strike-Preis.

Die Strike-Preise, die für eine Rentabilität der Investitionen notwendig sind, korrelieren mit den Vermeidungskosten der Fallbeispiele. Aufgrund der Annahme zeitlich konstanter Strike-Preise und zeitgleich steigender CO<sub>2</sub>-Preise, sind die Zahlungen der CCfDs zu Beginn ihrer Laufzeit höher als am Ende des Vertrages (zum Ende der Laufzeit können ggf. sogar negative Zahlungen entstehen). Die früheren Auszahlungen fließen dabei stärker in die Gegenwartswert-Betrachtung der Fallbeispiele ein, da eine Gegenwartspräferenz von Haushalten und damit verbundene Diskontierungseffekte (2,5% p.a.) angenommen werden. Dadurch genügen im Gegensatz zu den Break-Even-Preispfaden bei den meisten Fallbeispielen moderate Strike-Preise, um die Rentabilität der Investitionen zu gewährleisten. Bei den Fallbeispielen *Reihenhaus* und *EFH\_80er* ist lediglich eine Laufzeit der CCfDs bis zum Jahr 2030 notwendig, um die Mindestrendite zu erzielen. Anschließend würde aufgrund der ohnehin anstehenden Ersatzinvestitionen keine Auszahlung mehr erfolgen.

CO<sub>2</sub>-Preispfade und notwendige Strike-Preise der CCfDs



# Die beiden Förderinstrumente (CCfD und Kapitalkostenzuschuss) unterscheiden sich hinsichtlich der Risikoverteilung

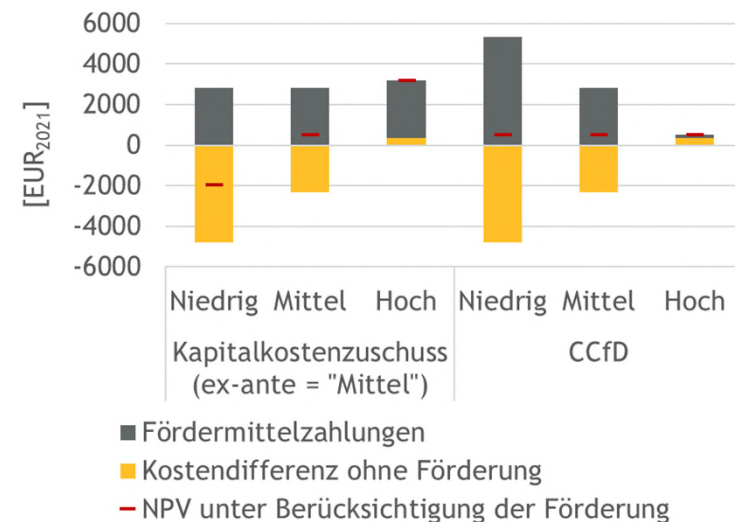
## Kapitalkostenzuschuss

Je nachdem, welcher CO<sub>2</sub>-Preis *ex-ante* angelegt wird, ändert sich die Höhe der Fördermittel und das Risikoprofil für den Staat und den Haushalt. Werden *ex-ante* niedrige CO<sub>2</sub>-Preise angelegt, realisieren sich jedoch *ex-post* höhere Preise, erwirtschaftet der Haushalte eine zusätzliche Rendite (= „Upside-Potential“ für Haushalte). Der CO<sub>2</sub>-Garantiefonds trägt im Gegensatz dazu das Risiko, bei hohen CO<sub>2</sub>-Preisen zu viel gefördert zu haben.

## CCfD

Die Höhe der Fördermittelzahlungen hängt davon ab, welcher CO<sub>2</sub>-Preis sich *ex-post* realisiert. Die Rentabilität der Investition des Haushaltes ist zwar gesichert, jedoch besteht auch kein „Upside-Potential“. Der CO<sub>2</sub>-Garantiefonds würde somit eine effiziente Auszahlung der Fördermittel sicherstellen und das unabhängig von der CO<sub>2</sub>-Preisentwicklung.

Barwert der Investition (EFH\_60er) und Auszahlungen der Förderinstrumente je CO<sub>2</sub>-Preis



# 4.3

## Institutionelle Gestaltung

# Der CO<sub>2</sub>-Garantiefonds als arbeitet als staatliche Förderbank

Der CO<sub>2</sub>-Garantiefonds wird als Förderbank nach dem Vorbild der KfW und der Landwirtschaftlichen Rentenbank gestaltet:

- Gründung durch Gesetz als bundesunmittelbare Anstalt des öffentlichen Rechts mit gesetzlichem Auftrag;
- Lizenz der Bankenaufsicht BaFin nach § 32 Abs. 1 KWG.

Satzungsziel: Die Förderung von Maßnahmen zur Reduzierung der THG-Emissionen (hier illustriert am Beispiel des Gebäudesektors).

- Dieses ökologisches Satzungsziel steht im Einklang mit den EU-Beihilferegeln (Art. 107 AEUV) und räumt dem CO<sub>2</sub>-Garantiefonds somit die Vorteile aus der staatlichen Haftung ein (Verständigung II, 2002).

Zur Refinanzierung kann der CO<sub>2</sub>-Garantiefonds Green Bonds begeben, die sich an den Green Bond Principles (GBP) der International Capital Market Association und der EU Taxonomie-Verordnung 2020/852 orientieren.

- Die nachhaltige Zweckbindung der erlösten Mittel könnte für die ökologisch-bewussten Anleger eine wichtige Rolle spielen bei der Wahl ihrer Geldanlage.

Zusätzlich refinanziert sich der CO<sub>2</sub>-Garantiefonds über staatliche Mittel: Verbleibende Netto-Subventionsanteile sind letztlich aus dem Bundeshaushalt zu leisten.

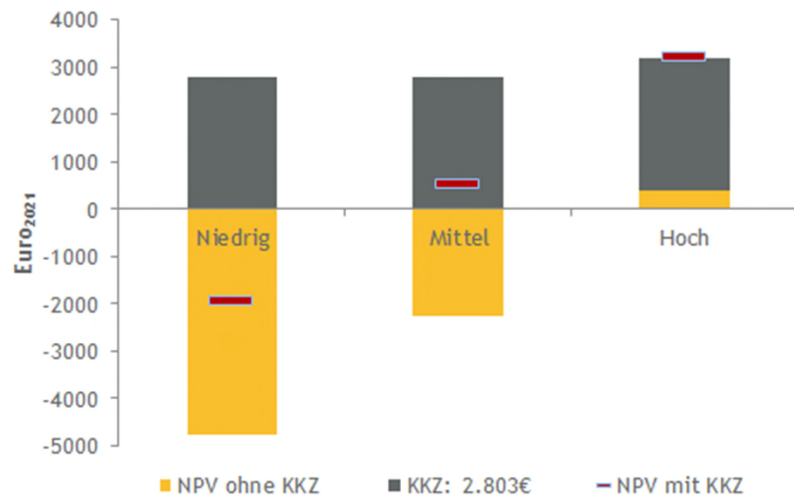
## Übersicht über die Verträge des CO<sub>2</sub>-Garantiefonds

Fremdkapital-finanzierte Investition*	Eigenkapital-finanzierte Investition
Kapitalkostenzuschuss integriert in Kreditfinanzierung	Kapitalkostenzuschuss
2-seitiger CCfD integriert in Kreditfinanzierung	2-seitiger CCfD
1-seitiger CCfD integriert in Kreditfinanzierung	1-seitiger CCfD

\* Kredite werden wettbewerbsneutral über Hausbanken vergeben („Hausbankenprinzip“)

# Der Kapitalkostenzuschuss bietet eine klassische Förderform als Investitionshilfe am Anfang

NPV\* für das Fallbeispiel „EFH 60er“  
je nach zukünftigen CO<sub>2</sub>-Preisfad



Der Kapitalkostenzuschuss (KKZ) ist eine einmalige Zuwendung zur Unterstützung einer förderwürdigen Klimaschutz-Investition.

Im konkreten Fall erhält der Hauseigentümer zu Beginn seiner energetischen Sanierung aus dem CO<sub>2</sub>-Garantiefonds den Betrag, der notwendig ist, damit sich bei einem mittleren CO<sub>2</sub>-Preisfad die Investition rechnet und auch eine kleine 2%-Rendite erzielt wird. Durch diese Chance auf eine „schwarze Null“ plus kleine Rendite beim mittleren CO<sub>2</sub>-Preisfad unterscheidet sich der KKZ aus dem CO<sub>2</sub>-Garantiefonds von der bestehenden BEG-Förderung.

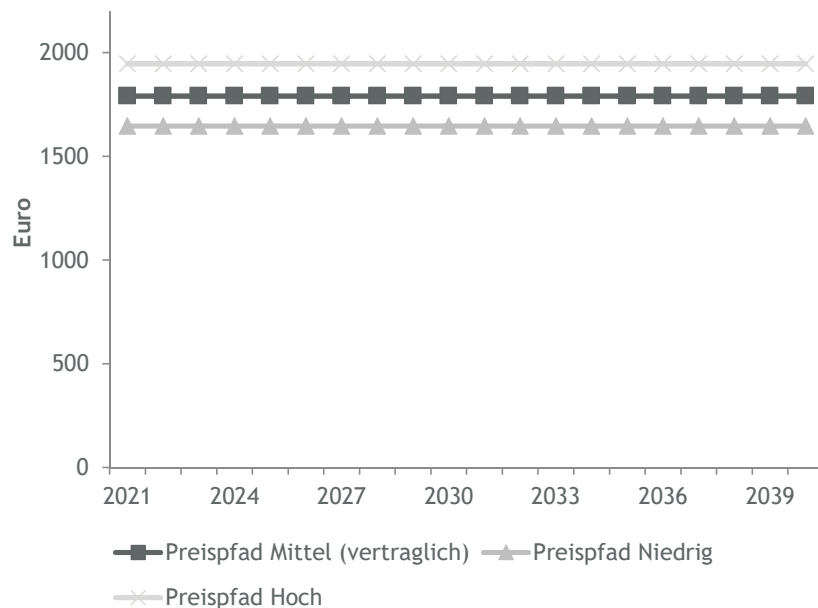
Für das Fallbeispiel „EFH 60er“ ergibt sich ein KKZ in Höhe von 2.803 €.

