

Klimakosten – zum Umgang mit CO₂- und Schattenpreisen

Fachtagung Energieberatung 2022
Klimaschutzstiftung Jena-Thüringen
12.07.2022

Dr. Andreas Enseling

Institut Wohnen und Umwelt GmbH

in Kooperation mit:

Lehrstuhl für Ökologie und Ökonomie des Wohnungsbaus am KIT

- Externe Effekte (Kosten), CO₂-Preise und Schattenpreise, Aufteilung CO₂-Preis auf Vermieter/Mieter
- Wirkung von CO₂-Preisen auf die Wirtschaftlichkeit im selbstgenutzten Bestand (Beispiel: Dämmung Außenwand)
- Wirkung der Aufteilung der CO₂-Bepreisung auf die Wirtschaftlichkeit im vermieteten Bestand (Beispiel: Maßnahmenpaket KfW EH 55)

*“Article 6 (ex-Article 5) on the **calculation of cost-optimal levels** is aligned to the Green Deal, specifying that the **costs of greenhouse gas allowances as well as environmental and health externalities of energy use are to be considered when determining the lowest costs**. The Commission will revise the cost-optimal methodology by 30 June 2026.”*
(Entwurf zur EPBD, 15.12.21)

Wird die EC die Berücksichtigung externer Kosten bei der Entwicklung von Anforderungsniveaus vorgeben?

„Artikel 6 (ex-Artikel 5) über die Berechnung der **kostenoptimalen Niveaus** wird mit den Zielen des Grünen Deals synchronisiert, indem festgelegt wird, dass die **Kosten von Treibhausgasemissionszertifikaten** sowie die **externen Effekte des Energieverbrauchs in den Bereichen Umwelt und Gesundheit** bei der **Bestimmung der niedrigsten Kosten** zu berücksichtigen sind. Die Kommission wird die Methode zur Berechnung der kostenoptimalen Niveaus bis zum 30. Juni 2026 überarbeiten.“
(Entwurf zur EPBD, 15.12.21)

Externe Effekte / CO₂-Preise / Schattenpreise



Externe Kosten / Schattenpreise

- Bei (ökonomischen) Aktivitäten aller Art treten neben dem direkten Aufwand und einem direkten Nutzen positive und negative externe Effekte auf (z.B. Umweltschäden).
- Die Summe der monetär bewerteten negativen externen Effekte bezeichnet man als externe Kosten. Diese entstehen nicht bei Verursacher, sondern müssen von Dritten bzw. der Gesellschaft getragen werden.
- Unter Nutzung geeigneter Methoden lassen sich externe Kosten quantifizieren (z.B. Umweltschadenskosten).
- Ziel der Umweltpolitik sollte es sein, externe Kosten zu internalisieren d.h. sie dem Verursacher z.B. in Form von Steuern und Abgaben aufzuerlegen.
- Externe Kosten können in der Entscheidungsfindung als kalkulatorische Größe auch freiwillig berücksichtigt werden (interne Bepreisung in Form eines „Schattenpreises“).

Methodenkonvention des UBA

Über „Klimakosten“ lassen sich die Schadenskosten infolge der Emission von Treibhausgasen darstellen.

Durch eine Zeitpräferenzrate lässt sich die Wichtung zwischen heutigen und künftigen Schäden einstellen.

In der Tendenz steigen Klimakosten an.

	Klimakosten in € ₂₀₂₀ / t CO ₂ äq		
	2020	2030	2050
1% reine Zeitpräferenzrate	195	215	250
0% reine Zeitpräferenzrate	680	700	765

Bei Verwendung einer reinen Zeitpräferenzrate (RZPR) von 0% werden heutige und zukünftige Schäden gleichgewichtet. Bei Verwendung einer reinen Zeitpräferenzrate von 1% werden Schäden, die der nächsten Generation (in 30 Jahren) entstehen, nur zu 74%, die der übernächsten Generation (in 60 Jahren) entstehenden Schäden nur zu 55% berücksichtigt. Die Gewichtung mit RZPR=1% lässt sich als Proxy für praktische Politikrelevanz verwenden



„Zusätzliche“ Schattenpreise I

- Ein Preis für CO₂ stellt bereits eine erste Reaktion auf externe Effekte dar und bezieht Teile der Klimakosten zahlungswirksam ein.
- Ein „zusätzlicher“ Schattenpreis als kalkulatorischer Zuschlag sollte sich an der Differenz zwischen den kompletten Klimakosten und dem jeweiligen CO₂ Preis orientieren. Beide unterliegen einer dynamischen Entwicklung.

Jahr	Klimakosten in €/t CO ₂ , Zeitpräferenzrate 1 % (Umweltbundesamt 2021)	CO ₂ -Preis in €/t CO ₂ (BEHG § 10)	Differenz als möglicher Wert für einen Schattenpreis
2020	199	-	199
2021	201	25	176
2022	203	30	173
2023	205	35	170
2024	207	45	162
2025	210	55	155
2030	219	?	?
2035	228	?	?
2040	237	?	?
2045	246	?	?
2050	255	?	?

Quelle: Eigene Darstellung

Für Wirtschaftlichkeitsrechnungen aus volkswirtschaftlicher Perspektive entsteht ein Bedarf an einer mittelfristigen Prognose der CO₂-Preise.

„Zusätzliche“ Schattenpreise II

- Kalkulatorische Schattenpreise können nicht nur auf der Seite des „Nutzens“ die Effekte der Minderung der Treibhausgasemissionen ausdrücken. Im Interesse eines Gleichgewichts müssen sie auch auf der Seite des Aufwands bei Baumaßnahmen berücksichtigt werden.
- Beide Effekte lassen sich über eine Ökobilanz quantifizieren. Es ist jedoch zu klären, ob CO₂-Emissionen bzw. Emissionen von Treibhausgasen erfasst werden.

