

# GEB Schwerpunkt Nichtwohngebäude

Bild: Claudia Siegele



Fachbeitrag aus GEB 02/2020  
> [www.geb-info.de](http://www.geb-info.de) <

## CO<sub>2</sub>-Preis ändert Wirtschaftlichkeit

**EFFEKTE DER CO<sub>2</sub>-BEPREISUNG BEI SANIERUNGSMASSNAHMEN** 2021 beginnt die CO<sub>2</sub>-Bepreisung auf Basis des kürzlich verabschiedeten Brennstoffemissionshandelsgesetzes. Wie sich das bei Sanierungen auswirkt, wurde im Öko-Zentrum NRW im Rahmen einer Masterarbeit für ein Büro- und Verwaltungsgebäude beispielhaft untersucht. Hier lesen Sie die Ergebnisse. Jan Karwatzki, Tim Kersting

Im Kampf gegen den fortschreitenden Klimawandel müssen alle Sektoren einen Beitrag zur Reduktion der Treibhausgasemissionen leisten. Knapp zwei Drittel der energiebedingten Emissionen in Deutschland werden durch fossile Energieträger verursacht – auch im Gebäudesektor, der alleine für mehr als ein Drittel der Treibhausgasemissionen verantwortlich ist. Ein ambitionierter Klimaschutz ist nur mit einer deutlichen Verringerung des Energieverbrauchs und damit auch der Treibhausgasemissionen im Gebäudebereich möglich.

Bisher werden etwaige Klimafolgekosten im Rahmen von Energieberatungen bei Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen auf Grundlage der Energiebezugpreise nicht berücksichtigt. Deutschland wird ab 2021 eine Bepreisung von Treibhausgasemissionen für die Sektoren Verkehr und Wärme einführen. Dies wird sich auch auf die Betriebskosten von Gebäuden auswirken. Das Ziel ist, die Energiekosten am CO<sub>2</sub>-Gehalt der Energieträger zu orientieren und so einen Anreiz zu schaffen, Investitionen in Energieeffizienz und erneuerbare Energien attraktiver zu gestalten.

Vor diesem Hintergrund hat das Öko-Zentrum NRW eine Masterarbeit betreut, in der untersucht wurde, wie sich eine CO<sub>2</sub>-Bepreisung auf die Wirtschaftlichkeit von energetischen Gebäudesanierungen auswirkt. Anhand eines Fallbeispiels wur-

de die Preisentwicklung der einzelnen Energieträger abgeschätzt und untersucht, ob eine CO<sub>2</sub>-Bepreisung als Instrument tatsächlich stimulierend auf Energieeffizienzmaßnahmen von Gebäuden und den Einsatz erneuerbarer Energien einwirken kann.

### Modell der Bundesregierung

Die Bundesregierung möchte über ein „Brennstoffemissionshandelsgesetz“ (BEHG) eine Bepreisung der Treibhausgasemissionen in den Sektoren Verkehr und Wärme einführen, die Anfang 2021 mit einem Preis von 25 Euro je Tonne CO<sub>2</sub> startet. Im Jahr 2022 soll der CO<sub>2</sub>-Preis 30 Euro betragen, ein Jahr später 35 Euro, 2024 wiederum 45 Euro und 2025 schließlich 55 Euro (Abb. 1). In diesem Zeitraum werden Zertifikate zu einem Festpreis an Unternehmen verkauft, die die Heiz- und Kraftstoffe in Verkehr bringen. Die höheren Preise werden anschließend entlang der Produktionskette weitergegeben.

Ab 2026 soll eine maximale Emissionsmenge festgelegt werden, die von Jahr zu Jahr geringer wird. Die Zertifikate sollen dann auf einer Handelsplattform zu einem Mindestpreis von 55 Euro pro Tonne CO<sub>2</sub> und einem Höchstpreis von 65 Euro pro Tonne CO<sub>2</sub> gehandelt werden. Inwieweit ein Mindest- und Höchstpreis ab dem Jahr 2027 erforderlich sind, soll im Jahr 2025 entschieden werden.

