

# **Wohnungsneubau THG-Emissionen, Ener- gieverbrauch und Kosten im Lebenszyklus**

**ARGE Kiel  
LCEE  
Pestel Institut**

Dezember • 2022

**Auftraggeber:**

DGfM Service GmbH  
Dr. Ronald Rast  
Kochstraße 6-7  
10969 Berlin  
Tel.: 030 / 25 35 96 - 40  
Fax: 030 / 25 35 96 - 45  
E-Mail: mail@dgfm.de

**Verantwortlich für den Inhalt:**

Dietmar Walberg  
Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e.V., Walkerdamm 17, 24103 Kiel  
Telefon 0431 66369-0  
E-Mail mail@arge-ev.de

Matthias Günther  
Eduard Pestel Institut e.V., Gretchenstraße 7, 30161 Hannover  
Telefon 0511 99094-20  
E-Mail guenther@pestel-institut.de

Dr.-Ing. Sebastian Pohl  
LCEE Life Cycle Engineering Experts GmbH, Birkenweg 24, 64295 Darmstadt  
Telefon 06151 130986-0  
E-Mail info@LCEE.de

## Inhalt

	Seite
1	Ausgangslage und Ziele der Untersuchung 1
2	Betrachtete Gebäudetypen sowie die Effizienz- und Energiebereitstellungsvarianten 2
3	Energiepreise und Szenarien zur Energiepreisentwicklung 4
3.1	Energiepreisentwicklung 4
3.2	Energiepreisszenarien 6
4	Ergebnisse der Berechnungen 8
4.1	Basisdaten zu Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen 8
4.2	Ergebnisse der Szenarien 9
5	Fazit 17

### Abbildungen, Tabellen

Abbildung 1	Preisindizes für Energieträger von Januar 2015 bis Juni 2021	4
Abbildung 2	Preisindizes für Energieträger von Januar 2015 bis September 2022	5
Abbildung 3:	Nettowärmeerzeugung* nach Energieträgern in Deutschland zur leitungsgebundenen Wärmeversorgung 2021 (144 Mrd. kWh **)	7
Abbildung 4:	Im Vergleich zum fernwärmebeheizten Einfamilienhaus nach dem GEG entstehende Mehrkosten durch Investition, Instandhaltung, Austausch und Abbruch sowie Minderausgaben für Energie in den drei Szenarien aus Verbrauchersicht (Barwerte)	12
Abbildung 5:	Im Vergleich zum fernwärmebeheizten Einfamilienhaus nach dem GEG entstehende Mehrkosten durch Investition, Instandhaltung, Austausch und Abbruch sowie Minderausgaben für Energie in den drei Szenarien aus volkswirtschaftlicher Sicht (Barwerte)	13
Abbildung 6:	Im Vergleich zum fernwärmebeheizten Mehrfamilienhaus nach dem GEG entstehende Mehrkosten durch Investition, Instandhaltung, Austausch und Abbruch sowie Minderausgaben für Energie in den drei Szenarien aus Verbrauchersicht (Barwerte)	14
Abbildung 7:	Im Vergleich zum fernwärmebeheizten Mehrfamilienhaus nach dem GEG entstehende Mehrkosten durch Investition, Instandhaltung, Austausch und Abbruch sowie Minderausgaben für Energie in den drei Szenarien aus volkswirtschaftlicher Sicht (Barwerte)	15
Tabelle 1:	Einsatz der verschiedenen Energieträger als überwiegend verwendete Energieart der Beheizung an den bewohnten Wohnungen 2018	1

Tabelle 2	Emissionen, Energiebedarf, Investition und laufende Kosten für Betrieb, Instandhaltung und Austausch (ohne Energiekosten) beim Einfamilienhaus	3
Tabelle 3	Emissionen, Energiebedarf, Investition und laufende Kosten für Betrieb, Instandhaltung und Austausch (ohne Energiekosten) beim Mehrfamilienhaus	3
Tabelle 4:	Endenergieverbrauch und Treibhausgasemissionen eines Einfamilienhauses über einen Zeitraum von 50 Jahren durch Herstellung, Betrieb und Entsorgung je m <sup>2</sup> -Wohnfläche	8
Tabelle 5:	Endenergieverbrauch und Treibhausgasemissionen eines Mehrfamilienhauses über einen Zeitraum von 50 Jahren durch Herstellung, Betrieb und Entsorgung je m <sup>2</sup> -Wohnfläche	9
Tabelle 6:	Barwert der Kosten je m <sup>2</sup> -Wohnfläche beim Einfamilienhaus für Errichtung, Instandhaltung, Bauteilaustausch, Beheizung und Warmwasserbereitung sowie den Abbruch Gebäudes über den Lebenszyklus von 50 Jahren"	10
Tabelle 7:	Barwert der Kosten je m <sup>2</sup> -Wohnfläche beim Mehrfamilienhaus für Errichtung, Instandhaltung, Bauteilaustausch, Beheizung und Warmwasserbereitung sowie den Abbruch Gebäudes über den Lebenszyklus von 50 Jahren	11
Tabelle 8:	Kosten je eingesparter t-CO <sub>2</sub> -Äquivalent im Vergleich zur Variante „fernwärmeversorgtes Einfamilienhaus nach dem Standard des Gebäudeenergiegesetzes"	12
Tabelle 9:	Kosten je eingesparter t-CO <sub>2</sub> -Äquivalent im Vergleich zur Variante „fernwärmeversorgtes Mehrfamilienhaus nach dem Standard des Gebäudeenergiegesetzes"	14
Tabelle 10:	Kosten je eingesparter t-CO <sub>2</sub> -Äquivalent im Vergleich zur Variante „fernwärmeversorgtes Einfamilienhaus nach dem Standard des Gebäudeenergiegesetzes"	16
Tabelle 11:	Kosten je eingesparter t-CO <sub>2</sub> -Äquivalent im Vergleich zur Variante „fernwärmeversorgtes Mehrfamilienhaus nach dem Standard des Gebäudeenergiegesetzes"	16

# Wohnungsneubau

## THG-Emissionen, Energieverbrauch und Kosten im Lebenszyklus

### 1 Ausgangslage und Ziele der Untersuchung

Die Bundesregierung plant die Umstellung der Förderkriterien in der Sanierung und beim Neubau von Wohnungen auf die Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) über den Lebenszyklus der Wohnungen. In dieser Untersuchung wird versucht, ein Bild zu vermitteln, was eine solche Umstellung für den Neubau bedeutet.

Neben THG-Emissionen und Energieverbräuchen für die Beheizung und Warmwasserbereitung werden auch die wirtschaftlichen Faktoren Baukosten, Betriebskosten und Austauschkosten über den Lebenszyklus betrachtet. Dies war vor dem Hintergrund der jüngsten Energiepreis- und Baukostenentwicklung eine besondere Herausforderung.

Die Struktur der zur Raumheizung und Warmwasserbereitung eingesetzten Energieträger in **Tabelle 1** zeigt das Ausmaß der bis 2045 zu bewältigenden Wende in der Wärmeversorgung. In mehr als 75 Prozent der Wohnungen wurden 2018 überwiegend die Energieträger Gas und Heizöl zur Wärmeversorgung eingesetzt. Kohlenprodukte spielten mit 0,4 Prozent keine Rolle mehr, aber Strom war noch 3,8 Prozent beteiligt.

**Tabelle 1: Anteile der verschiedenen Energieträger als überwiegend verwendete Energieart der Beheizung an den bewohnten Wohnungen 2018**

Energieträger	Anteil an den bewohnten Wohnungen
Gas	52,1%
Heizöl	23,5%
Fernwärme	14,3%
Strom	3,8%
Kohle	0,4%
Holz, Holzpellets	3,7%
Erd- und andere Umweltwärme, Abluftwärme	1,9%
Sonnenenergie	0,1%
Biomasse (außer Holz)	0,1%
ohne Angabe	0,1%

Quelle: Mikrozensuszusatzserhebung Wohnen, Statistisches Bundesamt

Auch die Fernwärme muss zu drei Vierteln auf regenerative Energieträger umgestellt werden und bei den regenerativen Energieträgern dominierte Holz und Holzpellets.