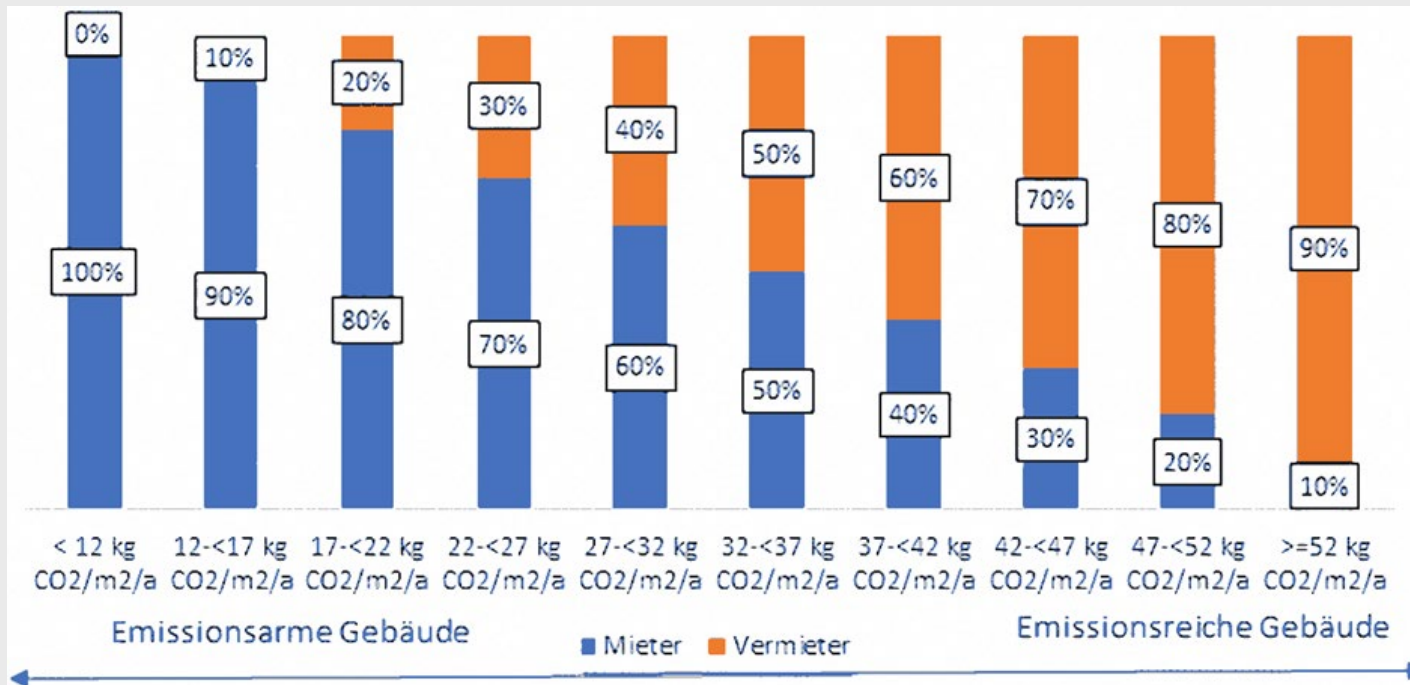
Tabelle 26: Umweltkosten für Baustoffe (+) und Umweltnutzen durch Recycling von Baustoffen (-)

Kategorie	Variante	Einheit	Charakteristik	Kostensatz in €/Einheit
Kunststoffe/Isolierung	Polystyrolschaum-(EPS-) Isolierung	1.000 kg	Dichte 20 kg/m ³	720
Kunststoffe/Isolierung	Glaswollisolierung	1.000 kg	Dichte 10-100 kg/m ³	620
Kunststoffe/Isolierung	Mineralwollisolierung	1.000 kg	Dichte 46 kg/m ³	450
Kunststoffe/Isolierung	Polyurethan-Hartschaumisolierung	1.000 kg	Dichte 33 kg/m ³	1310



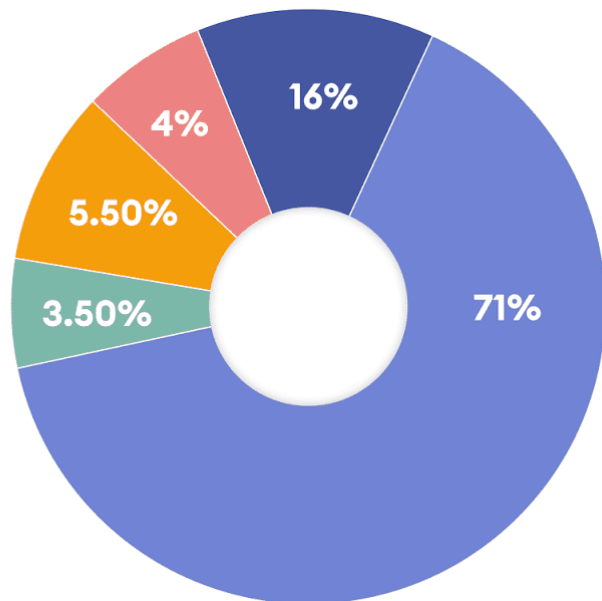
CO₂-Preis: Aufteilungsmodelle Vermieter/Mieter

„Wir wollen eine faire Teilung des zusätzlich zu den Heizkosten zu zahlenden CO₂-Preises zwischen den Vermietern einerseits und Mieterinnen und Mietern andererseits erreichen. Wir wollen zum 1. Juni 2022 ein Stufenmodell nach Gebäudeenergieklassen einführen, das die Umlage des CO₂-Preises nach BEHG regelt. Sollte dies zeitlich nicht gelingen, werden die erhöhten Kosten durch den CO₂-Preis ab dem 1. Juni 2022 hälftig zwischen Vermieter und Mieterin bzw. Mieter geteilt.“
(Koalitionsvertrag)



Zusammensetzung Heizölpreis

Zusammensetzung des Heizölpreises 2022



Aktueller Heizölpreis: 1,71 €/Liter
(Stand: 07.03.2022)

- Einkaufskosten
- Energiesteuer
- CO2-Abgabe
- Deckungsbeitrag
- Mehrwertsteuer

Heizölpreis-Zusammensetzung bei Abnahme von 3.000 Litern

Quellen: en2x, Forbes Advisor Berechnung

Forbes ADVISOR

Quelle: <https://www.forbes.com/advisor/de/oel/heizoelpreise/>

CO₂-Bepreisung (Festlegungen; Bsp. Heizöl)

- Die CO₂-Bepreisung wurde **2021** für Heizöl, Erdgas, Biomasse (Kohle ab 2023) eingeführt. Verpflichtete sind die „Inverkehrbringer“ von Brennstoffen.
- Der Preis für CO₂ ist bis **2025** festgelegt.
- Für das Jahr **2026** soll der Preis zwischen 55 €/t CO₂ und 65 €/t CO₂ liegen.
- Ab **2027** soll sich der CO₂-Preis am Markt bilden.

Jahr	CO ₂ -Preis in €/t CO ₂ (BEHG § 10)	CO ₂ -Preis in Cent/kWh* (Heizöl; ohne MwSt.)	CO ₂ -Preis in Cent/kWh* (Heizöl; mit MwSt.)
2020	-	-	-
2021	25	0,67	0,79
2022	30	0,80	0,95
2023	35	0,93	1,10
2024	45	1,20	1,42
2025	55	1,46	1,74
2026	(55 - 65)	(1,46 - 1,73)	(1,74 - 2,06)
2030	?	?	?
2035	?	?	?
2040	?	?	?
2045	?	?	?
2050	?	?	?