## ÜBERSICHT

- 10 Effekte der CO<sub>2</sub>-Bepreisung bei Sanierungsmaßnahmen:** CO<sub>2</sub>-Preis ändert Wirtschaftlichkeit – Beispiel eines Büro- und Verwaltungsgebäudes
- 14 Praxiswissen zu Nichtwohngebäuden:** Energieberater fragen, Experten antworten zu Themen wie z. B. Zonierung, Umbau, Kühlung.
- 18 Sanierung und Umbau einer Dorfbäckerei:** Konzept mit PV-Anlage, BHKWs, Pellets-Heizkessel und Abwärmenutzung aus dem Thermoölbackofen

### ▣ GEB Dossier

Weitere Beiträge zum Thema Nichtwohngebäude finden Sie in unserem Dossier unter [www.geb-info.de](http://www.geb-info.de), Webcode 1360  
Zur Übersicht über alle Dossiers gelangen Sie mit dem Webcode 1388.

### Berücksichtigung in der Wirtschaftlichkeitsberechnung

Der wissenschaftliche Mittelwert der durch die Treibhausgasemissionen verursachten Klimafolgekosten liegt bei ca. 180 Euro je Tonne CO<sub>2</sub>. Durch die geplante gestaffelte Einführung des CO<sub>2</sub>-Preises ist mit einem stetig steigenden Preis zu rechnen, der bei Energieberatungen berücksichtigt werden sollte.

Für die Wirtschaftlichkeitsberechnung bei energetischen Sanierungen wird daher ein dreistufiges Modell vorgeschlagen, um die erwarteten Mehrkosten durch eine CO<sub>2</sub>-Bepreisung im jeweiligen Betrachtungszeitraum adäquat einfließen zu lassen:

Für kurzfristige Betrachtungszeiträume (< 5 Jahre) wird ein CO<sub>2</sub>-Preis von 45 Euro/t CO<sub>2</sub> vorgesehen. Für mittlere Be-

trachtungszeiträume (5 bis 15 Jahre) werden 60 Euro/t CO<sub>2</sub> veranschlagt. Da 180 Euro je Tonne CO<sub>2</sub> vermutlich dem realistischen Preis für die Klimafolgekosten entspricht, wird für langfristige Variantenbetrachtungen (> 15 Jahre) die Bepreisung mit 90 Euro/t CO<sub>2</sub> angesetzt.

Die einzelnen Energieträger (außer Strom) werden nach CO<sub>2</sub>-Intensität unterschieden, um differenzierte Preissignale auszugeben. Dazu werden die jeweiligen Emissionsfaktoren (CO<sub>2</sub>-Äquivalente) der Energieträger aus dem Entwurf zum Gebäudeenergiegesetz (GEG) verwendet.

Die Stromerzeugung ist von der neuen CO<sub>2</sub>-Bepreisung nicht betroffen, da diese bereits dem EU-Emissionshandel

1 Schritte der CO<sub>2</sub>-Bepreisung nach dem Brennstoffemissionshandelsgesetz.



Bild: Getty Images/Vektorcreator

Quelle: Öko-Zentrum NRW, erstellt mit HottCAD

Energieträger	Preis €/kWh	Mehrpreis in % je kWh bei CO <sub>2</sub> -Preis			
		45 €/t	60 €/t	90 €/t	180 €/t
Heizöl	0,07	20%	27%	40%	80%
Erdgas	0,065	17%	22%	33%	66%
Holz	0,05	2%	2%	4%	7%
Fernwärme aus KWK (fossiler Brennstoff)	0,083	10%	13%	20%	39%
Fernwärme aus Heizwerk (erneuerbar)	0,083	3%	4%	7%	13%

**2 Energiepreissteigerungen für die wichtigsten Energieträger bei verschiedenen CO<sub>2</sub>-Preisen.**

(ETS) unterliegt. Aus den Eckpunkten des Klimaschutzprogramms 2030 der Bundesregierung geht hervor, dass einzelne Bestandteile des Strompreises wie Netzentgelte, Umlagen und Abgaben schrittweise aus den Mitteln der CO<sub>2</sub>-Bepreisung bezahlt werden sollen. Dadurch soll ein Ausgleich für den Endverbraucher geschaffen und die Elektrifizierung in den Sektoren vorangetrieben werden. Maßnahmen aus dem Klimaschutzprogramm, die dazu führen könnten, dass Preisbestandteile des Stroms steigen, sollen so umgesetzt werden, dass die Strompreissenkung erhalten bleibt. Netzbezogener Strom erhält daher keine zusätzliche Bepreisung.