## 2 Betrachtete Gebäudetypen sowie die Effizienz- und Energiebereitstellungsvarianten

Bei den Gebäudetypen wurde auf zwei bereits mehrfach von der ARGE Kiel für Vergleichsrechnungen genutzte Gebäude zurückgegriffen:

- a) Einfamilienhaus mit 110,7 m<sup>2</sup> Wohnfläche,
- b) Mehrfamilienhaus mit 12 Wohnungen und 880 m<sup>2</sup> Wohnfläche

Es wurden für beide Gebäudetypen jeweils sechs energetische Varianten gerechnet. Für das Einfamilienhaus wurde folgende Ansätze gewählt:

- 1 Gebäude nach GEG, Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung, Fernwärmeversorgung für Heizung und Warmwasser
- 2 Gebäude nach GEG, Abluftanlage, Wärmepumpe (Luft) für Heizung und Warmwasser
- 3 Effizienzhaus 55, Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung, Fernwärmeversorgung für Heizung und Warmwasser
- 4 Effizienzhaus 55, Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung, Wärmepumpe (Luft) für Heizung und Warmwasser
- 5 Effizienzhaus 40, Solarthermie, Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung, Fernwärmeversorgung für Heizung und Warmwasser
- 6 Effizienzhaus 40, PV, Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung, Wärmepumpe (Luft) für Heizung und Warmwasser

Für das Mehrfamilienhaus wurde folgende Ansätze gewählt:

- 1 Gebäude nach GEG, Abluftanlage, Fernwärmeversorgung für Heizung und Warmwasser
- 2 Gebäude nach GEG, Abluftanlage, Wärmepumpe (Luft) für Heizung und Warmwasser
- 3 Effizienzhaus 55, Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung, Fernwärmeversorgung für Heizung und Warmwasser
- 4 Effizienzhaus 55, Abluftanlage, Wärmepumpe (Luft) für Heizung und Warmwasser
- 5 Effizienzhaus 40, Solarthermie, Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung, Fernwärmeversorgung für Heizung und Warmwasser
- 6 Effizienzhaus 40, Abluftanlage, Wärmepumpe (Luft) für Heizung und Warmwasser

Die Basisdaten zu Emissionen, Energieverbräuchen und Kosten zeigen die **Tabellen 2 und 3**.

**Tabelle 2: Emissionen, Energiebedarf, Investition und laufende Kosten für Betrieb, Instandhaltung und Austausch (ohne Energiekosten) beim Einfamilienhaus**

Variante	t THG-gesamt über 50 Jahre	Endenergie in MWh über 50 Jahre		Endenergiebedarf in kWh/a			Investition € je m <sup>2</sup> -WF	Instand- haltung	Austausch	Summe Inst./ Austausch
		Herstellung	Austausch	Strom	Fernwärme	gesamt				
1 GEG FW	147,8	272	119	591	12.454	13.045	3.180	11,6	9,4	21,0
2 GEG WP	124,4	273	120	6.710	0	6.710	3.392	13,1	14,5	27,5
3 EH 55 FW	134,6	277	122	558	9.385	9.943	3.351	17,6	14,8	32,3
4 EH 55 WP	115,0	277	123	4.705	0	4.705	3.612	19,1	15,6	34,7
5 EH 40 FW	122,5	280	122	530	5.884	6.414	3.492	23,6	17,7	41,3
6 EH 40 WP	114,1	281	125	4.000	0	4.000	3.714	25,1	18,6	43,6

**Tabelle 3: Emissionen, Energiebedarf, Investition und laufende Kosten für Betrieb, Instandhaltung und Austausch (ohne Energiekosten) beim Mehrfamilienhaus**

Variante	t THG-gesamt über 50 Jahre	Endenergie in MWh über 50 Jahre		Endenergiebedarf in kWh/a			Investition € je m <sup>2</sup> -WF	Instand- haltung	Austausch	Summe Inst./ Austausch
		Herstellung	Austausch	Strom	Fernwärme	gesamt				
1 GEG FW	759,9	851	375	1.154	65.394	66.548	2.504	11,9	21,2	33,1
2 GEG WP	624,7	850	377	30.835	0	30.835	2.558	13,4	26,3	39,7
3 EH 55 FW	673,1	871	384	3.859	38.439	42.298	2.640	17,9	27,9	45,7
4 EH 55 WP	617,6	870	385	26.007	0	26.007	2.634	19,4	28,7	48,1
5 EH 40 FW	601,8	885	388	4.118	18.678	22.796	2.729	23,9	32,7	56,6
6 EH 40 WP	606,0	883	389	22.811	0	22.811	2.689	25,4	33,5	58,9

Hinsichtlich des Investitionsvolumens sowie der Kosten für Betrieb, Instandhaltung und den Austausch von Komponenten sind sowohl beim Einfamilienhaus als auch beim Mehrfamilienhaus die Varianten nach dem Gebäudeenergiegesetz (GEG) mit einer Fernwärmeversorgung die günstigsten, die allerdings gleichzeitig den höchsten jährlichen Energiebedarf aufweisen. Die vom Bau, dem Komponentenaustausch, der Instandhaltung und dem Energieverbrauch für die Wärmeerzeugung über 50 Jahre sowie der anschließenden Entsorgung (inkl. Recycling) ausgehenden THG-Emissionen sind beim Ein- und beim Mehrfamilienhaus ebenfalls in dieser Variante am höchsten

Die THG-Emissionen des Energieverbrauchs während des Betriebs wurden dynamisch berechnet. Zur Abbildung der 50 Nutzungsjahre ab 2022 wurden CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren (inkl. Vorketten) gemäß der dena Leitstudie KN100<sup>1</sup> verwendet. Auch für den Austausch bzw. die Erneuerung von Bauteilen im Lebenszyklus wurde davon ausgegangen, dass sich die heutigen LCA- bzw. EPD-Werte<sup>2</sup> für CO<sub>2</sub>-Äquivalente gemäß der geplanten Decarbonisierung vermindern. So wurde für den ersten Austausch von Bauteilen nach 20 Jahren mit 20 % der aktuellen CO<sub>2</sub>-Äquivalente gerechnet.

Die Nutzung dynamischer Emissionsfaktoren spiegelt zwar den politischen Willen zur Klimaneutralität, führt aber in letzter Konsequenz dazu, dass auch Gebäude mit geringer Energieeffizienz in absehbarer Zeit klimaneutral betrieben werden, weil – gemäß der politischen Vorgabe – dann nur noch klimaneutrale Energien verfügbar sind. Insofern stellt sich bereits an dieser Stelle die Frage, ob eine Umstellung der Förderung

<sup>1</sup> Deutsche Energie-Agentur GmbH (Hrsg.) (dena, 2021). „dena-Leitstudie Aufbruch Klimaneutralität“

<sup>2</sup> LCA = Lebenszyklusanalyse, EPD = Environmental Product Declaration

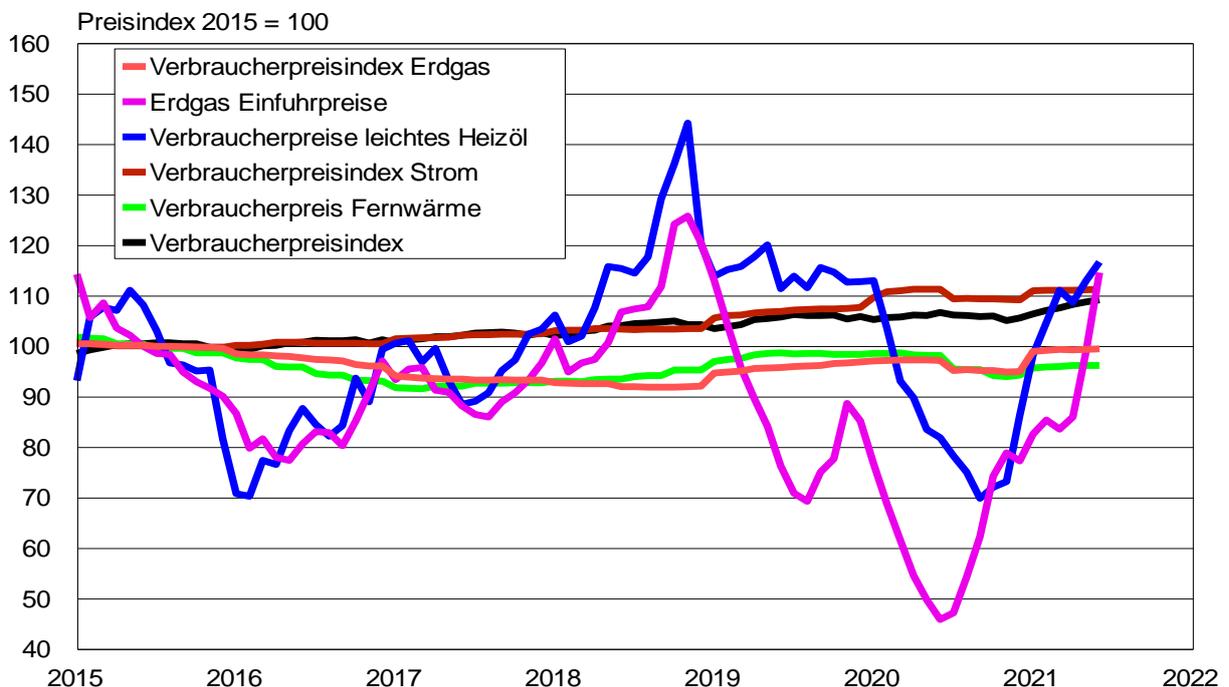
auf THG-Emissionen über den gesamten Lebenszyklus sinnvoll ist. Ein durchaus möglicher Ansatz mit statischen Emissionsfaktoren (auf dem heutigen Niveau) entfernt sich von real geplanten Entwicklung und wirft die Frage auf, warum nicht unmittelbar mit Energieverbräuchen gerechnet wird.