Quelle: Eigene Darstellung

* Umrechnung in Cent/kWh mit CO₂-Faktor nach BAFA: 0,266 tCO₂/MWh

CO₂-Bepreisung (Projektionen; Bsp. Heizöl)

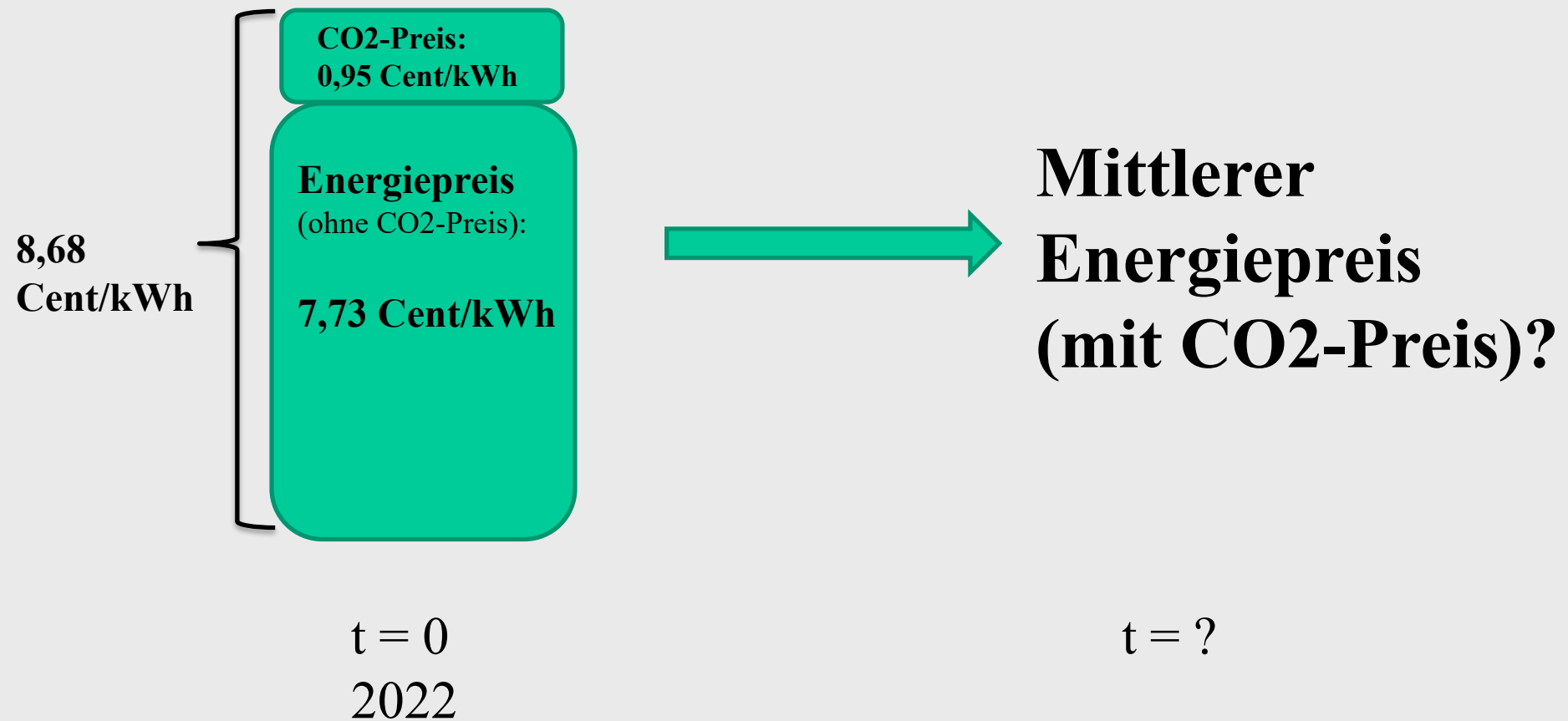
- Für die Wirtschaftlichkeitsrechnung sind Annahmen zu treffen, wie sich der CO₂-Preis z.B. in den nächsten 25 Jahren entwickelt.
- **Szenario 1:** keine weitere Steigerung ab 2025 (Preis bleibt bei 55 €/t CO₂)
- **Szenario 2:** Für die Zeit ab 2027 nimmt der Projektionsbericht 2021 für Deutschland eine jährliche Steigerung um 15 € (nominal) an (bis 275 €/t CO₂ in 2040)
- Für beide Fälle lassen sich konstante jährliche Raten für die Steigerung des CO₂-Preises berechnen.

Jahr	CO ₂ -Preis in €/t CO ₂ (BEHG § 10)	CO ₂ -Preis in Cent/kWh* (Heizöl; ohne MwSt.)	CO ₂ -Preis in Cent/kWh* (Heizöl; mit MwSt.)
2020	-	-	-
2021	25	0,67	0,79
2022	30	0,80	0,95
2023	35	0,93	1,10
2024	45	1,20	1,42
2025	55	1,46	1,74
2026	65	1,73	2,06
2030	125	3,33	3,96
2035	200	5,32	6,33
2040	275	7,32	8,70
2045	275	7,32	8,70
2050	275	7,32	8,70