- Konsequenz für den Hauseigentümer: Rendite in der Höhe variabel.
  - Im Falle einer zukünftig stärkeren CO<sub>2</sub>-Preissteigerung, entsteht über die o.g. 2% hinaus eine zusätzliche Rendite.
  - Im Falle einer zukünftig geringeren CO<sub>2</sub>-Preissteigerung, verringert sich die Rendite bzw. entsteht sogar ein Verlust.
  
- Konsequenz für den CO<sub>2</sub>-Garantiefonds: Voller Förderaufwand am Anfang und effizient nur bei Eintritt des mittleren oder niedrigen CO<sub>2</sub>-Preisfades.

\* NPV = Gegenwartswert(Betriebskosteneinsparungen) - Gegenwartswert(Mehrinvestitionskosten - BEG-Förderung)

# Der Kapitalkostenzuschuss kann mit einer Kreditfinanzierung kombiniert werden, wenn das Eigenkapital nicht ausreicht

Annuitäten für Investitionskredit am Fallbeispiel „EFH 60er“ je nach zukünftigen CO<sub>2</sub>-Preisfad (Sollzins: 1,5%)



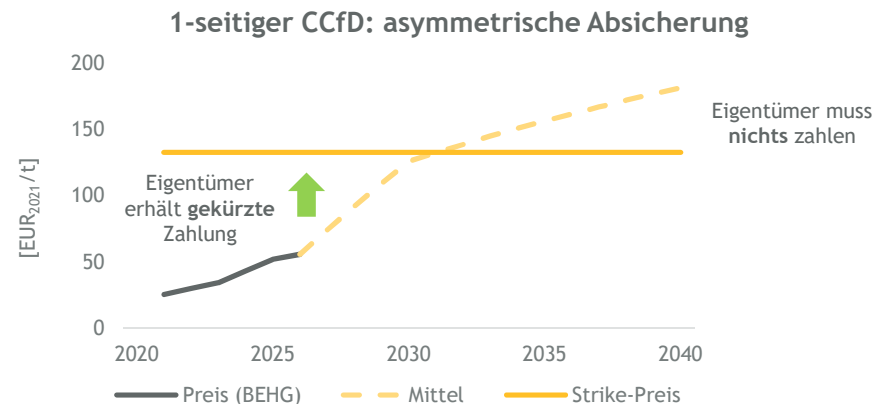
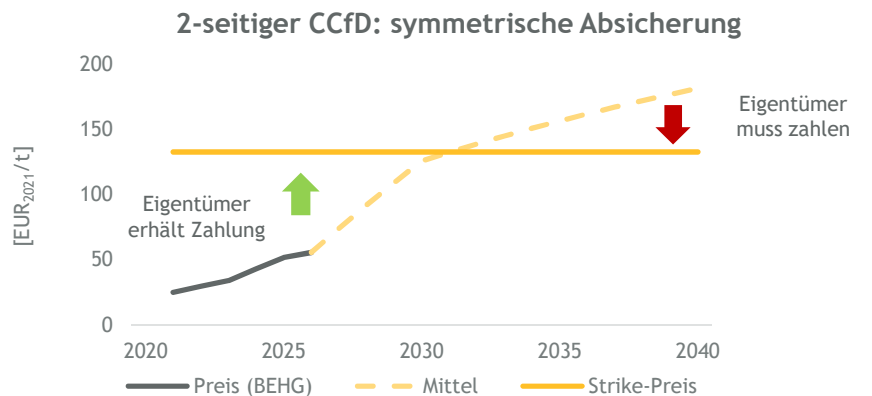
Der Kapitalkostenzuschuss (KKZ) kann grundsätzlich auch mit einer Kreditfinanzierung über den CO<sub>2</sub>-Garantiefonds kombiniert werden.

Die Höhe des erforderlichen Anfangsdarlehens für die Investition reduziert sich daraufhin um den KKZ, der beim mittleren CO<sub>2</sub>-Preisfad eine 2%-Rendite ermöglicht. Auf Basis dieses reduzierten Betrags werden die Rückzahlungsraten - in Form von Annuitäten - vertraglich festgesetzt.

Für das Fallbeispiel „EFH 60er“ betragen die Annuitäten, unter der Annahme eines Sollzinssatzes von 1,5%, 1.790 €.

- Konsequenz für den Hauseigentümer: Sanierung auch ohne Eigenmittel möglich und vorab reduzierte Annuitäten. Beim Abweichen vom mittleren CO<sub>2</sub>-Preisfad liegen diese Annuitäten unter bzw. über dem aus den realisierten CO<sub>2</sub>-Preisen erforderlichen Niveau.
  - Preisfad „Hoch“: zusätzliche Rendite.
  - Preisfad „Niedrig“: geringere Rendite bzw. Verlust.
- Konsequenz für den CO<sub>2</sub>-Garantiefonds: i) Voller Förderaufwand am Anfang und effizient nur bei Eintritt des mittleren oder niedrigen CO<sub>2</sub>-Preisfades; ii) Kreditgeschäft mit all seinen Unwägbarkeiten.

# Carbon Contracts for Differences (CCfDs) werden in zwei Varianten angeboten: Als 2-seitiger und als 1-seitiger CCfD



Der Kapitalkostenzuschuss als klassische Finanzhilfe unterstellt für die nächsten 20 Jahre einen bestimmten CO<sub>2</sub>-Preispfad. Vor den Konsequenzen *anderer*, hiervon abweichender CO<sub>2</sub>-Preise sind weder der Hauseigentümer noch der CO<sub>2</sub>-Garantiefonds geschützt. Eine solche Absicherung können hingegen die Carbon Contracts for Differences (CCfDs), durch Festlegung eines garantierten CO<sub>2</sub>-Preises (der sog. Strike-Preis\*) über 20 Jahre, gewährleisten. Bei den CCfDs des CO<sub>2</sub>-Garantiefonds kann man zwei Varianten unterscheiden:

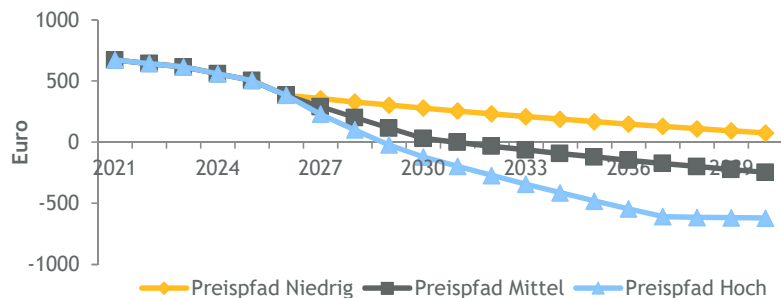
Der 2-seitige CCfD sichert sowohl den Hauseigentümer als auch den CO<sub>2</sub>-Garantiefonds gegen zukünftige CO<sub>2</sub>-Preisschwankungen ab. Solange der tatsächliche CO<sub>2</sub>-Preis *unter* dem Strike-Preis liegt, erhält der Hauseigentümer die Differenz zwischen den CO<sub>2</sub>-Kosteneinsparungen beim Strike-Preis und beim realisierten CO<sub>2</sub>-Preis. Steigt der tatsächliche CO<sub>2</sub>-Preis *über* den Strike-Preis, zahlt der Eigentümer die Differenz in den CO<sub>2</sub>-Garantiefonds zurück.

Der 1-seitige CCfD sichert nur den Hauseigentümer gegen zukünftige CO<sub>2</sub>-Preisschwankungen ab. Bei einem realisierten CO<sub>2</sub>-Preis über dem Strike-Preis werden dem Hauseigentümer die Zahlungen in den CO<sub>2</sub>-Garantiefonds erlassen. Im Gegenzug dafür kürzt der CO<sub>2</sub>-Garantiefonds bei einem realisierten CO<sub>2</sub>-Preis unter dem Strike-Preis seine Zahlungen an den Hauseigentümer um einen bestimmten Prozentsatz.

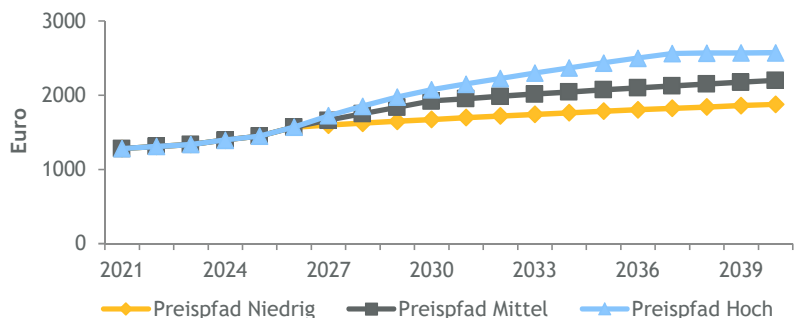


# Der 2-seitige CCfD kann allein in Anspruch genommen werden oder Kombination mit einer Kreditfinanzierung

CCfD-Zahlungen des CO<sub>2</sub>-Garantiefonds für Fallbeispiel „EFH 60er“ je nach zukünftigen CO<sub>2</sub>-Preisfad



Kreditrückzahlungsraten für Fallbeispiel „EFH 60er“ je nach zukünftigen CO<sub>2</sub>-Preisfad (Sollzins: 1,5%)



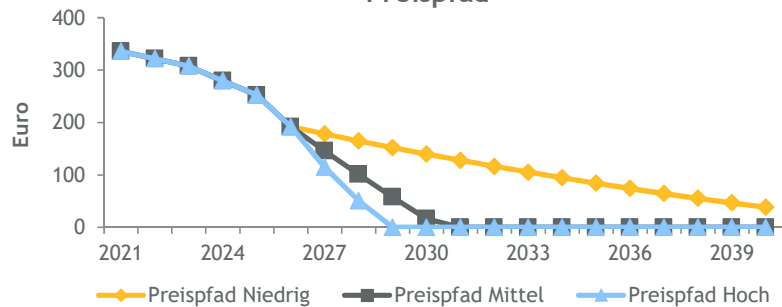
Dem Hauseigentümer wird der Strike-Preis garantiert, der ihm - neben der Kontrolle der Betriebskosten - eine 2%-Rendite sicherstellt, unabhängig von der zukünftigen CO<sub>2</sub>-Preisentwicklung. Für Fallbeispiel „EFH 60er“ liegt dieser Strike-Preis bei 132 €/t.