### 3 Energiepreise und Szenarien zur Energiepreisentwicklung

#### 3.1 Energiepreisentwicklung

Neben den Kosten für die Investition, Betrieb, Instandhaltung und Austausch von Bauteilen kommt den Energiekosten eine zentrale Bedeutung für die Wirtschaftlichkeit zu. Von Januar 2015 bis Mitte 2021 war eine insgesamt eher ruhige Entwicklung zu verzeichnen wie **Abbildung 1** zeigt. Insbesondere die Verbraucherpreise für Erdgas, Strom und Fernwärme weisen eine hohe Maß an Kontinuität auf. Stärkere Schwankungen gab es bei den Heizölpreisen und den Einfuhrpreisen für Erdgas. Auf die aus heutiger Sicht „kleine“ Spitze Ende 2018 folgte dann aber ein Tiefpunkt im Jahr 2020. Die Versorger leitungsgebundener Energien gaben weder die Spitzen noch die Täler unmittelbar an die Verbraucher weiter. Teils wurde den Haushalten in den Tarifen auch Preisgarantien für einen bestimmten Zeitraum gegeben.

**Abbildung 1: Preisindizes für Energieträger von Januar 2015 bis Juni 2021**

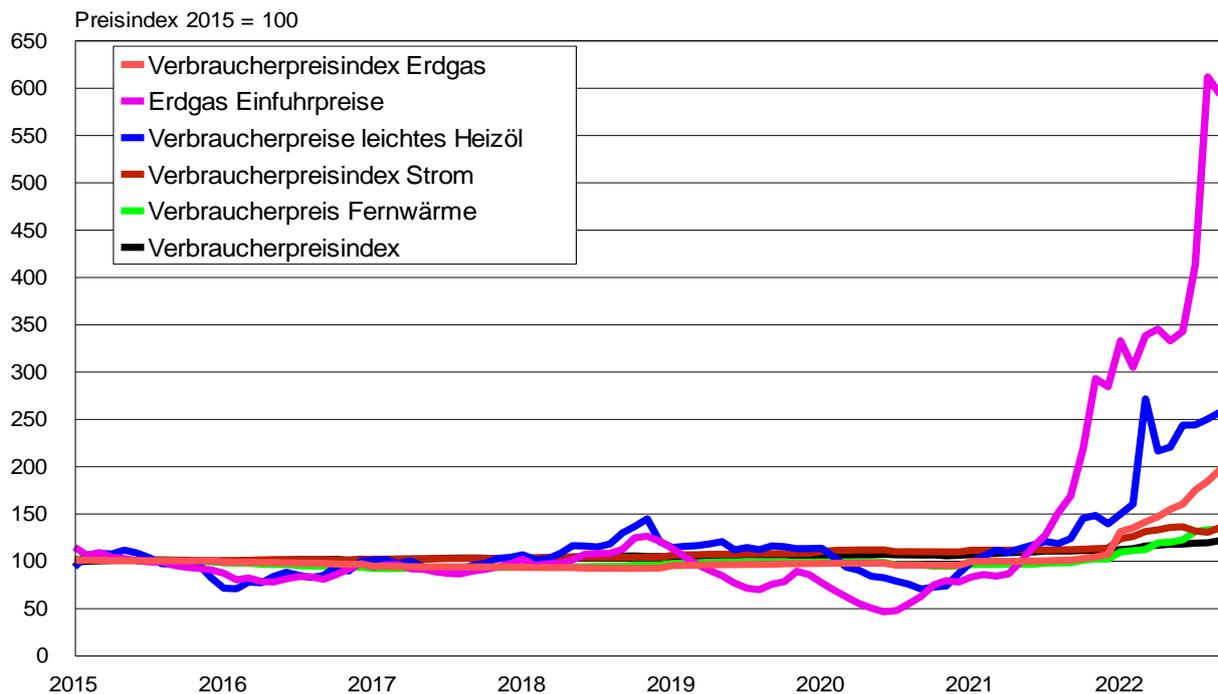


Quelle: Statistisches Bundesamt

Die bis Mitte vergangenen Jahres „gelernte“ Planbarkeit der Energiepreise endete bereits Ende des vergangenen Jahres abrupt, wie **Abbildung 2** zeigt. In der Abbildung wurde die Zeitreihe der Indizes bis September 2022 verlängert. Die Einfuhrpreise für Erdgas hatten sich von Juni 2021 bis November 2021 bereits fast verdreifacht. Der

Heizölpreis zog sehr schnell nach und erreichte mit einem Spitzenindexwert von 271 im März 2022 nicht ganz das Steigerungsausmaß der Gaseinfuhrpreise. Es zeigt sich aber auch die preisdämpfende Wirkung der nachlaufenden Preisanpassung durch die Energieversorger. So lag der Verbraucherpreisindex Erdgas im September 2022 bei 196,1, der für Strom bei 134,9 und der für Fernwärme bei 133,0. Allerdings bedeutet dies auch, dass die bisherigen Gaspreissteigerungen bei den Verbrauchern bei weitem noch nicht in voller Höhe angekommen sind. So läuft die angekündigte Preiserhöhung der RheinEnergie AG auf mehr als eine Verdoppelung der Gaspreise von rund 9 Cent je kWh auf 19 Cent je kWh hinaus. Der BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. ging in seiner Gaspreisanalyse vom April 2022 von einem durchschnittlichen Preis von knapp 14 Cent je kWh aus (Einfamilienhaus, 20.000 kWh Jahresverbrauch). Ein Vergleich der Tarifangaben für Neukunden ergab beim Portal verifox Anfang August „niedrige“ Preise im Bereich von 26 Cent je kWh, Ende November lagen die preiswertesten Angebote wieder bei 20 Cent je kWh. Dies zeigt die gegenwärtig starken Preisbewegungen, die im Laufe der kommenden Monate bei Gas auf eine vollständige Überwälzung der höheren Bezugskosten an die privaten Haushalte hinausläuft.

**Abbildung 2: Preisindizes für Energieträger von Januar 2015 bis September 2022**



Quelle: Statistisches Bundesamt

Auch der Strompreis hat inzwischen deutlich angezogen. Während Mitte 2022 der durchschnittliche Strompreis für Haushaltskunden bei etwa 35 Cent je kWh liegt, werden für das Jahr 2023 Preise bis 55 Cent je kWh erwartet. Dies scheint zwar ein ausgesprochener „Knappheitspreis“ zu sein, denn ein Anstieg der Erzeugungskosten von durchschnittlich 14 bis 15 Cent je kWh auf 30 Cent je kWh kann nahezu ausgeschlossen werden. Trotzdem lagen nach dem Preisvergleich von verifox die Angebote für

Neuverträge (2.500 kWh Jahresabnahme) im August bei 54 Cent je kWh. Ende November zeigt sich aber auch beim Strom ein Rückgang der Preise für Neukunden auf 46 Cent je kWh.

Insgesamt sind bisher die Preiserhöhungen für Gas bei den privaten Haushalten erheblich stärker ausgefallen als bei Strom und Fernwärme. Eine Recherche bei verschiedenen Fernwärmanbietern zeigte Anfang August und Ende November 2022 auch für Neukunden Preise zwischen 9 und 14 Cent je kWh. Damit ist Fernwärme inzwischen deutlich preiswerter als Gas.

Die „Gaspreisbremse“ soll ab 2023 die Gaspreise für Verbraucher begrenzen. Nach dem bisherigen Stand sollen die Preise für 80 % des Vorjahresverbrauchs auf 12 Cent je kWh begrenzt werden. Bei Fernwärme liegt der geplante „Deckel“ bei 9 Cent je kWh und bei Strom bei 40 Cent je kWh. Dies scheint insofern sinnvoll, als die sehr starken Preissteigerungen bisher vor allem Haushalte betreffen, deren Lieferanten ihren eigenen Bezug in hohem Maße an den Spotmärkten eingekauft haben. Für den überwiegenden Teil der privaten Haushalte halten sich dagegen aktuell die Preissteigerungen noch im Rahmen der „Deckel“ oder überschreiten diese nur wenig. Die sinkenden Preise für Neukunden wie auch die sinkenden Preise an den Spotmärkten zeigen aber trotz des Winters eine gewisse Beruhigung.

### 3.2 Energiepreisszenarien

Bei den gegenwärtigen Preisänderungen in den Energiemärkten fällt es schwer, Ausgangswerte für die Berechnungen anzusetzen. Die Energiepreisszenarien sollen ja ausgehend von der heutigen Situation eine plausible Entwicklung beschreiben, um auf dieser Basis die Berechnungen zur individuellen und zur volkswirtschaftlichen Sinnhaftigkeit verschiedener Effizienzstandards und Beheizungsvarianten abschätzen zu können. Um diesen Anforderungen gerecht zu werden wurden folgende Szenarien betrachtet.