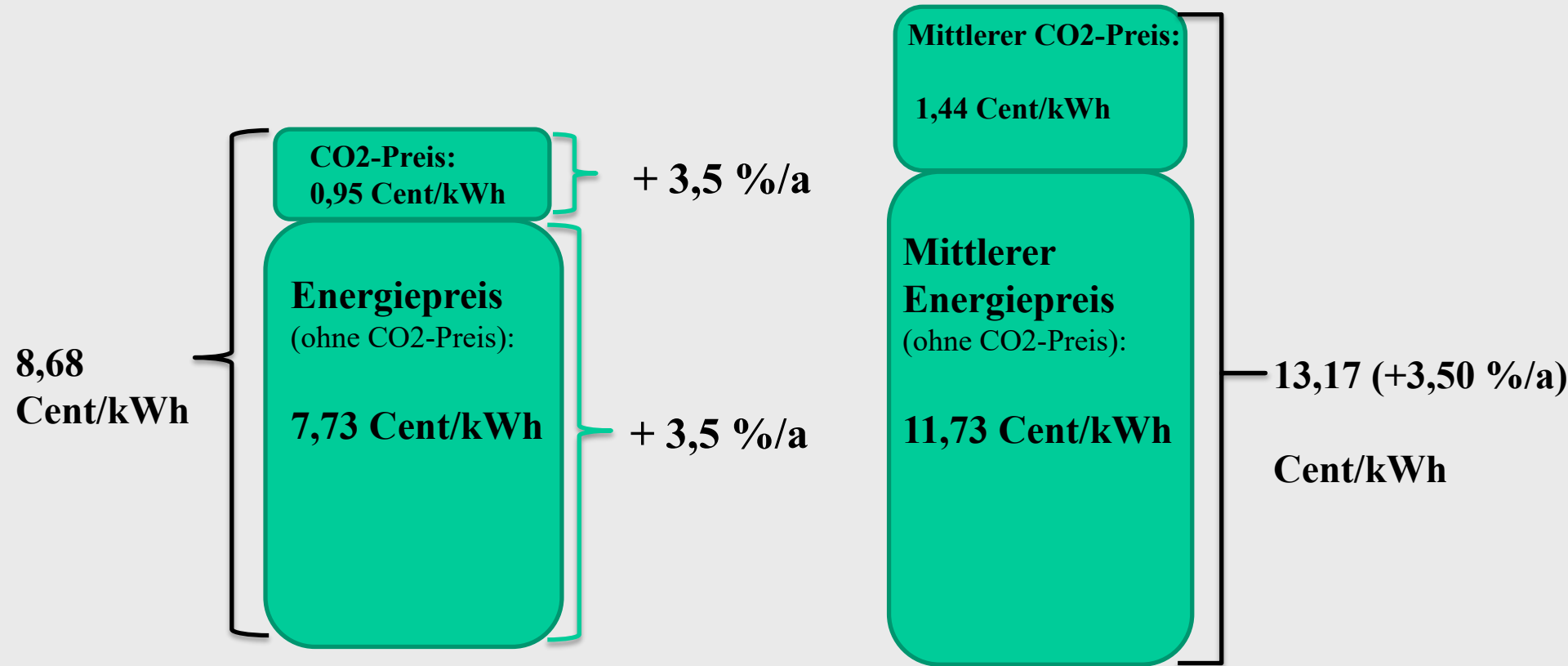
Quelle: Eigene Darstellung

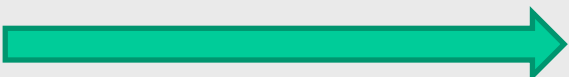
* Umrechnung in Cent/kWh mit CO₂-Faktor nach BAFA: 0,266 tCO₂/MWh

Energie- und CO₂-Preis (Heizöl; brutto; 1/2022)



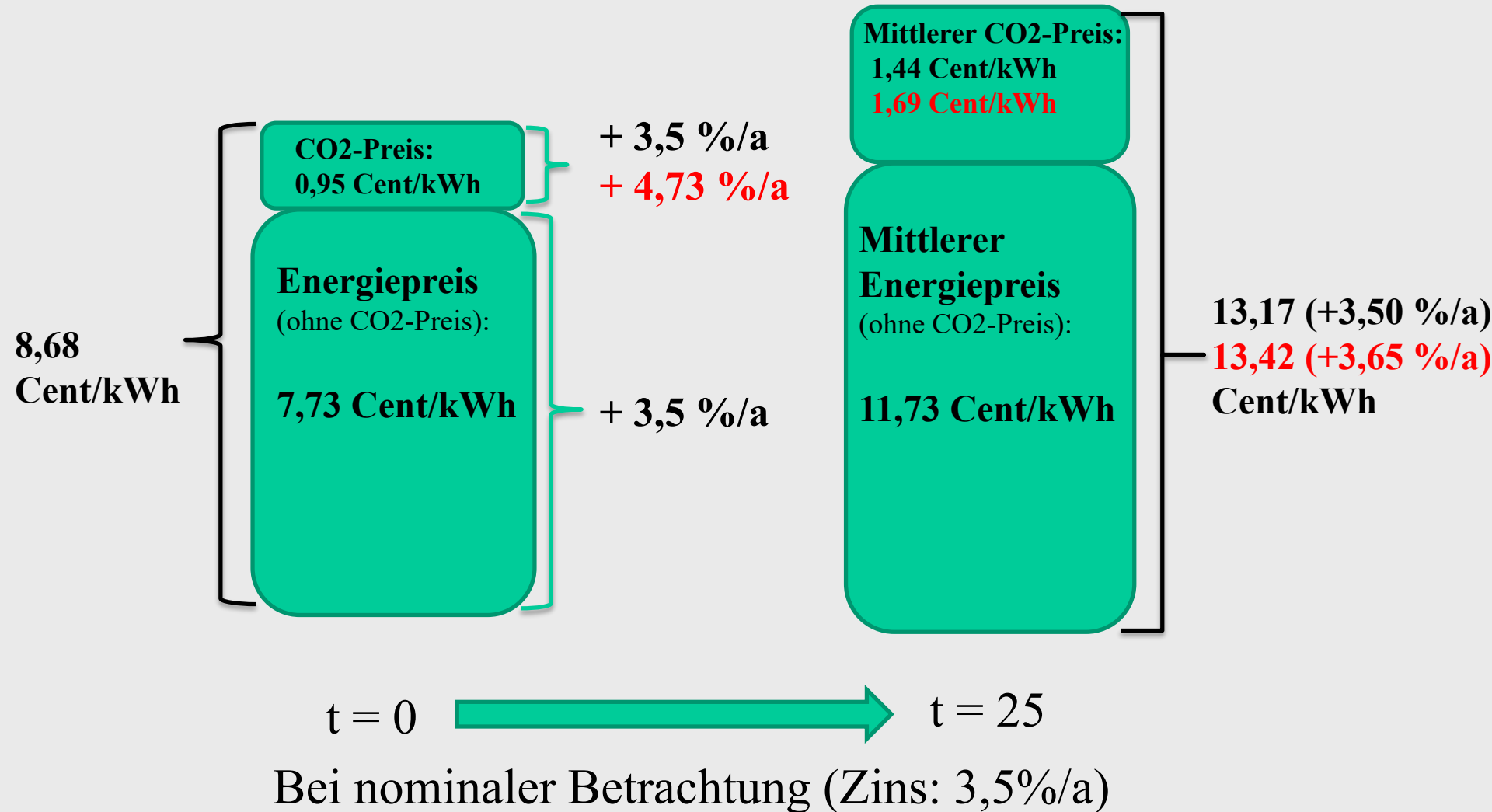
Energie- und CO₂-Preis (Entwicklung)