- Konsequenz für den Hauseigentümer: Aus-/Einzahlungen über die gesamte Investitionsdauer.
  - Solange der tatsächliche CO<sub>2</sub>-Preis unter 132 €/t liegt, erhält der Hauseigentümer Zahlungen aus dem CO<sub>2</sub>-Garantiefonds - z.B. beim Preisfad „Niedrig“ über alle 20 Jahre hinweg.
  - Steigt der tatsächliche CO<sub>2</sub>-Preis über 132 €/t, muss er in den CO<sub>2</sub>-Garantiefonds zurückzahlen - beim Preisfad „Hoch“ z.B. ab 2029.
- Konsequenz für den CO<sub>2</sub>-Garantiefonds: i) Aus-/Einzahlungen über die gesamte Investitionsdauer; ii) der Förderaufwand ist abhängig von der realen CO<sub>2</sub>-Preisentwicklung.

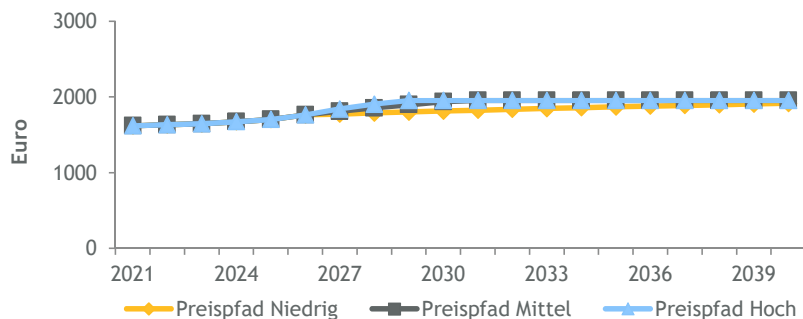
Auch der 2-seitige CCfD kann grundsätzlich mit einer Kreditfinanzierung über den CO<sub>2</sub>-Garantiefonds kombiniert werden. Das anfängliche Darlehen entspricht im dargestellten Beispiel den gesamten Investitionskosten. Die Rückzahlungsraten (Annuitäten in Höhe von 1.790€) werden um die CCfD-Zahlungen reduziert (bei Ansprüchen des Eigentümers) bzw. erhöht (bei Ansprüchen des CO<sub>2</sub>-Garantiefonds).

# Auch das Modell des 1-seitigen CCfD kann allein oder kombiniert mit einer Kreditfinanzierung abgeschlossen werden

CCfD-Zahlungen des CO<sub>2</sub>-Garantiefonds für Fallbeispiel „EFH 60er“ je nach zukünftigen CO<sub>2</sub>-Preisfad



Kreditrückzahlungsraten für Fallbeispiel „EFH 60er“ je nach zukünftigen CO<sub>2</sub>-Preisfad (Sollzins: 1,5%)



Dem Hauseigentümer wird derselbe Strike-Preis wie im Modell des 2-seitigen CCfD garantiert - also 132 €/t im Fallbeispiel „EFH 60er“. Diesmal muss er jedoch keine Zahlungsverpflichtungen eingehen. Dafür halbiert der CO<sub>2</sub>-Garantiefonds seine Ausgleichszahlungen an den Hauseigentümer.

- Konsequenz für den Hauseigentümer: 2%-Rendite nicht mehr garantiert.
  - Beim Preisfad „Niedrig“ erhält der Hauseigentümer über alle 20 Jahre hinweg nur die Hälfte der ihm zustehenden Zahlungen aus dem CO<sub>2</sub>-Garantiefonds, weshalb die Rendite unter 2% fällt.
  - Beim Preisfad „Hoch“ erhält er bis 2028 die Hälfte der ihm zustehenden Zahlungen aus dem CO<sub>2</sub>-Garantiefonds, muss aber danach nichts in den CO<sub>2</sub>-Garantiefonds einzahlen, so dass die Rendite über 2% steigt.
- Konsequenz für den CO<sub>2</sub>-Garantiefonds: i) Einseitige Übernahme des Risikos aus CO<sub>2</sub>-Preisschwankungen; ii) Gekürzte Auszahlungen über mehrere Jahre hinweg.

Auch der 1-seitige CCfD kann grundsätzlich mit einer Kreditfinanzierung über den CO<sub>2</sub>-Garantiefonds kombiniert werden. Die anfängliche Darlehenssumme entspricht im dargestellten Beispiel wieder den gesamten Investitionskosten. Die Rückzahlungsraten (Annuitäten i.H.v. 1.790 €) werden hier um die halbierten CCfD-Zahlungen reduziert, solange der realisierte CO<sub>2</sub>-Preis unter 132 €/t liegt.

## Es ist zu erwarten, dass der 1-seitige CCfD für viele zum bevorzugten Modell werden könnte

Es ist davon auszugehen, dass die meisten Hauseigentümer, die in Sanierungsmaßnahmen investieren, sich weniger an Renditeerwartungen orientieren. Stattdessen könnte eine Absicherung gegen einen niedrigen CO<sub>2</sub>-Preis im Vordergrund stehen, ohne später unvorhersehbare Zahlungen an den CO<sub>2</sub>-Garantiefonds leisten zu müssen. Der 1-seitige CCfD stellt diesbezüglich einen geeigneten Kompromiss dar. Hier illustrieren wir seine Wirkung im Detail an einem konkreten Beispiel:

Stellen wir uns vor, Familie Müller lebt in dem 130 m<sup>2</sup> großen Einfamilienhaus aus den 60er Jahren, mit einer 15 Jahre alten Gasheizung und 30 Jahre alten Fenstern. Für dieses Haus sind umfassende Sanierungsmaßnahmen (Einbau einer Luftwärmepumpe, 3-fache Verglasung der Fenster und verschiedene Dämmungsmaßnahmen) vorgesehen, die Investitionskosten in Höhe von 51.600 € verursachen (s. [Fallbeispiel „EFH 60er“](#)). Würden diese Sanierungsmaßnahmen nicht durchgeführt, dann fielen „Sowieso-Kosten“ für einen späteren Austausch der Heizung in Höhe von 7.020 € an. Familie Müller rechnet also mit Mehrinvestitionskosten von 44.580 €. Die bestehende BEG-Förderung beträgt in diesem Fall 18.060 €, womit sich die verbleibenden Mehrinvestitionskosten auf 26.520 € reduzieren.

Investitionskosten:	51.600 €	} Mehrinvestitionskosten: 26.520 €
Sowieso-Kosten:	7.020 €	
BEG-Förderung :	18.060 €	

Damit Familie Müller einen Anreiz für eine Modernisierung hat, müssten die Betriebskosteneinsparungen diese Mehrinvestitionskosten weitgehend abdecken. Dank der energetischen Sanierung werden im Laufe der nächsten 20 Jahren 106 Tonnen CO<sub>2</sub> weniger ausgestoßen, da bei Einsatz einer Wärmepumpe keine Emissionen entstehen. Schon ohne die CO<sub>2</sub>-Bepreisung spart Familie Müller Betriebskosten in Höhe von 15.969 €. Aufgrund des CO<sub>2</sub>-Preises kann sie dann weitere Betriebskosteneinsparungen erzielen, die in ihrer Höhe von künftigen, für die Familie nicht genau absehbaren Entwicklungen des CO<sub>2</sub>-Preises abhängen.

*(Bitte beachten: Alle hier dargestellten Werte sind auf 2021 abgezinst.)*

# Die Eigenschaften des 1-seitigen CCfD als Absicherung der energetischen Sanierung

Bei dem mittleren CO<sub>2</sub>-Preisfad beispielsweise (siehe Abbildung rechts) würde Familie Müller als Ergebnis der Sanierung 8.279 € CO<sub>2</sub>-Kosten einsparen, was zu einer Gesamtbetriebskosteneinsparung von 24.247 € führt. Dies würde noch nicht ausreichen, um die Mehrinvestitionskosten von 26.520 € komplett abzudecken.

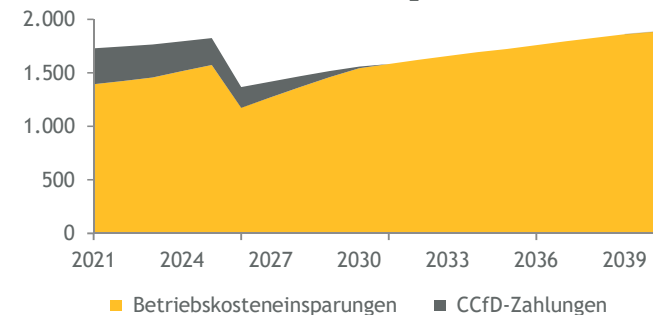
Durch den 1-seitiger CCfD erhält Familie Müller zusätzliche Zahlungen aus dem CO<sub>2</sub>-Garantiefonds, solange der CO<sub>2</sub>-Preis unterhalb des vereinbarten Strike-Preises (132 €/t) liegt. Hierzu wird jährlich die Differenz berechnet zwischen den CO<sub>2</sub>-Kosten beim Strike-Preis und den CO<sub>2</sub>-Kosten beim tatsächlichen CO<sub>2</sub>-Preis. Die Hälfte davon geht an Familie Müller als Ausgleichszahlung.

Beim mittleren CO<sub>2</sub>-Preisfad würde Familie Müller bis 2030 jährlich sinkende Zahlungen aus dem CO<sub>2</sub>-Garantiefonds erhalten (in der Summe: 1.827 €). Danach würde sie nichts mehr erhalten, aber müsste auch keine Zahlungen an den CO<sub>2</sub>-Garantiefonds leisten. Der 1-seitige CCfD kombiniert also ein hälftige, oft ausreichende Absicherung gegen „zu niedrige“ CO<sub>2</sub>-Preise mit der Zusage, in Zukunft keine Zahlungen leisten zu müssen, egal wie hoch der CO<sub>2</sub>-Preis steigt.