#### a) Aktuelle Preisbasis

Haushaltspreise

Strom	35 Cent je kWh
Wärmepumpenstrom	24 Cent je kWh
Fernwärme	12 Cent je kWh

Volkswirtschaftliche Gestehungskosten (Beschaffung plus Netz, ohne Steuern und Abgaben)

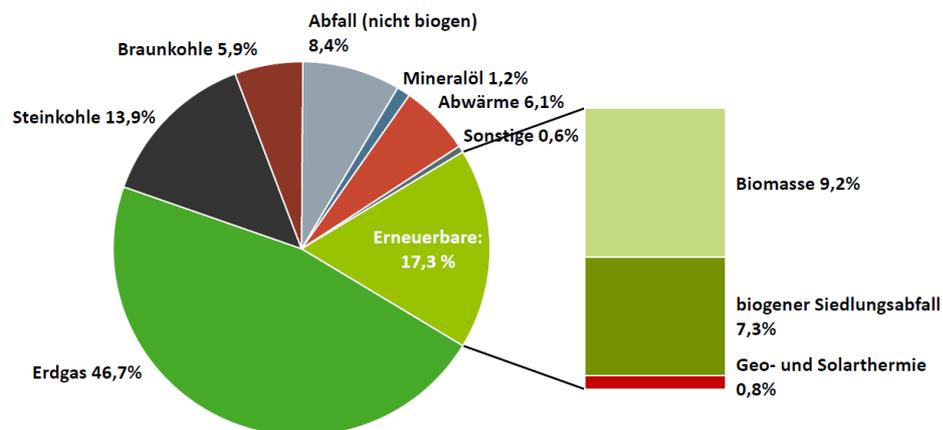
Strom	23 Cent je kWh
Wärmepumpenstrom	17 Cent je kWh
Fernwärme	8 Cent je kWh

Insbesondere beim Strom scheinen zusätzliche Beschaffungs- und Netzkosten, wie sie die aktuellen Neuvertragsangebote unterstellen, kurzfristig aufgrund einer Stromknappheit denkbar, langfristig aber überzogen. Die regenerative Stromerzeugung liefert bereits heute Strom für deutlich unter 15 Cent je kWh. Selbst wenn unterstellt wird,

dass zum Ausgleich des fluktuierenden Angebots regenerativen Stroms vor allem für den Winter Vorsorge über die Umwandlung und Speicherung als Wasserstoff/Methan getroffen werden muss, erscheinen Erzeugungs- und Netzkosten von 35 bis 40 Cent je kWh (die zu einem Preis von 50 Cent und mehr für private Haushalte führen würden) unrealistisch.

Ausgehend von diesen Werten 2022 wird in den Modellrechnungen ohne und mit einer realen Verdoppelung der Energiepreise bis 2045 gerechnet. Zusätzlich wird noch ein Szenario mit einer realen Verdoppelung des Strompreises und einer realen Verdreifachung des Fernwärmepreises gerechnet. Gegenwärtig zeigt die Preisentwicklung bei der Fernwärme einen starken Nachlauf gegenüber den Preisen für Erdgas und Strom. Wie die nachfolgende Übersicht des BDEW zeigt, beruhte 2021 die Fernwärmeerzeugung noch zu drei Vierteln auf fossilen Energieträgern und nicht biogenen Abfällen. Dieser enorme Veränderungsbedarf dürfte eine deutliche Erhöhung der Wärmeerzeugungskosten nach sich ziehen und den Fernwärmepreis möglicherweise nahe an die Kosten dezentraler Wärmepumpen heranführt.

**Abbildung 3: Nettowärmeerzeugung\* nach Energieträgern in Deutschland zur leitungsgebundenen Wärmeversorgung 2021 (144 Mrd. kWh \*\*)**



Quellen: Destatis, BDEW; Stand 05/2022

\* der Wärmeversorger sowie Einspeisungen von Industrie und Sonstigen; \*\* vorläufig

## 4 Ergebnisse der Berechnungen

### 4.1 Basisdaten zu Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen

Als preiswerteste Variante der Versorgung sowohl des Ein- als auch des Mehrfamilienhauses erwies sich bei allen Vergleichsrechnungen das mit Fernwärme versorgte Gebäude nach dem Standard des Gebäudeenergiegesetzes. Dies wurde deshalb als Referenzgebäude zum Vergleich herangezogen. Auf die Betrachtung eines mit einer Gasheizung ausgestatteten Gebäudes wurde verzichtet. Bei diesem Gebäude müsste bis 2045 ein neues Heizsystems eingebaut werden oder die Versorgung müsste von Erdgas auf Biogas oder synthetisches Gas umgestellt werden. Gegenwärtig liegt der Anteil von Biogas an der Wärmebereitstellung für privaten Haushalte (überwiegend über Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen) bei einem Anteil von unter 3 Prozent. Da regenerative Gase für chemische Prozesse und den Ausgleich des fluktuierenden regenerativen Stromangebots benötigt werden, ist schwer vorstellbar, dass entsprechende Gase 2045 noch in der Raumheizung und zur Warmwasserbereitung genutzt werden.

Einen Überblick über die Rahmendaten des Endenergieverbrauchs und der Treibhausgasemissionen mit den verschiedenen Systemen geben die **Tabellen 4 (Einfamilienhaus) und 5 (Mehrfamilienhaus)**. Während für den Endenergieverbrauch für Raumheizung und Warmwasserbereitung hinreichend valide Werte vorlagen, war für Herstellung, Instandhaltung und Bauteilaustausch „nur“ der aktuelle Primärenergiebedarf verfügbar. Hilfsweise wurde für den Endenergiebedarf das bundesweite Verhältnis von End- zu Primärenergieverbrauch von gut 70 % angesetzt.

**Tabelle 4: Endenergieverbrauch und Treibhausgasemissionen eines Einfamilienhauses über einen Zeitraum von 50 Jahren durch Herstellung, Betrieb und Entsorgung je m<sup>2</sup>-Wohnfläche**

	GEG FW	GEG WP	EH 55 FW	EH 55 WP	EH 40 FW	EH 40 WP
<b>Endenergieverbrauch je m<sup>2</sup> Wohnfläche über 50 Jahre in kWh</b>						
Heizung und Warmwasser	5.892	3.031	4.491	2.125	2.897	1.806
Herstellung, Wartung, Instandh., Austausch	3.324	3.333	3.356	3.372	3.385	3.422
zusammen	9.215	6.364	7.847	5.497	6.282	5.229
<b>Treibhausgasemissionen je m<sup>2</sup> Wohnfläche über 50 Jahre in kg-CO<sub>2</sub>-Äquivalent</b>						
Heizung und Warmwasser	453	238	341	161	213	134
Herstellung, Wartung, Instandh., Austausch	882	885	875	878	894	896
zusammen	1.335	1.123	1.216	1.039	1.107	1.030

Beim Endenergieverbrauch liegen Beheizung und Warmwasserbereitung beim Einfamilienhaus nur bei den fernwärmeversorgten Gebäuden nach dem Gebäudeenergiegesetz und dem Effizienzhaus 55 über dem von Errichtung, Instandhaltung, Bauteilaustausch und dem Abbruch des Gebäudes ausgehenden Verbrauch. Bei den Treibhausgasemissionen dominieren Errichtung, Instandhaltung, Bauteilaustausch und der Abbruch des Gebäudes bei allen Gebäudetypen.

**Tabelle 5: Endenergieverbrauch und Treibhausgasemissionen eines Mehrfamilienhauses über einen Zeitraum von 50 Jahren durch Herstellung, Betrieb und Entsorgung je m<sup>2</sup>-Wohnfläche**

	GEG FW	GEG WP	EH 55 FW	EH 55 WP	EH 40 FW	EH 40 WP
<b>Endenergieverbrauch je m<sup>2</sup> Wohnfläche über 50 Jahre in kWh</b>						
Heizung und Warmwasser	3.781	1.752	2.403	1.478	1.295	1.296
Herstellung, Wartung, Instandh., Austausch	1.433	1.434	1.468	1.468	1.489	1.490
zusammen	5.214	3.186	3.871	2.946	2.785	2.786
<b>Treibhausgasemissionen je m<sup>2</sup> Wohnfläche über 50 Jahre in kg-CO<sub>2</sub>-Äquivalent</b>						
Heizung und Warmwasser	364	210	254	187	166	171
Herstellung, Wartung, Instandh., Austausch	500	500	511	515	518	517
zusammen	863	710	765	702	684	689

Beim Mehrfamilienhaus liegt der Endenergieverbrauch über 50 Jahre für Errichtung, Instandhaltung, Bauteilaustausch und den Abbruch des Gebäudes nur beim Effizienzhaus 40 über dem Verbrauch für die Beheizung und Warmwasserbereitung. Bei den Treibhausgasemissionen dominieren dagegen in allen betrachteten Fällen wieder Errichtung, Instandhaltung, Bauteilaustausch und der Abbruch des Gebäudes.