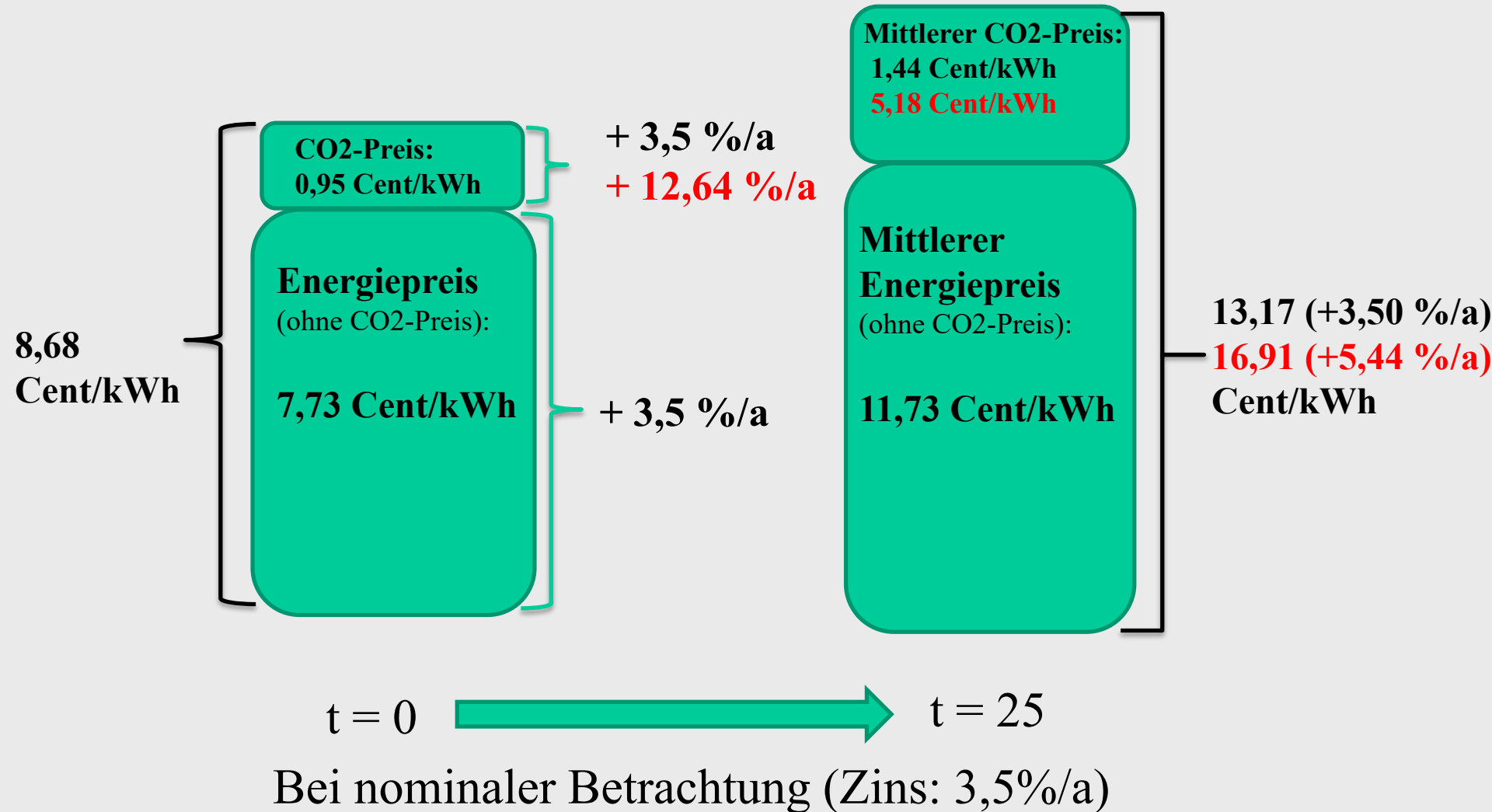
t = 0  t = 25

Bei nominaler Betrachtung (Zins: 3,5%/a)

Energie- und CO₂-Preise (Entwicklung; Szenario 1)



Energie- und CO₂-Preise (Entwicklung; Szenario 2)



Beispiel 1: Wirkung CO₂-Preis (Selbstnutzer)



Beispiel I: Dämmung Außenwand mit WDVS

■ Rahmenbedingungen (I)

- Akteursperspektive: selbstgenutztes Eigentum
- Betrachtungszeitraum 25 Jahre
- Nominalansatz
- Bruttopreise
- Kalkulationszinssatz 3,5 % (nominal)
- Mehrkostenansatz (Kopplungsprinzip: Fall „Putzsanierung“)
- Kostenfunktion IWU (2015) aktualisiert (+ 38 %)
- ohne Restwert
- ohne Zusatz-, Wartungs- und Entsorgungskosten
- ohne Förderung

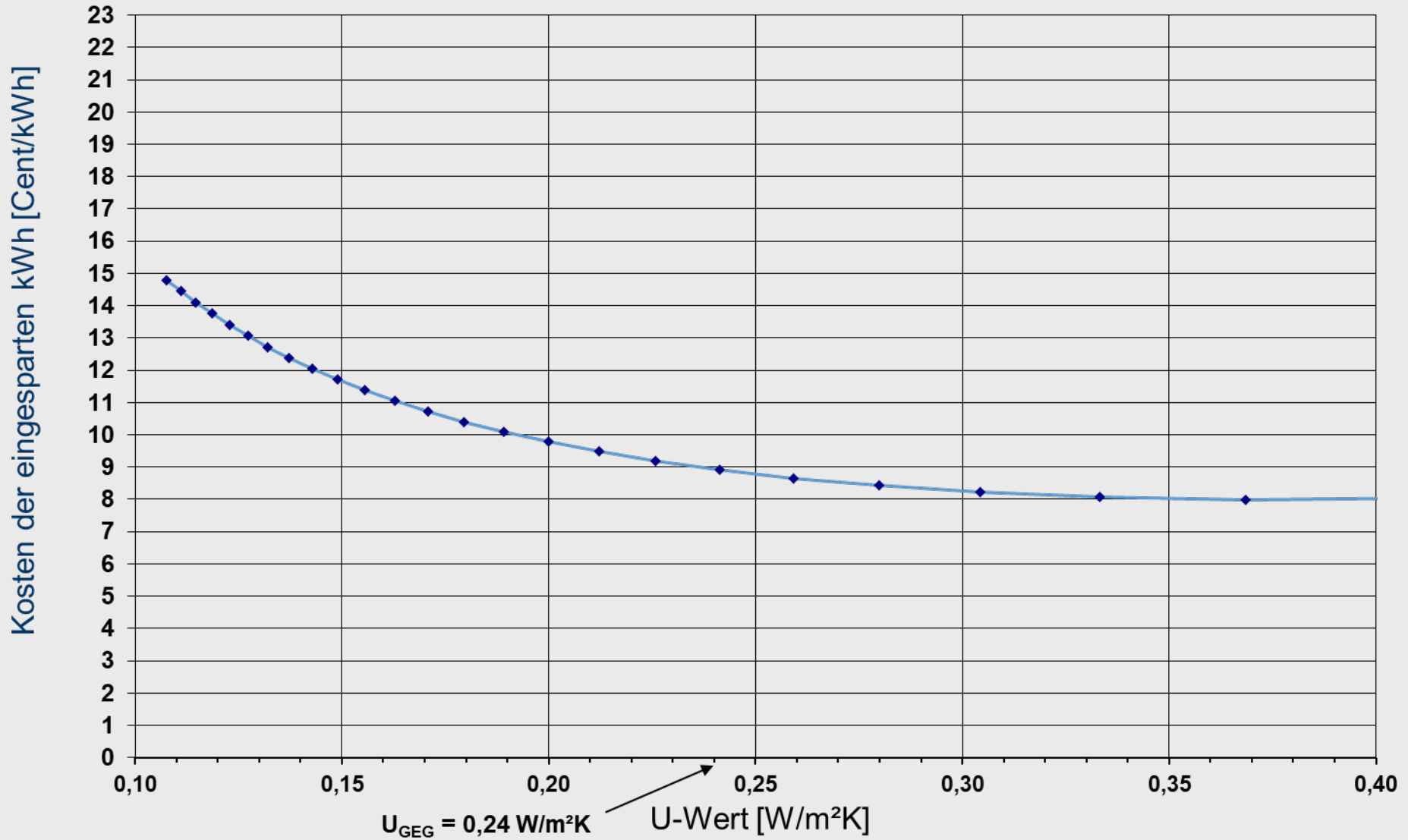
Beispiel: Dämmung Außenwand mit WDVS

■ Rahmenbedingungen (II)