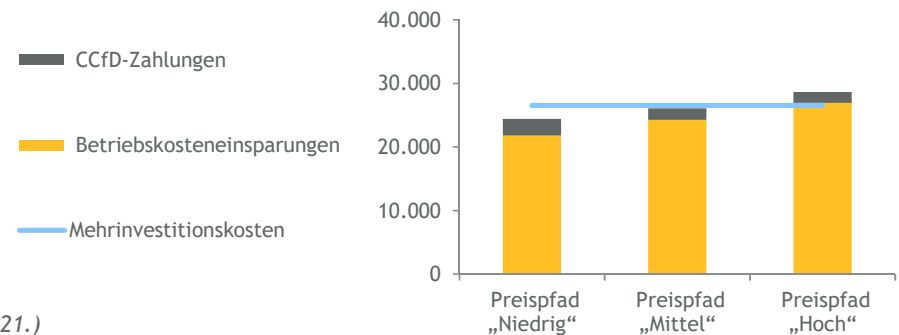
Wenn Familie Müller nicht über das nötige Eigenkapital für die Investition verfügt, kann sie den 1-seitigen CCfD mit einem Kredit des CO<sub>2</sub>-Garantiefonds verbinden. In diesen Fall reduzieren sich ihre Rückzahlungsraten um die jährlichen Zahlungen aus dem CO<sub>2</sub>-Garantiefonds.

*(Bitte beachten: Alle dargestellten Werte sind abgezinst auf 2021.)*

Jährliche Betriebskosteneinsparungen und CCfD-Zahlungen bei mittleren CO<sub>2</sub>-Preisfad



Betriebskosteneinsparungen & CCfD-Zahlungen in Vergleich zu Mehrinvestitionskosten je nach CO<sub>2</sub>-Preisfad



# Zusammenfassend: Die verschiedenen Vertragsmodelle sind auf unterschiedliche Bedürfnisse der Haushalte ausgerichtet

Die oben skizzierten Verträge, mit denen der CO<sub>2</sub>-Garantiefonds sein Satzungsziel realisieren kann, berücksichtigen unterschiedliche Verhaltensmuster bzw. Bedürfnisse der Haushalte.

Der CO<sub>2</sub>-Garantiefonds kann den Haushalten diese Modelle alternativ anbieten. Dabei entstehen für ihn unterschiedliche finanzielle Konsequenzen.

	Dem Vertrag zugrunde liegendes Förderinstrument			Zusätzliche Kreditfinanzierung*
	Kapitalkostenzuschuss	2-seitiger CCfD	1-seitiger CCfD	
Zielgruppe	Renditeorientierte Hauseigentümer	Risikoaverse Hauseigentümer	Hauseigentümer, die keine Zahlungsverpflichtung eingehen wollen	Hauseigentümer, mit eingeschränkter Liquidität
Konsequenzen für den CO <sub>2</sub> -Garantiefonds	Höhere Förderkosten bei stark steigendem CO <sub>2</sub> -Preis	Beteiligung der Haushalte an den Kosten eines stark steigenden CO <sub>2</sub> -Preises	Eventuell höhere Förderkosten bei stark steigendem CO <sub>2</sub> -Preis	Unwägbarkeiten bzgl. Zinsentwicklung & Bonität

\* Hier sind auch Mischlösungen zwischen Eigen- und Fremdfinanzierung vorstellbar.

# Klimaschutzinstrumente, auch der CO<sub>2</sub>-Garantiefonds, brauchen ergänzende Politikmaßnahmen für den sozialen Ausgleich

CO<sub>2</sub>-Bepreisung und ähnliche Klimaschutzinstrumente belasten in der Regel einkommensschwache Haushalte relativ stärker als einkommensstarke Haushalte; sie zeigen eine **regressive Verteilungswirkung**.

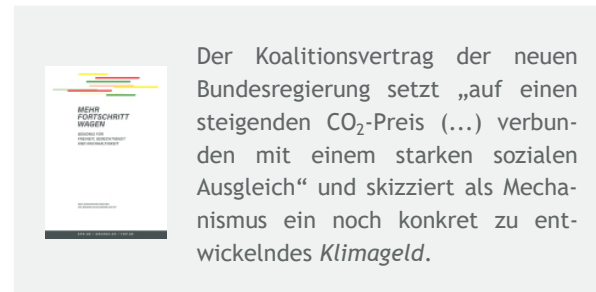
Auch der CO<sub>2</sub>-Garantiefonds kann aus sich heraus den sozialen Ausgleich nicht stärken. Er ist ein primär klimapolitisches Instrument: Die unterschiedlichen Vertragsmodelle sollen erreichen, dass sich Klimaschutzmaßnahmen für die Haushalte rechnen. Die Einkommenssituation der Haushalte spielt dabei keine Rolle.

**Um die Klimapolitik sozialverträglicher zu gestalten, muss an anderer Stelle angesetzt werden.** Eine generelle soziale Abfederung verstärkter Klimapolitik deckt den CO<sub>2</sub>-Garantiefonds mit ab. In der Diskussion stehen z.B.:

- i. Eine Pro-Kopf-Klimaprämie/Energiegeld und/oder
- ii. Eine Senkung des Strompreises - etwa über die Finanzierung der EEG-Umlage aus Bundesmitteln oder eine Absenkung der Stromsteuer - und/oder
- iii. Zusätzliche zielgerichtete Regelungen für bestimmte Bevölkerungsgruppen (z.B. differenzierte Erhöhung des Wohngelds).

**Ergänzend** könnten soziale Komponenten im CO<sub>2</sub>-Garantiefonds aufgenommen werden, z.B. im 1-seitigen CCfD:

- Die Kürzung der CCfD-Zahlungen aus dem CO<sub>2</sub>-Garantiefonds kann vom Einkommensstatus des Investierenden abhängig gemacht werden, anstatt für alle pauschal auf 50% festgelegt zu sein.



# Der CO<sub>2</sub>-Garantiefonds kann einige demografische und geografische Unterschiede ausgleichen

## Demografische Alterung schafft zusehends Kreditrestriktionen und damit Investitionshemmnisse:

- Bestimmten Hauseigentümergruppen kann bei normalen Bankkrediten u.U. die Bonität verweigert werden, etwa aufgrund ihres höheren Alters.
- Um diese Personen zu erreichen und Klimaschutz nicht auf den Generationsübergang zu verschieben, könnte der CO<sub>2</sub>-Garantiefonds hier die Bonitätsanforderungen senken und die verbundenen Kreditrisiken absichern.

## Geografische und räumliche Rahmenbedingungen:

- Die kleinklimatischen und geologischen Gegebenheiten (u.a. Sonneneinstrahlung und Verfügbarkeit von Erdwärme) unterscheiden sich zum Teil stark in den verschiedenen Regionen.
- Diese Unterschiede beeinflussen die Effizienz bzw. Realisierbarkeit von bestimmten Modernisierungsvorhaben.
- Innerhalb des förderfähigen Rahmens deckt der CO<sub>2</sub>-Garantiefonds die räumlich unterschiedlichen Effizienzen der Energieeinsparung bereits ab, da er auf örtlich spezifizierten Betriebskosten-Kalkulationen aufbaut. D.h. Investitionen an günstigen Standorten rechnen sich schneller; sie erhalten automatisch eine geringere Förderung vom CO<sub>2</sub>-Garantiefonds als Investitionen an weniger begünstigten Standorten.



# Übertragung des CO<sub>2</sub>-Garantiefonds auf Mietimmobilien: Auseinandersetzung mit dem Mieter-Vermieter (MV) Dilemma

Die bisherigen Überlegungen gehen aus von Investitionsentscheidungen in energetische Sanierung durch Eigentümer von EFH, die das Gebäude selbst bewohnen. In Deutschland ist aber der Anteil an Vermietungen sehr hoch: 55% aller bewohnten Wohnungen sind Mietwohnungen.

**Mieter-Vermieter (MV) Dilemma im auf Kaltmieten basierten deutschen Mietmarkt:** Während der Vermieter für die Kosten energetischer Modernisierungsvorhaben aufkommt, profitiert der Mieter davon durch reduzierte Energiekosten. Ohne Sanierung können Mieter ihre Energiekosten nur durch eine Verbrauchsreduktion beeinflussen. Zugleich ist der Sanierungsanreiz für die Vermieter gering, weil sie nicht von den Energie-Einsparungen profitieren.

Die oben vorgestellten Berechnungen und die darauf aufbauende Fördermodell könnten theoretisch eins zu eins auf Eigentümer von Mietwohnungen übertragen werden, wenn Mieterhöhungen in Höhe der Betriebskosteneinsparungen angesetzt werden könnten bzw. dürften. Dabei ist allerdings zu beachten:

- Mieterhöhungen nach Modernisierungen (auch, aber nicht nur Klimaschutzmaßnahmen) sind nach derzeitiger Rechtslage gemäß § 559 BGB an die Investitionskosten - also *nicht* an die eingesparten Betriebskosten - gebunden und auf max. 8% limitiert;
- Mietverträge werden oft langfristig festgelegt und können in Ballungsräumen der Mietpreisbremse unterliegen;
- Zukünftige Betriebskosten hängen stark vom verhaltensbedingten Energieverbrauch der Mieter ab.

Um Klimaschutzanreize konsistent auf Mietimmobilien zu übertragen, muss das MV-Dilemma grundlegend überwunden werden. Dazu bieten sich sechs Ansätze an. Sie werden im Folgenden kurz dargestellt und anschließend darauf geprüft, wie gut sie mit dem CO<sub>2</sub>-Garantiefonds kombiniert werden können.



Sechs Ansätze, für mehr Klimaschutz das Mieter-Vermieter Dilemma zu überwinden, werden kurz vorgestellt

1 Ökologischer Mietpreis

2. Wärme-Contracting

3. Smarte Warmmiete

4. Aufteilung der CO<sub>2</sub>-Preis-Kosten

5. Teilwarmmiete

6. Warmmiete mit Temperatur-feedback



# Ökologische Mietspiegel oder Wärme-Contracting als Instrumente gegen das Mieter-Vermieter Dilemma



**Ökologischer Mietspiegel:** Die energetische Beschaffenheit von Gebäuden wird als zusätzliches Merkmal bei der Ermittlung ortsüblicher Vergleichsmiete (§ 558 BGB) berücksichtigt.

- Schafft zusätzliche Spielräume für Mieterhöhungen dort, wo die Miete durch ortsübliche Vergleichsmieten effektiv gedeckelt ist und bereits die zulässige Obergrenze erreicht hat.
- Die Verantwortung für die Ökologisierung des Mietspiegels liegt aber bei den örtlichen Gremien, der Bund kann das Instrument aufgrund von Art. 84 Abs. 1 Satz 7 GG nicht verbindlich regeln.



**Wärme-Contracting:** Die Bereitstellung (Heizungseinbau, Betrieb, Brennstofflieferung) der Wärme in Mietwohnungen wird von einem Dritten - dem sog. Contractor - übernommen (§ 556 BGB).