Damit deutet sich bereits ein gewisses Dilemma für die Politik an. Die bisherigen am Energieverbrauch in der Betriebsphase orientierten Förderkriterien zielen auf eine Minimierung der künftig rein regenerativen Energiebereitstellung fürs Wohnen. Dies ist plausibel, da auch alle anderen Bereiche der Gesellschaft künftig mit regenerativer Energie versorgt werden müssen und sich im Ausbau regenerativer Erzeugungsanlagen gegenwärtig ein erheblicher Engpass abzeichnet. Die an die THG-Emissionen gekoppelte Förderung würde notwendigerweise bereits bei der Herstellung und auch den im Lebenszyklus erforderlichen Instandhaltungs- und Austauschmaßnahmen ansetzen müssen, da diese Bereiche die Hauptverantwortung für die THG-Emissionen tragen.

## 4.2 Ergebnisse der Szenarien

Es erfolgt eine Beurteilung sowohl aus der Sicht der privaten Haushalte als auch auf der volkswirtschaftlichen Ebene. Wenn die privaten Haushalte in CO<sub>2</sub>-arme oder CO<sub>2</sub>-freie Technik investieren sollen, dann werden sie dies nur tun, wenn sie ordnungsrechtlich dazu gezwungen werden oder die Investition für sie wirtschaftlich ist. Beim Letzteren sind durchaus Zweifel angebracht, da den Haushalten in der Regel keine vollständigen Informationen vorliegen und deshalb auch individuell wirtschaftliche Investitionen - wie zum Beispiel Photovoltaikanlagen – nicht oder nicht in der möglichen Größe getätigt werden. Generell kann davon ausgegangen werden, dass gewünschte Investitionen der privaten Haushalte unmittelbar staatliches Handeln erfordern, wenn sie für die Haushalte nicht wirtschaftlich sind.

Bei der volkswirtschaftlichen Sichtweise wurden aus den Energiepreisen die Abgaben und Steuern soweit wie möglich herausgerechnet und auch bei den Investitionen sowie den Aufwendungen für Instandhaltung und Austausch wurden die Nettobeträge angesetzt.

Den Kostenvergleich über den Lebenszyklus von 50 Jahren zeigen die **Tabellen 6 (Einfamilienhaus) und 7 (Mehrfamilienhaus)**. Sehr deutlich zeigt sich die dominierende Rolle der Investitions-, Instandhaltung-, Bauteilaustausch- und Abbruchkosten, die selbst bei einer Verdoppelung der Strom- und einer Verdreifachung der Fernwärmekosten weit über den Energiekosten liegen.

Bei beiden Gebäudetypen ist nur bei der „Verbrauchersicht“ im Fall des Szenarios mit einer Verdopplung der Strom- und einer Verdreifachung der Fernwärmepreise das „Gebäude nach dem Standard des Gebäudeenergiegesetzes mit einer Wärmepumpe“ die preiswerteste Variante. In allen anderen Fällen ist das „fernwärmeversorgte Gebäude nach dem Standard des Gebäudeenergiegesetzes“ am preiswertesten und würde von privaten Haushalten und Investoren bevorzugt, wenn keine Anreize oder Zwänge eine andere Variante nahelegen würden.

**Tabelle 6: Barwert der Kosten je m<sup>2</sup>-Wohnfläche beim Einfamilienhaus für Errichtung, Instandhaltung, Bauteilaustausch, Beheizung und Warmwasserbereitung sowie den Abbruch Gebäudes über den Lebenszyklus von 50 Jahren**

Betrachtung/Szenario	GEG FW	GEG WP	EH 55 FW	EH 55 WP	EH 40 FW	EH 40 WP
	<b>Kosten Errichtung, Instandhaltung, Bauteilaustausch und Abbruch in €/m<sup>2</sup> in der Summe des Lebenszyklus über 50 Jahre</b>					
EFH Verbrauchersicht	4.207	4.748	4.947	5.324	5.537	5.874
EFH volkswirtschaftlich	3.535	3.990	4.157	4.474	4.653	4.936
<b>Szenario aktuelle Energiepreise ohne Preissteigerung</b>	<b>Energiekosten in €/m<sup>2</sup> in der Summe über 50 Jahre</b>					
EFH Verbrauchersicht	768	727	597	510	403	434
EFH volkswirtschaftlich	511	515	397	361	268	307
<b>Szenario aktuelle Energiepreise mit realer Verdoppelung bis 2045</b>	<b>Energiekosten in €/m<sup>2</sup> in der Summe über 50 Jahre</b>					
EFH Verbrauchersicht	1.465	1.387	1.138	972	768	826
EFH volkswirtschaftlich	975	982	757	689	510	585
<b>Szenario aktuelle Energiepreise mit realer Verdoppelung des Strom- und Verdreifachung des Fernwärmepreises bis 2045</b>	<b>Energiekosten in €/m<sup>2</sup> in der Summe über 50 Jahre</b>					
EFH Verbrauchersicht	2.006	1.387	1.546	972	1.024	826
EFH volkswirtschaftlich	1.336	982	1.029	689	681	585

**Tabelle 7: Barwert der Kosten je m<sup>2</sup>-Wohnfläche beim Mehrfamilienhaus für Errichtung, Instandhaltung, Bauteilaustausch, Beheizung und Warmwasserbereitung sowie den Abbruch Gebäudes über den Lebenszyklus von 50 Jahren**

Betrachtung/Szenario	GEG FW	GEG WP	EH 55 FW	EH 55 WP	EH 40 FW	EH 40 WP
	<b>Kosten Errichtung, Instandhaltung, Bauteilaustausch und Abbruch in €/m<sup>2</sup> in der Summe des Lebenszyklus über 50 Jahre</b>					
MFH Verbrauchersicht	4.160	4.542	4.927	5.037	5.558	5.633
MFH volkswirtschaftlich	3.496	3.817	4.140	4.233	4.671	4.734
<b>Szenario aktuelle Energiepreise ohne Preissteigerung</b>	<b>Energiekosten in €/m<sup>2</sup> in der Summe über 50 Jahre</b>					
MFH Verbrauchersicht	469	420	339	355	209	311
MFH volkswirtschaftlich	312	298	225	251	139	220
<b>Szenario aktuelle Energiepreise mit realer Verdoppelung bis 2045</b>	<b>Energiekosten in €/m<sup>2</sup> in der Summe über 50 Jahre</b>					
MFH Verbrauchersicht	894	802	646	676	399	593
MFH volkswirtschaftlich	595	568	429	479	264	420
<b>Szenario aktuelle Energiepreise mit realer Verdoppelung des Strom- und Verdreifachung des Fernwärmepreises bis 2045</b>	<b>Energiekosten in €/m<sup>2</sup> in der Summe über 50 Jahre</b>					
MFH Verbrauchersicht	1.251	802	856	676	501	593
MFH volkswirtschaftlich	834	568	569	479	333	420

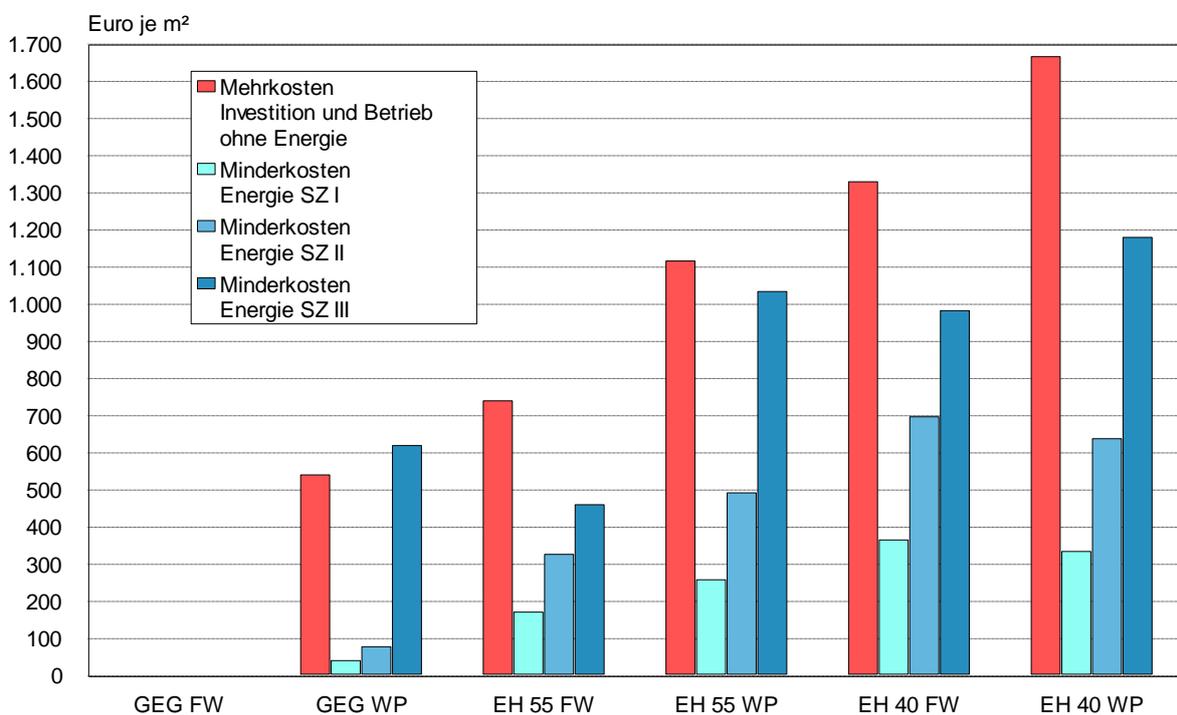
Wie die Tabellen 4 und 5 gezeigt hatten, ist der größte Teil der THG-Emissionen mit dem Bau, der Instandhaltung, dem Bauteilaustausch und dem Abbruch fixiert und wird von Energieeffizienz nur sehr gering beeinflusst. Beim Einfamilienhaus liegen diese THG-Emissionen zwischen 875 und 896 kg je m<sup>2</sup> Wohnfläche über den Betrachtungszeitraum von 50 Jahren, während die über die Beheizung und Warmwasserbereitung anfallenden energiebedingten THG-Emissionen zwischen 134 und 453 kg je m<sup>2</sup> Wohnfläche in der Summe der 50 Jahre betragen. Durch den hohen Sockel an Emissionen aus Bau, Instandhaltung, Bauteilaustausch und Abbruch reduzieren sich die relativen Emissionsunterschiede deutlich. Aus den Mehrkosten der höheren Effizienzstandards lassen sich die Kosten je eingesparter t-THG-Emissionen und auch je eingesparter kWh-Endenergie berechnen. Die Ergebnisse sind in den **Tabellen 8 und 9** ausgewiesen.