- $U_0 = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$
- $U_S = 0,78 \text{ bis } 0,11 \text{ W/m}^2\text{K}$ ($\sim 1 \text{ cm}$ bis 29 cm Dämmdicke)
- Energiepreis aktuell $8,68 \text{ Cent/kWh}$ (Heizöl)
- kein Wechsel des Energieträgers
- Zukünftige Steigerung der CO₂-Bepreisung wird durch die zukünftige Energiepreisstärkerungsrate abgedeckt
- Energiepreisstärkerung Szenario 1: $3,65 \text{ \%/a}$ (nominal)
- Energiepreisstärkerung Szenario 2: $5,44 \text{ \%/a}$ (nominal)
- Berechnung Äquivalenter Energiepreis bzw. Kosten der eingesparten kWh Endenergie
- Ist es billiger oder teurer eine kWh Endenergie einzusparen als sie zu beschaffen (Cent/kWh)?

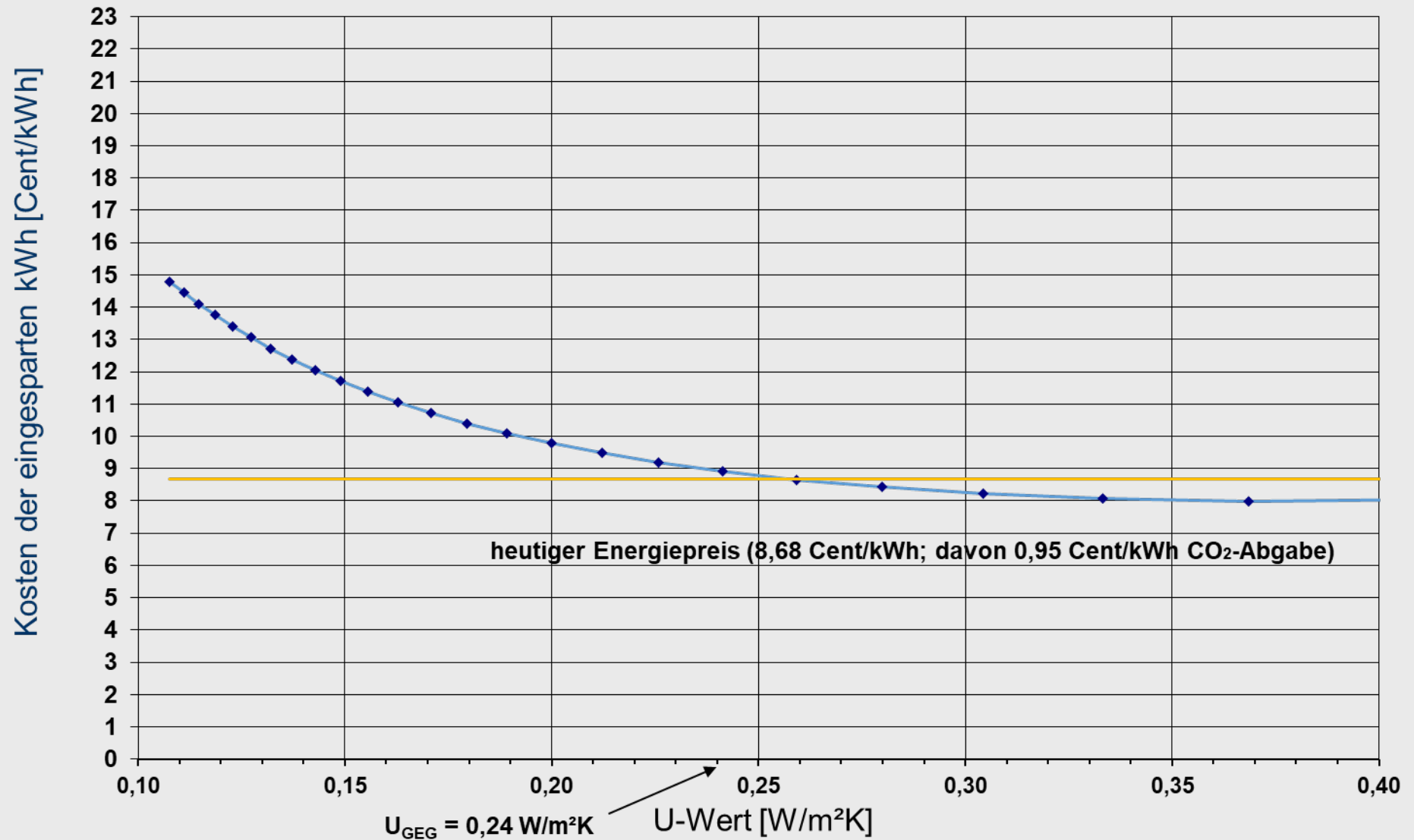
Kosten d. eingesp. kWh /äquivalenter Energiepreis

Äquivalenter Energiepreis für die Dämmung einer Altbau-Außenwand (Kopplungsprinzip)