- Bringt Kostenträger und Profiteur von Sanierungsmaßnahmen in einem professionellen Anbieter zusammen.
- Stellt aber keine umfassende Lösung dar, da es die Gebäudesanierung nicht mitberücksichtigt.
- Zudem ist die Umstellung auf gewerbliche Wärmebereitstellung nur in größeren Wohnkomplexen rentabel und führt zu einer komplizierten Vertragsstruktur.

Quelle: Thöne / Gierkink / Pickert / Kreuter / Deckert (2019)

# Smarte Warmmieten oder Aufteilung der CO<sub>2</sub>-Kosten gegen das Mieter-Vermieter Dilemma



## Smarte Warmmiete: Wärme-Contracting ohne Contractor.

- Im Vergleich zum klassischen Wärme-Contracting könnte dieses Modell:
  - berücksichtigen, dass sämtliche Förderungen für Energieeffizienz-Investitionen in Gebäuden sich an Eigentümer richten;
  - die Struktur des Contracting-Vertrages vereinfachen, da kein dritter Vertragspartner einbezogen wird;
  - auch die Gebäudesanierung abdecken.
- Die rechtliche Voraussetzung dafür ist derzeit noch nicht gegeben.



## Aufteilung der CO<sub>2</sub>-Preis-Kosten: Der Entwurf für die Neufassung des Klimaschutzgesetzes (12. Mai 2021) sieht eine gleichmäßige Lastenverteilung (50 zu 50) zwischen Vermieter und Mieter vor.

- Die Teil-Entlastung der Mieter würde zusätzliche Anreize für Vermieter setzen, diese könnten aber bei gering steigenden CO<sub>2</sub>-Preis sehr wahrscheinlich nicht ausreichen.
- Der Anreiz für die Mieter sparsam zu heizen, bleibt in etwas geringerem Umfang bestehen.

Quellen: Thöne / Gierkink / Pickert / Kreuter / Deckert; (2019); Entwurf zum Klimaschutzgesetz 2021.

# Teilwarmmieten oder Warmmiete mit Temperaturfeedback gegen das Mieter-Vermieter Dilemma



**Teilwarmmiete:** Ein Teil der Heizkosten wird verbrauchsabhängig gestaltet, der andere wird als „Grundheizkosten“ in die feste Miete einbezogen.

- Schafft bei Sanierungsmaßnahmen zusätzliche Einnahmen für den Vermieter, wenn der Verbrauch in den Mietwohnungen niedriger liegt, als mit der Berechnung der Grundheizkosten angenommen.
- Bei steigender CO<sub>2</sub>-Bepreisung nähert sich dieses Modell dem konventionellen Kaltmietenmodell an.



**Warmmiete mit Temperaturfeedback:** Der Vermieter übernimmt die Kosten, um die Wohnung auf einer bestimmte Referenztemperatur zu halten. Überschreitet der Mieter diese Temperatur, muss er eine Ausgleichszahlung an den Vermieter leisten; bleibt der Mieter darunter, erhält er eine Kostenerstattung vom Vermieter.

- Schafft beidseitige Anreize zu energieeffizientem Verhalten: Der Vermieter hat ein Interesse, die Kosten für die Bereitstellung der Referenztemperatur zu senken und der Mieter wird für sparsames Heizverhalten belohnt.
- Die Vereinbarung einer Warmmiete ist mit den Regelungen der Heizkostenverordnung nicht vereinbar (BGH VIII ZR 212/05, Urteil vom 19.07.2006).



Der Koalitionsvertrag der neuen Bundesregierung geht explizit auf das *Mieter-Vermieter-Dilemma* im Kontext des Klimaschutzes ein. Für den steigenden CO<sub>2</sub>-Preis wird eine faire Aufteilung angestrebt, die in ihrer Ausgestaltung zwischen 50-50-Aufteilung (Modell 4 links) und Teilwarmmiete (Modell 5) liegen könnte.

Dieser Plan ist im KV mit Blick auf einen Status quo formuliert. Wo es um Veränderungen des Status quo durch (vom CO<sub>2</sub>-Garantiefonds ermöglichte) Klimaschutzinvestitionen geht, muss er noch konkretisiert werden. Die in den Modellen skizzierten Stärken und Schwächen verschiedener Gestaltungsoptionen bieten hierfür Ansatzpunkte.

Quellen: Thöne / Gierkink / Pickert / Kreuter / Deckert; (2019); Thomaßen et al. (2020).

# Um den CO<sub>2</sub>-Garantiefonds auch für Mietimmobilien einsetzen zu können, muss das Mietrecht weiterentwickelt werden oder es muss mehr gefördert werden

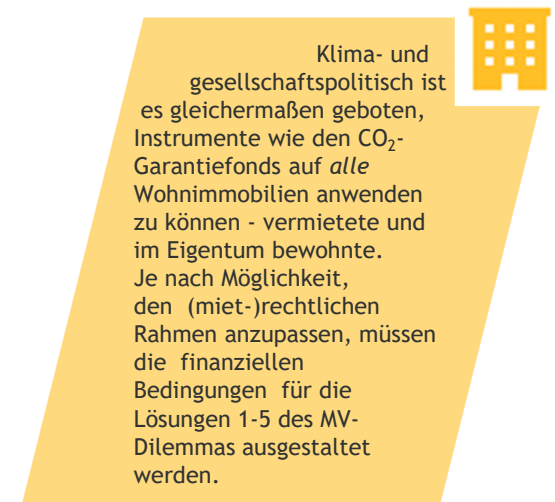
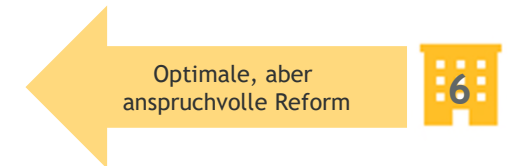
Die Lösungsansätze 1. bis 5. für das MV Dilemma stellen die Gleichheit von Mieterhöhungen und Betriebskosteneinsparungen nicht automatisch sicher. Sie allein ermöglichen es nicht, die Verträge des CO<sub>2</sub>-Garantiefonds zielgerecht auch Eigentümern von Mietwohnungen anzubieten, ohne gleichzeitig die Mieter unverhältnismäßig zu belasten.

Dies wäre bei der „*Warmmiete mit Temperaturfeedback*“ (Lösungsansatz 6.) möglich, sofern sie als Ersatz für die sog. Modernisierungumlage (Mieterhöhungen nach Modernisierung, § 559 BGB) verstanden wird.

- Die dafür erforderlichen, grundlegende mietrechtlichen Anpassungen sind nicht gewiss unmöglich; politisch aber durchaus anspruchsvoll.

Alternativ käme eine Variante der CCfD-Verträge für Eigentümer von Mietwohnungen in Betracht:

- So könnten z.B. die CCfD-Zahlungen um die Differenz zwischen den nach Sanierung zulässigen Mieterhöhungen und den an einer Referenztemperatur orientierte Betriebskosteneinsparungen erhöht bzw. reduziert werden.
- Dabei würde es allerdings zu höheren Förderkosten für den CO<sub>2</sub>-Garantiefonds kommen; um die bei den Mieten verbleibenden Einspargewinne zu ersetzen.
- Bei Bereitschaft, die Anwendung des CO<sub>2</sub>-Garantiefonds auf Mietimmobilien mit zusätzlicher Finanzierung zu ermöglichen, wäre vertieft zu prüfen, welche der Lösungsansätze 1. bis 5. mit dem CO<sub>2</sub>-Garantiefonds kombiniert werden können.



4.4

# Weiterer Analysebedarf

# Für die Konkretisierung eines CO<sub>2</sub>-Garantiefonds ergeben sich noch weitere Fragestellungen jenseits dieser explorativen Studie



Um die Höhe der Treibhausgasminderung insbesondere mit Hinblick auf den aktuellen Koalitionsvertrag quantitativ abschätzen zu können, bedarf es einer Skalierung und Hochrechnung einzelner Typhaushalte sowie die Berücksichtigung der jeweils kostenoptimalen Vermeidungsoptionen für den gesamtdeutschen Gebäudebestand. Hierzu gehört auch die Berücksichtigung des Eigenverbrauchs von PV-Strom, der die Kosten für elektrisch betriebene Heizungen senken könnte. Auf dieser Basis ließen sich auch die absolute Höhe der Fördermittel quantifizieren sowie deren Auswirkungen auf den Bundeshaushalt.

Zudem sollte der Einfluss synthetischer Brennstoffe auf die Treibhausgasminderung und deren Kosten im Wärmesektor bestimmt werden. Dies wäre insbesondere auch zur Ermittlung des zukünftigen Bedarfs an synthetischen Energieträgern notwendig, der wiederum einen Einfluss auf deren Preise haben könnte.

Weiterhin sollten die konkreten Fördermöglichkeiten mit Blick auf die Wahl zwischen Kapitalkostenzuschuss und CCfDs analysiert werden. Hier sind insbesondere die Höhe der Fördermittel sowie die Laufzeit der jeweiligen Verträge zu berücksichtigen.

Auch institutionell ist der CO<sub>2</sub>-Garantiefonds weiter zu konkretisieren. Im Mittelpunkt stehen dabei die realisierbaren Optionen, den in Deutschland so wichtigen Bereich der vermieteten Immobilien für den CO<sub>2</sub>-Garantiefonds zu erschließen (Lösungsoptionen des Mieter-Vermieter-Dilemmas einschließlich etwaiger Zusatzkosten). Wenn so der *ganze* Wohnungssektor erreicht werden kann, gewinnen auch die Gestaltungsfragen zur sozialen Ausgewogenheit der Förderung noch zusätzlich an Gewicht.

Schließlich ist auch die Refinanzierung des CO<sub>2</sub>-Garantiefonds über Green Bonds und ähnliches, die in dieser Analyse nur am Rand betrachtet werden konnte, vertieft zu untersuchen. Von hohem Interesse wären dabei die verschiedenen Optionen, privates Kapital zu mobilisieren, sowie es über den Fonds zu allozieren und abzusichern. Dabei wären auch die letztlich verbleibenden Belastungsprofile für den Bund zu betrachten, deren etwaige beihilferechtliche Bewertung und ihre residuale Rolle in der Schuldenbremse.