Die Kosten je eingesparter t-CO<sub>2</sub>-Äquivalente reichen beim Einfamilienhaus aus der Verbrauchersicht von -373 € (Gebäude nach dem GEG mit Wärmepumpe im Szenario Verdopplung des Strom- und Verdreifachung des Fernwärmepreises) bis 4.757 € (Gebäude nach Effizienzstandard 55 mit Fernwärme beheizt im Szenario aktuelle Energiepreise ohne Steigerung) und bei der volkswirtschaftlichen Betrachtung von 476 € (Gebäude nach dem GEG mit Wärmepumpe im Szenario Verdopplung des Strom- und Verdreifachung des Fernwärmepreises) bis 4.247 € (Gebäude nach Effizienzstandard 55 mit Fernwärme beheizt im Szenario aktuelle Energiepreise ohne Steigerung). In den **Abbildungen 4 und 5** sind die kostenseitigen Ergebnisse für die Szenarien zum Einfamilienhaus aus Verbrauchersicht und aus der volkswirtschaftlichen Perspektive aufbereitet. Es wird deutlich, dass in allen Varianten das Gebäude nach dem GEG über den betrachteten Lebenszyklus von 50 Jahren die preiswerteste Alternative darstellt.

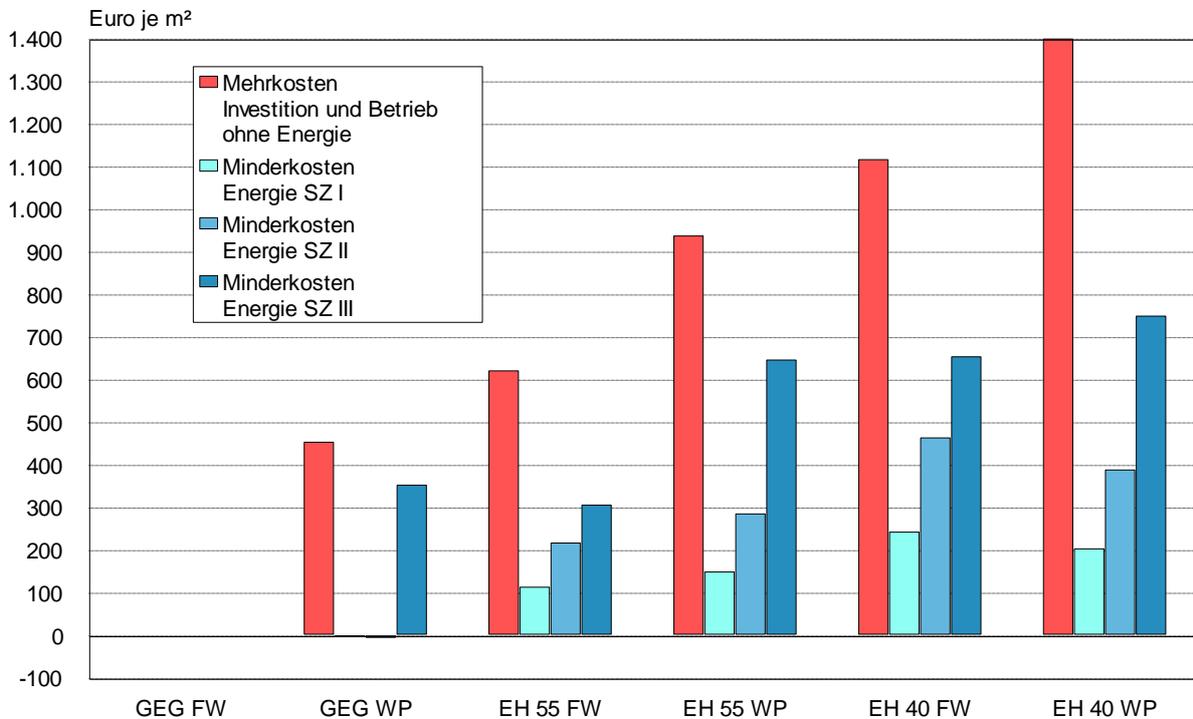
**Tabelle 8: Kosten je eingesparter t-CO<sub>2</sub>-Äquivalent im Vergleich zur Variante „fernwärmeversorgtes Einfamilienhaus nach dem Standard des Gebäudeenergiegesetzes“**

Betrachtung/Szenario	GEG WP	EH 55 FW	EH 55 WP	EH 40 FW	EH 40 WP	
<b>Szenario aktuelle Energiepreise ohne Preissteigerung</b>						
EFH Verbrauchersicht	€/t-CO <sub>2</sub> -Eq	2.360	4.757	2.895	4.223	4.369
EFH volkswirtschaftlich	€/t-CO <sub>2</sub> -Eq	2.164	4.247	2.659	3.827	3.925
<b>Szenario aktuelle Energiepreise mit realer Verdoppelung bis 2045</b>						
EFH Verbrauchersicht	€/t-CO <sub>2</sub> -Eq	2.185	3.456	2.105	2.772	3.374
EFH volkswirtschaftlich	€/t-CO <sub>2</sub> -Eq	2.181	3.380	2.200	2.860	3.317
<b>Szenario aktuelle Energiepreise mit realer Verdoppelung des Strom- und Verdreifachung des Fernwärmepreises bis 2045</b>						
EFH Verbrauchersicht	€/t-CO <sub>2</sub> -Eq	-373	2.339	278	1.520	1.597
EFH volkswirtschaftlich	€/t-CO <sub>2</sub> -Eq	476	2.636	982	2.026	2.133

**Abbildung 4: Im Vergleich zum fernwärmebeheizten Einfamilienhaus nach dem GEG entstehende Mehrkosten durch Investition, Instandhaltung, Austausch und Abbruch sowie Minderausgaben für Energie in den drei Szenarien aus Verbrauchersicht (Barwerte)**



**Abbildung 5: Im Vergleich zum fernwärmebeheizten Einfamilienhaus nach dem GEG entstehende Mehrkosten durch Investition, Instandhaltung, Austausch und Abbruch sowie Minderausgaben für Energie in den drei Szenarien aus volkswirtschaftlicher Sicht (Barwerte)**