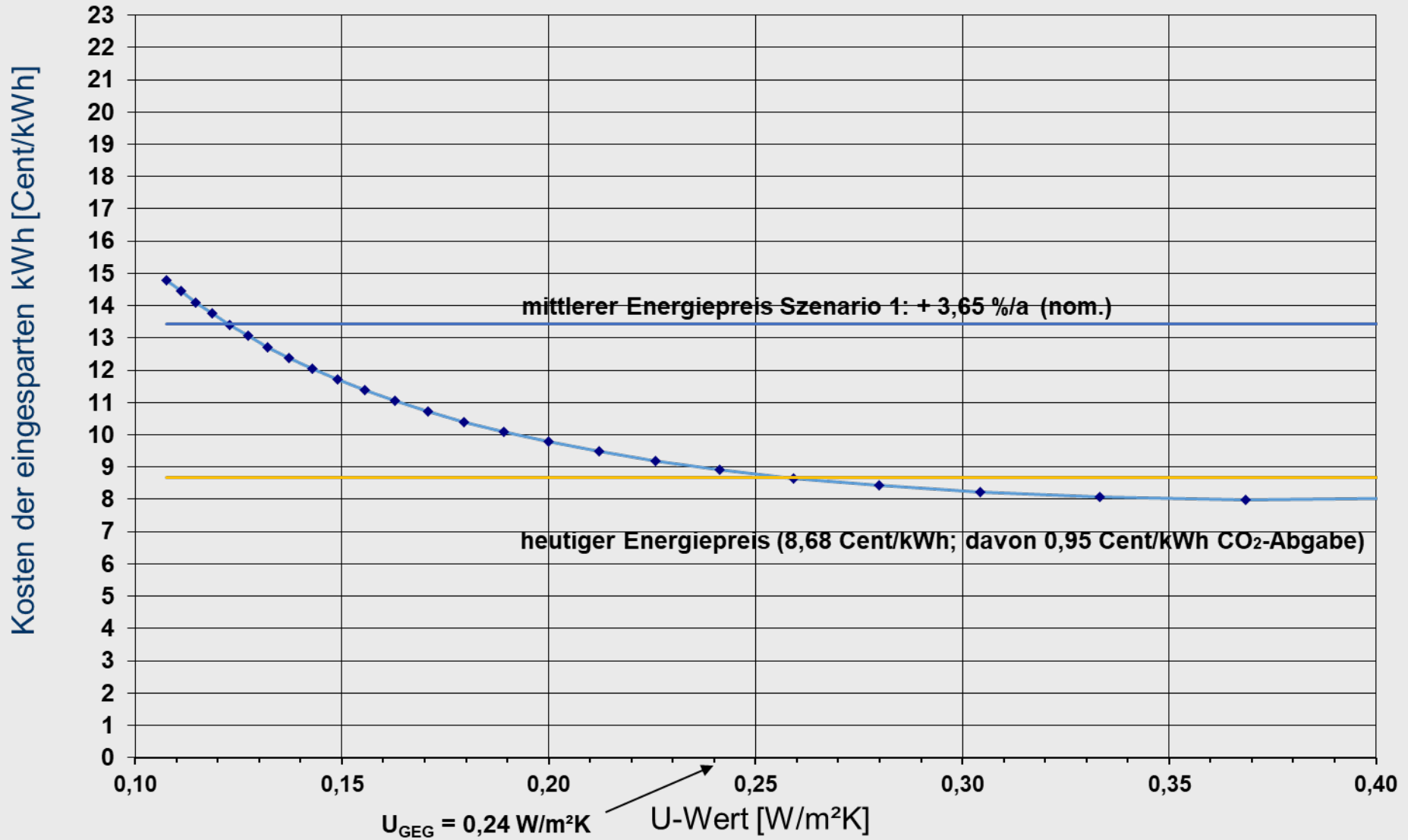
Kosten d. eingesp. kWh /äquivalenter Energiepreis

Äquivalenter Energiepreis für die Dämmung einer Altbau-Außenwand (Kopplungsprinzip)



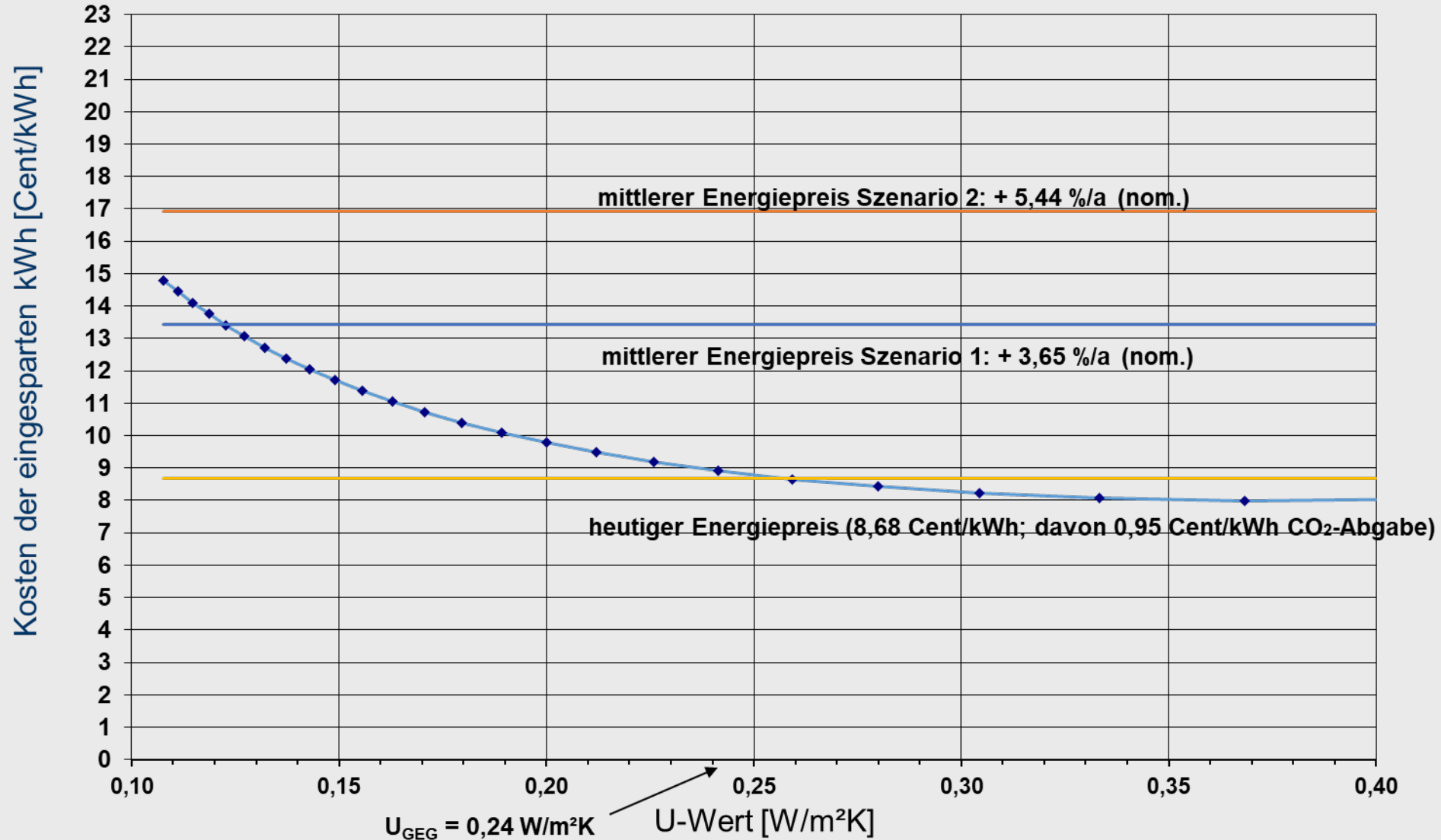
Kosten d. eingesp. kWh /äquivalenter Energiepreis

Äquivalenter Energiepreis für die Dämmung einer Altbau-Außenwand (Kopplungsprinzip)



Kosten d. eingesp. kWh /äquivalenter Energiepreis

Äquivalenter Energiepreis für die Dämmung einer Altbau-Außenwand (Kopplungsprinzip)



Wirkung der CO₂-Bepreisung

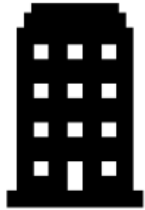
■ Fazit

- Die CO₂-Bepreisung führt zu einer Erhöhung des Energiepreises und damit zu einer Verbesserung der Wirtschaftlichkeit (Selbstnutzer).
- Die zukünftige Entwicklung der CO₂-Preise kann durch eine eigene Preissteigerungsrate oder (vereinfachend) durch die allgemeine Energiepreissteigerungsrate abgebildet werden.
- Notwendig sind hier im Minimum 2 Szenarien die eine moderate bzw. eine hohe Steigerung des CO₂-Preises abbilden.
- Eine Steigerung der CO₂-Preise wie im Projektionsbericht für Deutschland angenommen, führt bereits zu einer weitgehenden Internalisierung externer Kosten.