# KONTAKT

**ewi**

Max Gierkink

[max.gierkink@ewi.uni-koeln.de](mailto:max.gierkink@ewi.uni-koeln.de)

+49 (0)221 277 205

Energiewirtschaftliches Institut an der  
Universität zu Köln (EWI) gGmbH

**FiFo** Köln

Dr. Michael Thöne

[thoene@fiffo-koeln.de](mailto:thoene@fiffo-koeln.de)

+49 (0)221 13 97 51 0

Finanzwissenschaftliches Forschungsinstitut an der  
Universität zu Köln (FiFo Köln)

# Anhang





# Exkurs: Investitionsentscheidung von Haushalten und CCfDs

---

# Investitionsentscheidungen von Haushalten

Klassischer Weise werden Investitionsentscheidungen von (rationalen) Haushalten mit Hilfe des Gegenwartswerts der Investition abgebildet (bspw. Varian, 2010).

Dieser verkörpert im Wärmesektor eine Abwägungsentscheidung zwischen der Betriebskostendifferenz, den Investitionskosten\* und den eingesparten Kosten für die Emissionen (CO<sub>2</sub>-Preis\*\*).

Bei einem positiven Gegenwartswert tätigt der Haushalt die Investition. Aus diesem Kriterium lässt sich die notwendige Steigerungsrate des CO<sub>2</sub>-Preises ableiten. Diese setzt die Kosten der Investition mit den diskontierten Emissionen über den Amortisationszeitraum ins Verhältnis.



vs.



$$NPV = e * \sum_{t=0}^T \frac{p_0 + m * t}{(1+r)^t} - \sum_{t=0}^T \frac{\Delta c_t + A}{(1+r)^t} \geq 0$$

$$m \geq \frac{\sum_{t=0}^T \frac{\Delta c_t + A - e * p_0}{(1+r)^t}}{\sum_{t=0}^T \frac{e * t}{(1+r)^t}}$$

Symbol	Beschreibung
$t \in T$	Zeit
$p_t$	CO <sub>2</sub> -Preis
$r$	Zinssatz
$e$	Jährliche Emissionseinsparung
$\Delta c_t$	Betriebskostendifferenz
$A$	Annuität
$m$	CO <sub>2</sub> -Preissteigerungsrate

\*Hier dargestellt als konstante, jährliche Annuität. \*\* Im folgenden wird unterstellt, dass der CO<sub>2</sub>-Preise einem linearen Trend und somit nicht der Hotelling-Regel folgt. Die Formeln sind an Richstein (2017) angelehnt.

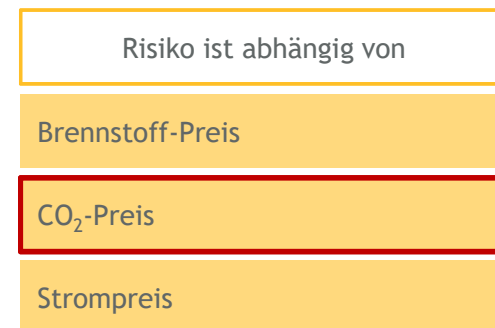
# Verhaltensökonomische Einflussfaktoren bei Investitionsentscheidungen von Haushalten

Verschiedene empirische Studien beschäftigen sich mit Einflussfaktoren für die Investitionsentscheidungen von Haushalten zur Steigerung der Energieeffizienz.

Die Ergebnisse der empirischen Studien mit Betrachtung der deutschen und europäischen Märkte deuten darauf hin, dass Schuldenaversion, Verlustaversionen und Risikoaversionen einen signifikanten Einfluss auf die Investitionsentscheidungen haben (Knobloch et al., 2019; Schleich et al., 2019). Dies gilt auch für privater Kleinvermieter, wobei zusätzlich noch das Mieter-Vermieter Dilemma zu beobachten ist (März et al., 2020). Außerdem sind die (impliziten) Diskontierungsraten für Energieeffizienzmaßnahmen oft wesentlich höher, als bei marktüblichen Anlagemöglichkeiten (Andersen et al., 2020).

Neben der unsicheren Betriebskostendifferenz spielen bei energiebedingten Modernisierungsvorhaben CO<sub>2</sub>-Preise eine zentrale Rolle. Diese sind jedoch mit einer hohen Unsicherheit behaftet.

Der Einfluss dieser Unsicherheit auf die Risiko-Aversion der Haushalte kann mittels der Mean-Variance Utility dargestellt werden, wobei ein Haushalt die Investition tätigt, wenn der erwartete Nutzen positiv ist.



$$EU(NPV) = \mathbb{E}[NPV] - \lambda Var[NPV] \geq 0$$

Symbol	Beschreibung
$EU[ ]$	Erwarteter Nutzen
$\lambda$	Risikoaversion
$\mathbb{E}[ ]$	Erwartungswert
$Var[ ]$	Varianz

# Der Einfluss der Risikoaversion auf die Investitionsentscheidung von Haushalten

Mittels der Betrachtung des erwarteten Nutzens einer Investition unter Unsicherheit, kann die notwendige CO<sub>2</sub>-Preissteigerungsrate berechnet werden. Diese steigt durch die Risiko-Aversion eines Haushaltes.

Der Risikoaufschlag hängt ab von 1) der Risikoaversion des Haushaltes, 2) der erwarteten Varianz der Steigerungsrate und 3) den Emissionseinsparungen.

Der Einfluss der Emissionseinsparungen kann dabei zu adverser Selektion führen, da der Risikoaufschlag für Haushalte mit geringen Emissionen kleiner ist (vgl. Qiu et al. (2017) für einen ähnlichen Effekt bei zeitvariablen Stromtarifen). Dies könnte dazu führen, dass Haushalte mit niedrigeren Emissionseinsparungen bei einem niedrigeren CO<sub>2</sub>-Preis in eine Dekarbonisierungs-Option investieren, als Haushalte mit höheren Emissionen (bspw. Ölheizung).

Die Tragweite dieses Effektes hängt ab von den spezifischen Risikopräferenzen und Betriebskostendifferenzen.

$$\mathbb{E}[m] \geq \frac{\sum_{t=0}^T \frac{\Delta c_t + A - e * p_0}{(1+r)^t}}{\sum_{t=0}^T \frac{e * t}{(1+r)^t}} + \lambda Var[m] * \sum_{t=0}^T \frac{e * t}{(1+r)^t}$$

Symbol	Beschreibung
$t \in T$	Zeit
$p_t$	CO <sub>2</sub> -Preis
$r$	Zinssatz
$e$	Jährliche Emissionseinsparung
$\Delta c_t$	Betriebskostendifferenz
$A$	Annuität
$m$	CO <sub>2</sub> -Preissteigerungsrate
$\lambda$	Risikoaversion
$\mathbb{E}[\ ]$	Erwartungswert
$Var[\ ]$	Varianz

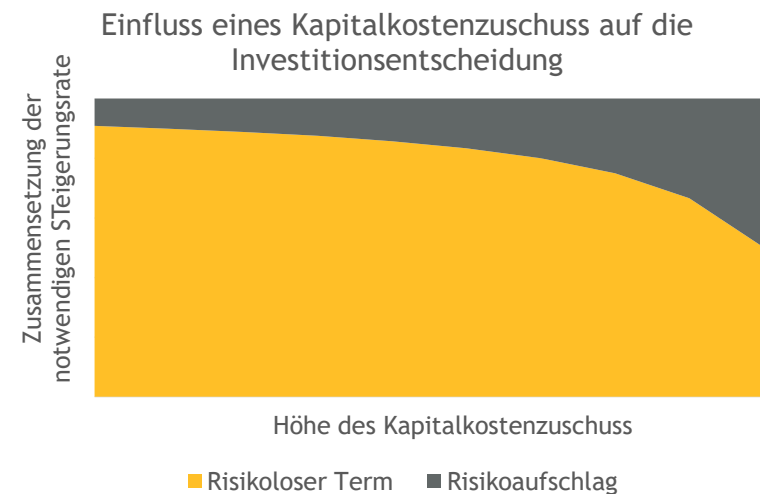
# Der Einfluss eines Kapitalkostenzuschusses auf die Investitionsentscheidung von risikoaversen Haushalten

Mit einer herkömmlichen Subvention der Kapitalkosten, also dem Kapitalkostenzuschuss, sinken die anfänglichen Investitionskosten bzw. die jährliche Annuität.

Der Risikoaufschlag auf CO<sub>2</sub>-Preissteigerungsrate, also der Einfluss der Risikoaversion ändert sich dabei nicht.

Im Gegenteil: Der relative Einfluss der Risikoaversion steigt sogar, da die notwendige „risikolose“ Steigerungsrate sinkt

Dies könnte die unerwünschte Anreizwirkung für Haushalte mit niedrigeren Emissionen sogar noch verstärken.



# Der Einfluss von CCfDs auf die Investitionsentscheidung von risikoaversen Haushalten

Da ein CCfD den Wert der Emissionseinsparungen absichert, ist der Gegenwartswert der Investition mit weniger Unsicherheiten behaftet.

Verkörpert das CO<sub>2</sub>-Preisrisiko die einzige Unsicherheit, sichert ein CCfD dadurch alle Risiken ab, sodass der notwendige CO<sub>2</sub>-Preis sich nicht vom Fall ohne Unsicherheit unterscheidet.

Dadurch werden unter Umständen geringere Fördermittelzahlungen als bei der Verwendung eines Kapitalkostenzuschusses notwendig, um die Investitionen auf Haushaltsebene anzureizen.

$$EU(NPV) \geq 0$$

$$\text{mit } NPV = \sum_{t=0}^T \frac{p_s * e - \Delta c_t - A}{(1+r)^t}$$

$$p_s \geq \frac{\sum_{t=0}^T \frac{\Delta c_t + A}{(1+r)^t}}{\sum_{t=0}^T \frac{e}{(1+r)^t}}$$

Symbol	Beschreibung
$t \in T$	Zeit
$p_s$	Strike-Preis
$r$	Zinssatz
$e$	Jährliche Emissionseinsparung
$\Delta c_t$	Betriebskostendifferenz
$A$	Annuität
$m$	CO <sub>2</sub> -Preissteigerungsrate
$\lambda$	Risikoaversion
$\mathbb{E}[\ ]$	Erwartungswert
$Var[\ ]$	Varianz

# Weitere Einflussfaktoren für die Investitionsentscheidungen von risikoaversen Haushalten

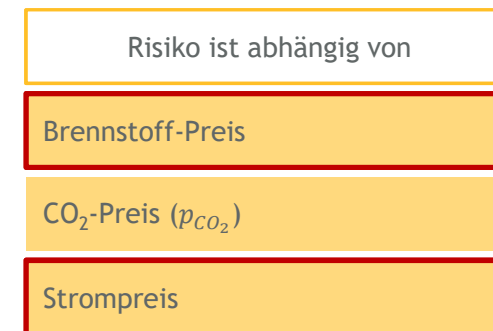
Neben der Unsicherheit gegenüber des Strike-Preises gibt es noch zahlreiche weitere Risiken, die ein Haushalt bei seiner Investitionsentscheidung berücksichtigen muss.