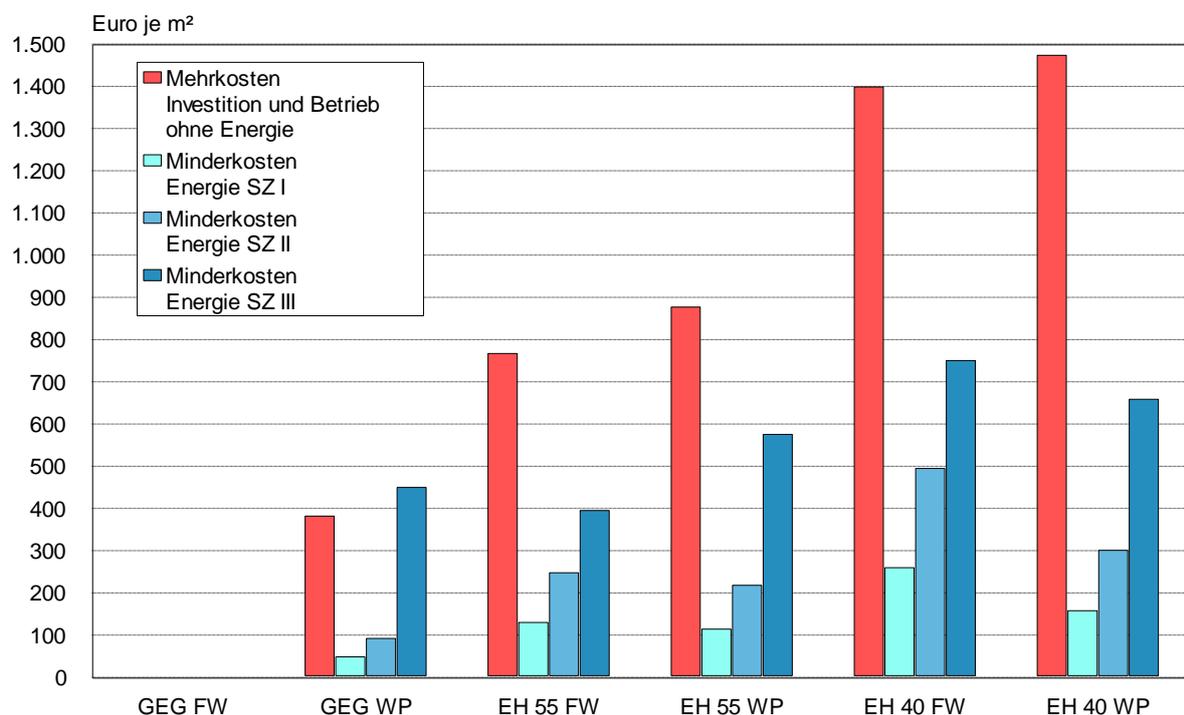


Beim Mehrfamilienhaus reichen die Werte von -443 € (Verbrauchersicht beim Gebäude nach dem Standard des Gebäudeenergiegesetzes mit Wärmepumpe; Szenario „aktuelle Energiepreise mit realer Verdoppelung des Strom- und Verdreifachung des Fernwärmepreises bis 2045“) und 7.523 € (Verbrauchersicht beim Gebäude nach dem Effizienzstandard 40 mit Wärmepumpe; Szenario „aktuelle Energiepreise ohne Steigerung“). Auch beim Mehrfamilienhaus weist das Gebäude nach dem GEG über den Lebenszyklus die niedrigsten Kosten auf. Die Variante mit Wärmepumpe ist dabei nur im Szenario mit einer überproportionalen Erhöhung der Fernwärmepreise die günstigste Variante. In den anderen beiden Szenarien ist es das fernwärmeversorgte Gebäude. Die Visualisierung der Mehrkosten und Minderausgaben beim Mehrfamilienhaus zeigen die **Abbildungen 6 und 7**. Das Bild ist von der Aussage her deckungsgleich zu den Ergebnissen beim Einfamilienhaus. Die Effizienzstandards 55 und 40 weisen gegenüber dem Gebäude nach dem GEG über den betrachteten Lebenszyklus von 50 Jahren erhebliche Mehrkosten auf, die zu entsprechenden Kosten der Einsparung von CO<sub>2</sub> und Energie führen.

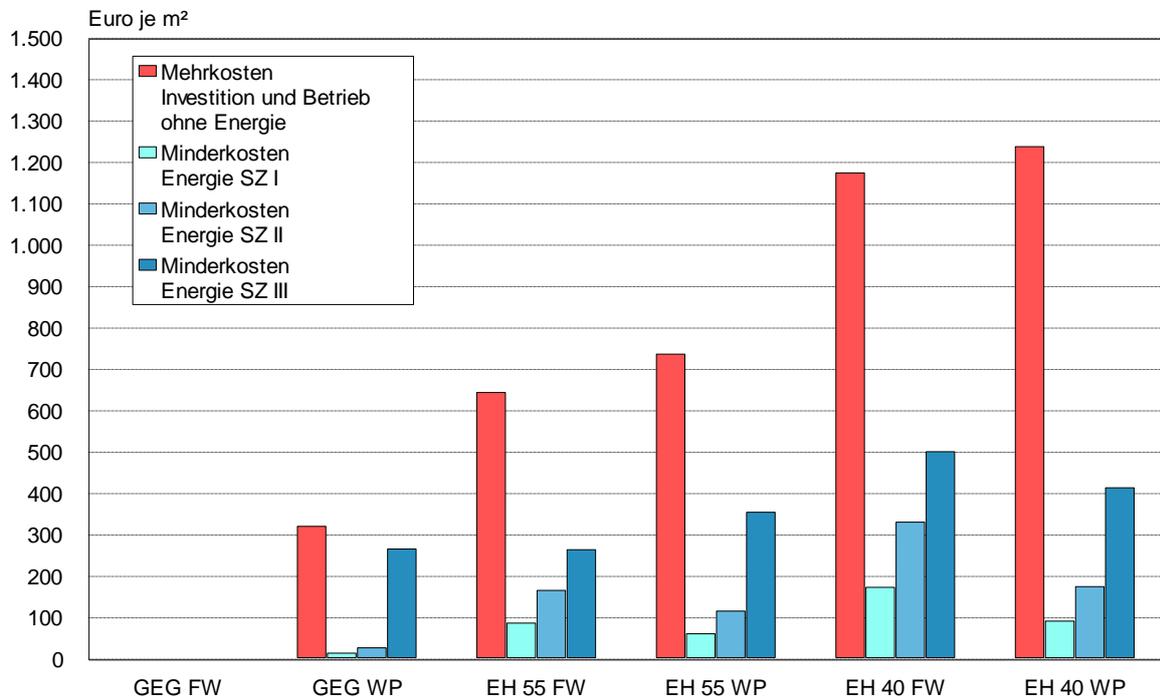
**Tabelle 9: Kosten je eingesparter t-CO<sub>2</sub>-Äquivalent im Vergleich zur Variante „fernwärmeversorgtes Mehrfamilienhaus nach dem Standard des Gebäudeenergiegesetzes“**

Betrachtung/Szenario	GEG WP	EH 55 FW	EH 55 WP	EH 40 FW	EH 40 WP
<b>Szenario aktuelle Energiepreise ohne Preissteigerung</b>					
MFH Verbrauchersicht	€/t-CO <sub>2</sub> -Eq. 2.171	6.457	4.718	6.340	7.523
MFH volkswirtschaftlich	€/t-CO <sub>2</sub> -Eq. 1.995	5.650	4.180	5.576	6.554
<b>Szenario aktuelle Energiepreise mit realer Verdoppelung bis 2045</b>					
MFH Verbrauchersicht	€/t-CO <sub>2</sub> -Eq. 1.886	5.263	4.078	5.030	6.706
MFH volkswirtschaftlich	€/t-CO <sub>2</sub> -Eq. 1.909	4.849	3.838	4.700	6.077
<b>Szenario aktuelle Energiepreise mit realer Verdoppelung des Strom- und Verdreifachung des Fernwärmepreises bis 2045</b>					
MFH Verbrauchersicht	€/t-CO <sub>2</sub> -Eq. -443	3.768	1.865	3.607	4.660
MFH volkswirtschaftlich	€/t-CO <sub>2</sub> -Eq. 357	3.853	2.362	3.751	4.714

**Abbildung 6: Im Vergleich zum fernwärmebeheizten Mehrfamilienhaus nach dem GEG entstehende Mehrkosten durch Investition, Instandhaltung, Austausch und Abbruch sowie Minderausgaben für Energie in den drei Szenarien aus Verbrauchersicht (Barwerte)**



**Abbildung 7: Im Vergleich zum fernwärmebeheizten Mehrfamilienhaus nach dem GEG entstehende Mehrkosten durch Investition, Instandhaltung, Austausch und Abbruch sowie Minderausgaben für Energie in den drei Szenarien aus volkswirtschaftlicher Sicht (Barwerte)**



**Angesichts der gegenwärtigen Preise für Emissionszertifikate von 80 bis 100 € je t CO<sub>2</sub> bzw. den für Haushalte und Kleinverbraucher relevanten Preisen von 30 € je t CO<sub>2</sub> sind die Kosten der CO<sub>2</sub>-Einsparung mittels energieeffizienterer Wohngebäude insbesondere nach den Effizienzstandards 55 und 40 im Neubau hoch.**

Dieses Ergebnis war durchaus zu erwarten, da über die dynamische Berechnung der Emissionen aus Raumheizung und Warmwasserbereitung weniger effiziente Gebäude bevorteilt werden. Allerdings führte eine zur Kontrolle durchgeführte Berechnung unter dauerhaftem Ansatz der aktuellen Emissionswerte zwar zu einer Absenkung der Kosten je eingesparter t CO<sub>2</sub>, mit über 1.000 € je t liegen diese aber in den Szenarien I und II auch dann noch weit jenseits der aktuellen CO<sub>2</sub>-Bepreisung. Lediglich in Szenario III mit der starken Steigerung des Fernwärmepreises rückt das Einfamilienhaus nach dem Effizienzstandard 55 mit Wärmepumpenbeheizung mit 146 € je t-CO<sub>2</sub> in die Nähe der aktuellen Zertifikatspreise. Beim Mehrfamilienhaus liegen die Einsparkosten der Effizienzstandards 55 und 40 auch bei statischen Emissionswerten durchweg bei über 1.500 € je t-CO<sub>2</sub> im Vergleich zum Gebäude nach dem GEG.