Beispiel 2: Aufteilung CO₂-Preis (Vermietung)



AP2: Beispiel II – KfW EH 55



INVESTOR und OBJEKT:

Privatvermieter

EFH 1969-78, Gasheizung (NTK)

Wohnfläche: 158 m²

Betrachtungszeitraum: 25 Jahre



MODERNISIERUNG:

Maßnahmenpaket (~KfW EH 55)

Wärmeschutz Gebäudehülle

Gas-BW-Kessel, Solar, WRG

Gesamtinvestition:

866 €/m² davon

427 €/m² energiebedingte Mehrkosten



ENERGIE:

Energieverbrauch Ist: 37.414 kWh/Jahr

Energieverbrauch mod.: 10.079 kWh/Jahr

CO₂-Einsparung: 7.223 kg/Jahr (~68%)

Energiekosteneinsparungen Mieter:

0,82 €/m² Monat (1. Jahr)

AP2: Beispiel II – KfW EH 55



FINANZIERUNG:

Eigenkapital: 30 %

Marktkredit: 70 %

Zuschuss: 40 % der förderfähigen Kosten



MARKT:

Mieterhöhung: 1,00 €/ (m²·Monat)

Leerstandsreduzierung: Ø (keine)



ERGEBNISSE:

energiebedingte Investition:

Rendite mit Wertsteigerung: 6,33 % p.a.

Rendite ohne Wertsteigerung: 3,52 % p.a.

Wirkung einer Aufteilung der CO₂-Bepreisung

- Einführung CO₂-Bepreisung im Beispiel
 - Energiepreis Gas: 7,2 Cent/kWh (brutto); davon: CO₂-Bepreisung: 30 €/tCO₂
=> 0,72 Cent/kWh (brutto)
 - Entwicklung CO₂-Bepreisung nach jährlichem Verlauf (Szenario 1)
- Aufteilungsmodelle der CO₂-Bepreisung
 - 50 % Kostenaufteilung zwischen Vermieter und Mieter
 - Stufenmodell orientiert an den CO₂-Emissionen (vorher: Vermieter: 80 % / Mieter: 20 %; nachher: Vermieter: 20 % / Mieter: 80 %)
- Wie wirken sich die Aufteilungsmodelle auf die Rendite aus Vermietersicht und die Kostenbelastung der Mieter aus?

Wirkung einer Aufteilung der CO₂-Bepreisung

- 50% Kostenteilung zwischen Vermieter und Mieter
 - Kostenbelastung der Vermieter und Mieter vor bzw. nach Modernisierung: 132 €/a bzw. 30 €/a (1. Jahr)
 - die Energiekostensparnis der Mieter nach Mod. steigt um 102 €/a = 5,4 Cent/m²Monat (1. Jahr)
 - die Energiekostensparnis der Vermieter durch die Modernisierung beträgt 102 €/a (1. Jahr) => **Rendite** der Modernisierungsinvestition **steigt (3,78 % ohne Wertsteigerung)**

	ohne CO ₂ -Preis	mit CO ₂ -Preis	davon: CO ₂ -Preis	Aufteilung Vermieter / Mieter 50/50%
	€/a	€/a	€/a	€/a
Energiekosten vor Mod.	2.601	2.864	264	132
Energiekosten nach Mod.	1.044	1.104	60	30
Kosteneinsparung 1.Jahr	1.556	1.761	204	102

Wirkung einer Aufteilung der CO₂-Bepreisung

■ Verteilung nach Stufenmodell (CO₂-Emissionen)

- Kostenbelastung der Vermieter vor bzw. nach Modernisierung: 211 €/a bzw. 12 €/a (1. Jahr)
- Kostenbelastung der Mieter vor bzw. nach Modernisierung: 53 €/a bzw. 48 €/a (1. Jahr)
- die Energiekostensparnis der Mieter nach Mod. steigt um 5 €/a = 0,3 Cent/m²Monat (1. Jahr)
- die Energiekostensparnis der Vermieter durch die Modernisierung beträgt 199 €/a (1. Jahr) => **Rendite** der Modernisierungsinvestition **steigt** (**4,02 %** ohne Wertsteigerung; **4,97 %** im Szenario 2)

	ohne CO ₂ -Preis	mit CO ₂ -Preis	davon: CO ₂ -Preis	Anteil Vermieter bei Stufenmodell	Anteil Mieter bei Stufenmodell
	€/a	€/a	€/a	€/a	€/a
Energiekosten vor Mod.	2.601	2.864	264	211	53
Energiekosten nach Mod.	1.044	1.104	60	12	48
Kosteneinsparung 1.Jahr	1.556	1.761	204	199	5

Wirkung einer Aufteilung der CO₂-Bepreisung

■ Fazit

- Kostenbelastung für Vermieter/Mieter in Abhängigkeit von der konkreten Kostenaufteilung
- aber: die Energiekosteneinsparung steigt nach Modernisierung
- der Anreiz zur Modernisierung wird aus Vermietersicht erhöht (die Renditen der Modernisierungsinvestition steigen im Beispiel leicht)
- Notwendig für die Wirtschaftlichkeitsrechnung sind Angaben über die zukünftige Entwicklung des CO₂-Preises und der CO₂-Faktoren

- Durch die Einführung von CO₂-Preisen entstehen neue Eingangsparameter, durch ihre (noch offene) zeitliche Entwicklung sowie die (noch offene) Art der Zuordnung entstehen zusätzliche Unsicherheiten in Wirtschaftlichkeitsrechnungen.

- Art und Umfang der Berücksichtigung externer Effekte (u.a. in Form von Schattenpreisen) wird intensiv diskutiert und führt somit zu weiteren Unsicherheiten in Wirtschaftlichkeitsrechnungen. Es treten folgende Fragen auf:
 - Inwieweit soll die öffentliche Hand bei eigenen Investitionsentscheidungen über zahlungswirksame Ein- und Auszahlungen hinaus externe Effekte kalkulatorisch berücksichtigen (Schattenpreise, Energiepreiszuschläge)?
 - Inwieweit soll der Bund im Wirtschaftlichkeitsgebot zur Begründung von Anforderungsniveaus die Berücksichtigung externer Effekte vorsehen (siehe Entwurf zu EPBD)?

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

a.enseling@iwu.de