Diese betreffen insbesondere die Betriebskostendifferenz, die durch die Investition entsteht.

Bei einer Wärmepumpe wäre dies beispielsweise der Strompreis, der durch regulatorische Eingriffe beeinflusst wird

Generell erhöhen diese Unsicherheiten den notwendigen CO<sub>2</sub>-Preis für eine Investition

Bei einem CCfD kann dies mit Hilfe des Strike-Preises berücksichtigt werden



# Exkurs: Synthetische Brennstoffe im Wärmesektor

---



# Synthetische Brennstoffe im Wärmesektor

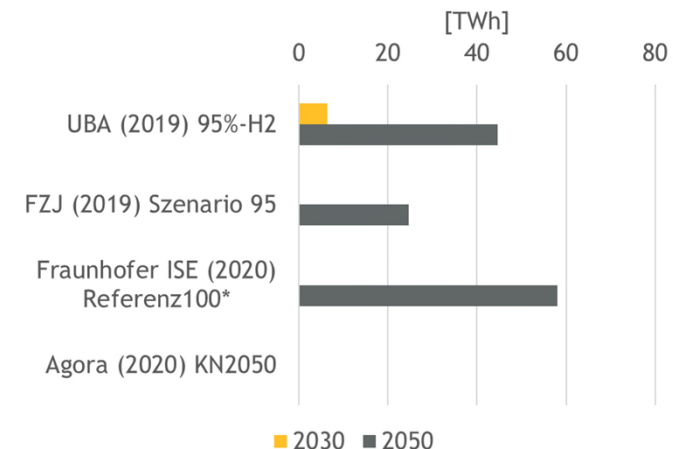
Die Verwendung von Wasserstoff (und synthetischen Brennstoffen\*) zur Erreichung der Klimaziele ist Gegenstand politischer Debatten und Studien. Die meisten Studien priorisieren derzeit eine Verwendung von Wasserstoff in der Industrie oder im Verkehr. Der Wärmesektor spielt in der aktuellen Debatte noch eine untergeordnete Rolle.

Für den Betrachtungszeitraum dieser Analyse (2020 bis 2040) wird eine Umstellung der Heizungen auf einen reinen Betrieb mit Wasserstoff voraussichtlich nur in wenigen Fällen realisiert werden. Eine Umstellung der Heizungssysteme in einem größerem Umfang wird voraussichtlich erst in nach 2030 relevant und ist damit mit großen Unsicherheiten behaftet. Eine Beimischung von Wasserstoff in das Gasnetz ist jedoch kurz- und mittelfristig denkbar.\* Dies würde den Emissionsfaktor der Brennstoffgemische reduzieren, die in den Heizungen zum Einsatz kommen. Weiterhin würde es durch die Kosten der Wasserstoff-Erzeugung zu einer Erhöhung der Brennstoffpreise (exklusive des CO<sub>2</sub>-Preises) kommen.

Somit beeinflusst die Verwendung von synthetischen Brennstoffen im Wärmesektor viele Rahmenparameter der Berechnungen dieser Analyse. Dieser Einfluss bedarf weiterer Studien insbesondere mit Hinblick auf die potentielle Unsicherheit.

\*Die Effekte gelten ebenso für die Verwendung von synthetischem Methan.

Studienvergleich zur Wasserstoffnachfrage im Wärmesektor



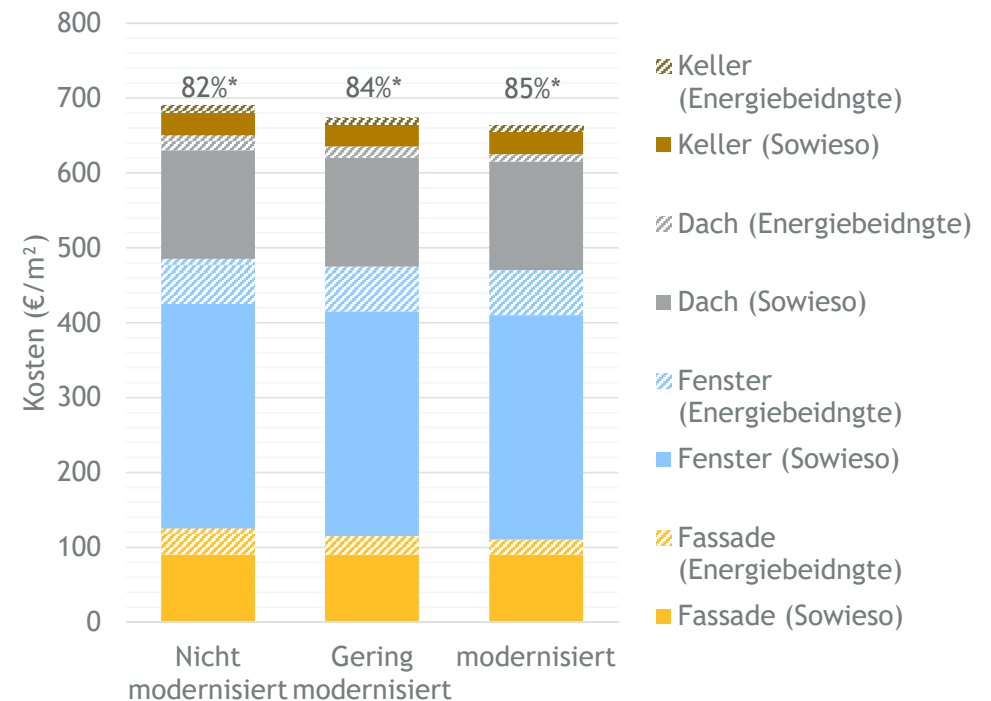
# Exkurs: Sowieso-Kosten

---

# Sowieso-Kosten bei Energieeffizienzmaßnahmen unterliegen einer großen Spannweite

- Sowieso-Kosten (oder auch „Ohnehin-Kosten“) verkörpern notwendige Instandhaltungskosten (z.B. Anstrich, Instandsetzungskosten für das Abschlagen des alten Putzes und Anbringen des neuen Putzes). Bei der Betrachtung von Sowieso-Kosten wird das Kopplungsprinzip angewendet: Es wird energetisch saniert, wenn sowieso Sanierungsmaßnahmen anstehen.
- Die Betrachtung von Sowieso-Kosten ermöglicht die Unterscheidung zwischen den energiebedingten Mehrkosten und den notwendigen Instandhaltungskosten einer Sanierung.
- Der Anteil der Sowieso-Kosten hängt dabei ab von dem Gebäudealter, dem geplanten Effizienzstandard und dem energetischen Ausgangspunkt.
- Die exakte Abgrenzung der Sowieso-Kosten ist häufig komplex. Außerdem ist nicht eindeutig geklärt, wie Haushalte bei einer Sanierungsmaßnahme den Einfluss der Sowieso-Kosten bewerten, und ob Haushalte bei einer energetisch bedingten Sanierung die Sowieso-Kosten berücksichtigen würden.

Bauteilbezogene Kosten in Abhängigkeit des Ausgangszustandes des Gebäudes (dena, 2018)



\*Anteil Sowieso-Kosten aller Bauteile an den Vollkosten je Ausgangszustand des Gebäudes.

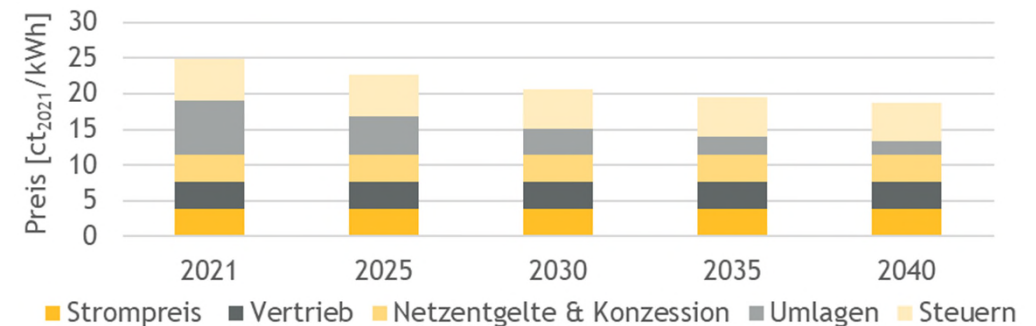
# Exkurs: Der Einfluss des Heizstrompreises auf die Rentabilität der Investition

---

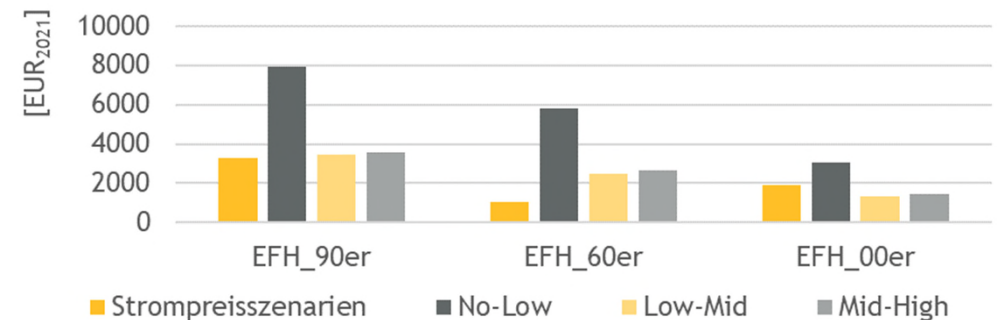
# Bei den meisten Fallbeispielen haben höhere CO<sub>2</sub>-Preise einen ähnlichen Einfluss auf die Rentabilität der Investition wie eine Reduktion der EEG-Umlage

- Aufgrund der aktuellen politischen Debatten zur Senkung der EEG-Umlage, rechnen wir für die Fallbeispiele, die in eine Wärmepumpe investieren, ein Szenario mit sinkender EEG-Umlage (10 % p.a.).
- Der Einfluss der EEG-Umlage liegt je nach Fallbeispiel zwischen 1000 und 3000 Euro. Damit wären zwei von drei der Investitionen selbst bei einem sinkenden Strompreis erst bei hohen CO<sub>2</sub>-Preispfaden rentabel.
- Damit liegt der Einfluss der EEG-Umlage ungefähr in der Größenordnung des Einflusses der CO<sub>2</sub>-Preise in den entsprechenden Szenarien.
- Für den Staat ergäben sich aus einer Anpassung des CO<sub>2</sub>-Preises anstelle der Senkung der EEG-Umlage zwei Vorteile. Zum einen entstünde ein größerer Anreiz zum Klimaschutz durch höhere CO<sub>2</sub>-Preise auch in anderen Sektoren. Zum anderen würde der Staat Einnahmen durch die CO<sub>2</sub>-Steuer erzielen, anstatt Ausgaben zur Reduktion der EEG-Umlage zu tragen.