Da sich zunehmend die Bereitstellung regenerativer Energie als Engpassfaktor herauskristallisiert, schien es sinnvoll, auch die Kosten je eingesparter kWh in den Varianten zu betrachten. Die Ergebnisse zeigen die **Tabellen 10 (Einfamilienhaus) und 11 (Mehrfamilienhaus)**.

**Tabelle 10: Kosten je eingesparter t-CO<sub>2</sub>-Äquivalent im Vergleich zur Variante „fernwärmeversorgtes Einfamilienhaus nach dem Standard des Gebäudeenergiegesetzes“**

Betrachtung/Szenario	GEG WP	EH 55 FW	EH 55 WP	EH 40 FW	EH 40 WP	
<b>Szenario aktuelle Energiepreise ohne Preissteigerung</b>						
EFH Verbrauchersicht	€/kWh	0,18	0,42	0,23	0,33	0,33
EFH volkswirtschaftlich	€/kWh	0,16	0,37	0,21	0,30	0,30
<b>Szenario aktuelle Energiepreise mit realer Verdoppelung bis 2045</b>						
EFH Verbrauchersicht	€/kWh	0,16	0,30	0,17	0,22	0,26
EFH volkswirtschaftlich	€/kWh	0,16	0,30	0,18	0,22	0,25
<b>Szenario aktuelle Energiepreise mit realer Verdoppelung des Strom- und Verdreifachung des Fernwärmepreises bis 2045</b>						
EFH Verbrauchersicht	€/kWh	-0,03	0,20	0,02	0,12	0,12
EFH volkswirtschaftlich	€/kWh	0,04	0,23	0,08	0,16	0,16

**Tabelle 11: Kosten je eingesparter t-CO<sub>2</sub>-Äquivalent im Vergleich zur Variante „fernwärmeversorgtes Mehrfamilienhaus nach dem Standard des Gebäudeenergiegesetzes“**

Betrachtung/Szenario	GEG WP	EH 55 FW	EH 55 WP	EH 40 FW	EH 40 WP	
<b>Szenario aktuelle Energiepreise ohne Preissteigerung</b>						
MFH Verbrauchersicht	€/kWh	0,16	0,47	0,34	0,47	0,54
MFH volkswirtschaftlich	€/kWh	0,15	0,42	0,30	0,41	0,47
<b>Szenario aktuelle Energiepreise mit realer Verdoppelung bis 2045</b>						
MFH Verbrauchersicht	€/kWh	0,14	0,39	0,29	0,37	0,48
MFH volkswirtschaftlich	€/kWh	0,14	0,36	0,27	0,35	0,44
<b>Szenario aktuelle Energiepreise mit realer Verdoppelung des Strom- und Verdreifachung des Fernwärmepreises bis 2045</b>						
MFH Verbrauchersicht	€/kWh	-0,03	0,28	0,13	0,27	0,34
MFH volkswirtschaftlich	€/kWh	0,03	0,28	0,17	0,28	0,34

Die höheren Effizienzstandards sind natürlich auch bei der energetischen Betrachtung mit Mehrkosten belastet. Allerdings liegen insbesondere bei der volkswirtschaftlichen Betrachtung die zusätzlichen Kosten je eingesparter Kilowattstunde im Bereich der angesetzten volkswirtschaftlichen Stromgestehungskosten.

Die privaten Haushalte und auch die Investoren werden aber auch unter Berücksichtigung möglicher Kostenentwicklungen gegenwärtig einem Gebäude nach dem Standard des Gebäudeenergiegesetzes den Vorzug geben, da alle anderen Varianten Mehrkosten verursachen. Ohne Anreize oder Zwang werden Investoren und private Haushalte nur in Ausnahmefällen auf die effizienteren Varianten wechseln.

## 5 Fazit

Es ist unstrittig, dass die Erzeugung von Niedertemperaturwärme für Wohnungen im Jahr 2045 ausschließlich regenerativ erfolgen muss, wenn die Klimaschutzziele eingehalten werden sollen.

Deutlich stärker werden mögliche Wege zur Erreichung dieses Ziels diskutiert.

Eine Ausweitung des Anteils von Biogas, das gegenwärtig knapp 3 Prozent des Wärmeverbrauchs fürs Wohnen abdeckt, ist denkbar, aber selbst eine Verdoppelung des Anteils vermindert den Umstellungsbedarf im Wohnungssektor nur geringfügig. Als Kernelemente der künftigen Wärmeversorgung werden in der Regel Fernwärme und strombetriebene Wärmepumpen benannt, die dann in „energieeffizienten“ Gebäuden die Raumwärme und den Warmwasserbedarf abdecken.

In dieser Untersuchung wurden die Einsparungen an Energie und THG-Emissionen sowie die Kosten für Herstellung, Wartung und Instandhaltung und den Bauteiltausch über einen Betrachtungszeitraum von 50 Jahren bei verschiedenen Energiepreisentwicklungen betrachtet.

Im Ergebnis wäre sowohl bei neuen Einfamilienhäusern als auch bei neuen Mehrfamilienhäusern ein fernwärmeversorgtes Gebäude nach dem Standard des Gebäudeenergiegesetzes in zwei von drei Energiepreisszenarien die preiswerteste Variante. Im dritten Szenario wäre das wärmepumpenbeheizte Gebäude nach dem Gebäudeenergiegesetz aus Kostensicht erst Wahl. Da Fernwärme auch in 23 Jahren nur für den kleineren Teil der Wohnungen verfügbar sein wird, sollte die Bereitstellung der Wärme in Neubauten außerhalb einer Fernwärmeversorgung – wieder nach dem Standard des Gebäudeenergiegesetzes - mittels Wärmepumpe erfolgen.

Die Wahl eines höheren Effizienzstandards senkt zwar den Energieverbrauch und THG-Emissionen, führt aber zu signifikant höheren Kosten. Insbesondere die in der Vergangenheit oft vernachlässigten höheren Kosten für Wartung, Instandhaltung und den Austausch von Bauteilen über den Betrachtungszeitraum von 50 Jahren beeinträchtigen die Wirtschaftlichkeit.

Die Berechnungen wurden ohne Ansatz von Zinsen und allgemeiner Inflation durchgeführt. Lediglich die Energiepreise wurden damit real inflationiert, und zwar ausgehend von den aktuell bereits hohen Energiepreisen. Dieser Ansatz ist bei den klaren Ergebnissen hinreichend, da eine vollständige Betrachtung über eine klassische Wirtschaftlichkeitsrechnung mit Ansatz von Zinsen und einer angesetzten Eigenkapitalverzinsung zum einen die Zahl der Varianten weiter erhöht und damit die Übersichtlichkeit beeinträchtigt hätte. Der Ansatz von Zinsen hätte auf der anderen Seite keinesfalls zu einer Verbesserung der „Wirtschaftlichkeit“ der höheren Effizienzstandards geführt, da diese zwangsläufig, weil kapitalintensiver, höher belastet wären.

**Die Kosten der CO<sub>2</sub>- und Energieeinsparung durch höhere Effizienzstandards im Wohnungsneubau zeigen, dass individuell und volkswirtschaftlich der bisher**

**erreichte Standard nach dem Gebäudeenergiegesetz in Kombination mit einer Fernwärmeversorgung (wo möglich) bzw. einer Wärmepumpe das individuelle und volkswirtschaftliche Optimum der betrachteten Gebäudetypen darstellt.**

**Bei den vor uns liegenden Aufgaben insbesondere in der Ausweitung der regenerativen Stromproduktion bis 2045 kann es aus politischer Sicht durchaus sinnvoll sein, auch Energieeinsparmöglichkeiten zu forcieren, die aktuell und auch auf Sicht nicht wirtschaftlich sind. Gerade im Wohnungsbau müssen angesichts der gegenwärtigen Wohnungsknappheit dann aber ausreichende Anreize zur Umsetzung der höheren Effizienzstandards geboten werden. Ein ordnungsrechtlicher Zwang zu höheren Standards birgt die Gefahr, dass der Wohnungsbau deutlich zurückgeht und erhebliche soziale Verwerfungen drohen.**

**Eine Umstellung der Förderung auf die THG-Emissionen über einen Betrachtungszeitraum von 50 Jahren scheint weder sinnvoll noch zielführend, da die notwendige dynamische Betrachtung der THG-Emissionen gemäß den Zielen des Klimaschutzgesetzes notwendigerweise zur THG-neutralen, weil regenerativen, Energieversorgung auch energetisch ineffizienter Gebäude führt. Dies allerdings um den Preis eines hohen Energieverbrauchs.**

**Dagegen könnte eine Ausweitung der energetischen Betrachtung über die reine Wärmebereitstellung hinaus auf den gesamten Lebenszyklus inklusive Errichtung, Instandhaltung, Bauteilaustausch und Abbruch geeignet sein, eine sinnvolle Basis für eine künftige Förderung darzustellen.**