Heizstrompreis mit sinkendem EEG-Deckel, 2021-40



Differenz der Gegenwartswerte je nach Szenario



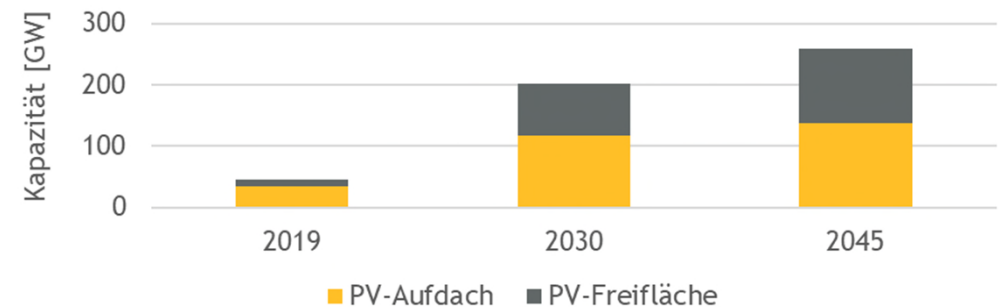
# Exkurs: Der Einfluss von PV-Anlagen auf die Rentabilität der Investition

---

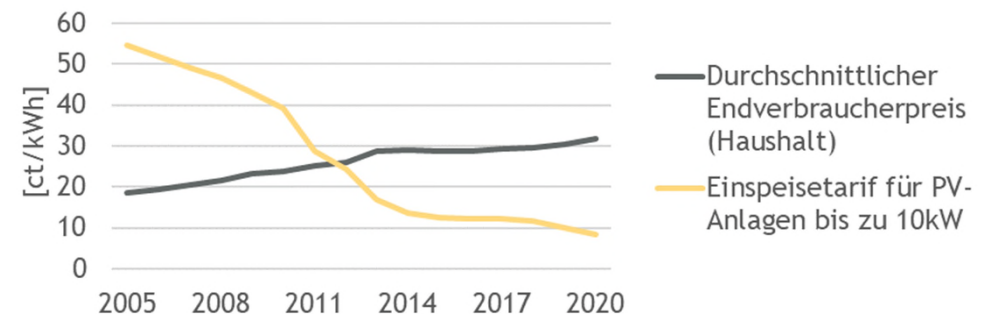
# Ein massiver Ausbau von PV-Aufdachanlagen könnte die Vorteilhaftigkeit von Wärmepumpen steigern

- Für Photovoltaik (PV) wird im Koalitionsvertrag eine Gesamtkapazität von 200 GW im Jahr 2030 angestrebt. Dies entspricht einer Verdoppelung des bisherigen Ziels des EEG 2021 von 100 GW.
- Der benötigte Zubaus erfolgt anteilig auf PV-Aufdachanlagen und -Freiflächenanlage. Dabei könnte sich die Kapazität der PV-Aufdachanlagen mehr als verdoppeln. Diese werden zu einem großen Teil auf Dächern privater Haushalte installiert.
- Haushalte mit einer PV-Anlage haben einen starken Anreiz den PV-Strom selbst zu verbrauchen, da seit 2012 der durchschnittliche Endverbraucherpreis für Strom über dem Einspeisetarif für PV-Anlagen liegt. Die Differenz zwischen Einspeisetarif und Endverbraucherpreis ist seitdem konstant gestiegen.
- Haushalte mit einer PV-Anlage haben einen größeren Anreiz in eine Wärmepumpe zu installieren, da sie damit den Eigenverbrauch des selbst-erzeugten Stroms erhöhen können. Der zur Wärmeerzeugung genutzte PV-Strom ist günstiger als der Netzbezug.
- Eine Berücksichtigung von Eigenverbrauch könnte die Vorteilhaftigkeit der Wärmepumpen steigern und somit die benötigten Strike-Preise senken.

PV-Kapazität je Anlagentyp, 2019-45



Entwicklung des Endverbraucherpreises und des Einspeisetarifs, 2005-20



# Exkurs: Green Bonds

---



## Erläuterung *Green Bonds*

Der wachsenden Nachfrage nach *Green Bonds* folgend nutzt auch der CO<sub>2</sub>-Garantiefonds auf dieses Refinanzierungs-Instrument.

*Green Bonds* sind in Struktur, Rendite und Risiko genauso ausgestaltet wie herkömmliche Anleihen. Der Unterschied besteht darin, dass der Emittent eines *Green Bonds* die Erlöse für die Finanzierung ökologischer Vorhaben verwenden muss.

Einen allgemeingültigen Standard oder verpflichtende Zertifizierungen für als *Green Bond* vermarktete Anleihen gibt es jedoch nicht. Dies birgt das Risiko von *Greenwashing*: die Praxis, *Green Bonds* „grüner“ zu machen, als sie wirklich sind.

Orientierung und Transparenz bieten freiwillige Leitlinien von privaten Initiativen, wie etwa die *Green Bond Principles* (GBP) der International Capital Markets Association.

- Die vier Kernkomponenten der GBP sind: Verwendung der Emissionserlöse, Prozess der Projektbewertung und -auswahl, Management der Emissionserlöse und Berichterstattung.

Die EU arbeitet derzeit an der Entwicklung eines unverbindlichen *EU-Green-Bond-Standard* (EU-GBS), der an die rechtlich verbindliche Taxonomie-Verordnung (VO (EU) 2020/853) gekoppelt werden soll.

Mit Blick auf die Finanzierung des CO<sub>2</sub>-Garantiefonds und der hiermit ermöglichten Investitionen im Gebäudesektor sollten gerade bei Nutzung des CCfD-Instruments die „grünen“ Anforderungen an die Anlagen i.d.R. eine gut zu bewältigende Herausforderung darstellen. Je nach resultierender Rentabilität der (mit-)finanzierten Klimaschutzinvestitionen stellen sich allerdings auch interessante Designfragen für die Anlageformen hinsichtlich der Beteiligung an etwaigen Erträgen, der in der Bevölkerung breit zu streuenden Teilhabe und schließlich auch Wettbewerbsfragen im Finanzmarkt.

# Literatur- & Abkürzungsverzeichnis

---

# Literaturverzeichnis

Cischinsky H., N. Diefenbach (2018): „Datenerhebung Wohngebäudebestand 2016“, Institut für Wohnen und Umwelt.

Statistisches Bundesamt (2016): „Bauen und Wohnen: Mikrozensus - Zusatzerhebung 2014“, Fachserie 5 Heft 1.

Statistisches Bundesamt (2019): „Wirtschaftsrechnungen: Einkommens- und Verbrauchsstichprobe Wohnverhältnisse privater Haushalte“, Fachserie 15 Sonderheft 1.

Statistisches Bundesamt (2020): „Gebäude und Wohnungen: Bestand an Wohnungen und Wohngebäuden“.

Statistisches Bundesamt (2020): „Umweltökonomische Gesamtrechnungen: Private Haushalte und Umwelt“.

Thöne, M., M. Gierkink, L. Pickert, H. Kreuter und H. Decker (2019): „CO<sub>2</sub>-Bepreisung im Gebäudesektor und notwendige Zusatzinstrumente“, EWI und FiFo im Auftrag des ZIA e.V..

Thomaßen, G., L. Reutter, A. Langenheld und M. Deutsch (2020): „Wie passen Mieterschutz und Klimaschutz unter einen Hut?“, Agora Energiewende in Kooperation mit Universität Kassel.

Umweltbundesamt (2021): „Entwicklung und Zielerreichung der Treibhausgasemissionen in Deutschland“.

# Literaturverzeichnis

EWI & FiFo (2019): CO<sub>2</sub>-Bepreisung im Gebäudesektor und notwendige Zusatzinstrumente;

Prognos (2020) : Energiewirtschaftliche Projektionen und Folgeabschätzungen 2030/2050

IEA (2020) : World Energy Outlook 2020

MWV (2021): Preiszusammensetzung Heizöl

BDEW (2021): Gaspreisanalyse Januar 2021

ICE (2021): Brent Crude Futures & Dutch-TTF-Gas-Futures

EWI (2021): Auswirkungen einer Verschärfung der europäischen Klimaziele auf den deutschen Strommarkt

BNetzA (2021): Monitoringbericht 2020.

ITG (2016): Dezentrale vs. zentrale Wärmeversorgung im Deutschen Wärmemarkt

DEHSt (2020): Standardfaktoren

Varian (2010): Intermediate Microeconomics: A Modern Approach

Richstein (2017): Project-Based Carbon Contracts: A Way to Finance Innovative Low-Carbon Investments

# Literaturverzeichnis

Knobloch et al. (2019): Modelling the effectiveness of climate policies: How important is loss aversion by consumers?

Schleich et al., (2019): A large-scale test of the effects of time discounting, risk aversion, loss aversion, and present bias on household adoption of energy-efficient technologies

März et al. (2020): Mixed-Method Research to Foster Energy Efficiency Investments by Small Private Landlords in Germany

Andersen et al. (2020): Exploring the role of households' hurdle rates and demand elasticities in meeting Danish energy-savings target

Qiu et al (2017): Risk preference and adverse selection for participation in time-of-use electricity pricing programs

UBA (2019): Roadmap Gas für die Energiewende

FZJ (2019): Wege für die Energiewende

Fraunhofer ISE (2020): ISI/ISE - Wasserstoff Roadmap

dena (2018): Leitstudie integrierte Energiewende

Agora (2019): Klimaneutrales Deutschland