Beim vorgeschlagenen Modell wurde die CO<sub>2</sub>-Bepreisung berücksichtigt, so dass sich bei üblichen Endverbraucherpreisen die Energiepreissteigerungen in **Abb. 2** für die wichtigsten Energieträger im Gebäudebereich ergeben.

**Untersuchung am Beispielobjekt**

Die Auswirkung der CO<sub>2</sub>-Bepreisung auf die Wirtschaftlichkeitsberechnung bei der Energieberatung soll beispielhaft an einem Nichtwohngebäude untersucht werden, für das im Öko-Zentrum NRW eine geförderte Energieberatung durchgeführt wurde.

Das Beispielobjekt ist ein Büro- und Verwaltungsgebäude aus dem Jahr 1997. (**Abb. 3**) Das massive, dreigeschossige Gebäude ist nicht unterkellert und verfügt über etwa 3755 m<sup>2</sup> Nettogrundfläche.

Der bestehende Niedertemperaturkessel zur Wärmeversorgung läuft seit Errichtung des Gebäudes (1997) störungsfrei. Die Niedertemperaturtechnik ist nicht mehr Stand der Technik und eine Erneuerung des Wärmeerzeugers ist ohnehin überfällig, da die erwartete technische Lebensdauer des Kessels (20 Jahre) überschritten ist. Ein Warmwasserbedarf besteht in dem Gebäude nicht.

Da es sich um ein relativ junges Gebäude mit bereits gedämmten Außenbauteilen handelt, werden im Folgenden nur die Varianten zur Erneuerung der Wärmeversorgung betrachtet.

**Sanierungsvarianten**

Folgende Maßnahmenkombinationen zur energetischen Verbesserung werden betrachtet:

- Variante 1: neuer Gas-Brennwertkessel
- Variante 2: Luft-Wasser-Wärmepumpe in Kombination mit Spitzenlastkessel (Erdgas)
- Variante 3: Biomassekessel (Holz)

- Variante 4: BHKW in Kombination mit Spitzenlastkessel (Erdgas)
- Variante 5: Fernwärme durch Heizwerk (Biogas)

In allen Varianten wird zusätzlich zur Erneuerung des Wärmeerzeugers eine Optimierung des gesamten Heizsystems inkl. hydraulischem Abgleich berücksichtigt. Es werden jeweils die energiebedingten Mehrkosten für die Umsetzung der Maßnahmen ermittelt und in der Wirtschaftlichkeitsberechnung angesetzt. Da die Berechnungen 2019 erstellt wurden, sind die aktuellen Verbesserungen bei den Förderkonditionen noch nicht berücksichtigt. Eine Maßnahme gilt als wirtschaftlich, wenn sie sich innerhalb der Lebensdauer der betroffenen Bau- und Anlagenteile amortisiert. Die Lebensdauer von gebäudetechnischen Anlagen wird nach VDI 2067 ermittelt.

**Abb. 4** zeigt die Unterscheidung zwischen Kosteneinsparung mit und ohne CO<sub>2</sub>-Bepreisung sowie die Wirtschaftlichkeit über die dynamischen Amortisationszeiten mit aktuellen Förderungen jeweils mit und ohne CO<sub>2</sub>-Bepreisung. Dabei wurde ein CO<sub>2</sub>-Preis von 90 Euro/t für langfristige Betrachtungszeiträume von über 15 Jahren angesetzt.

Auffällig ist, dass trotz der hohen Energieeinsparung bei der Nutzung einer Wärmepumpe in Variante 2 gleichzeitig keine Energiekosteneinsparung vorhanden ist. Dies liegt insbesondere am Wechsel von Erdgas auf den teureren Energieträger Strom. Im Zuge einer CO<sub>2</sub>-Bepreisung steigt die Kosteneinsparung jedoch auf 20 % an und eine Lenkungswirkung ist hier eindeutig vorhanden.

Bei der Variante 3 schneidet der Biomassekessel in dem untersuchten Beispielgebäude ungewöhnlich schlecht ab, da die Nutzer einen sehr günstigen Gasbezugspreis haben, der noch unter dem Preis für Holzpellets liegt. Zudem führt der Austausch des Gas-Niedertemperaturkessels gegen einen Biomassekessel zu keinen oder nur geringen Endenergieeinsparungen. Jedoch führt die CO<sub>2</sub>-Bepreisung auch bei dieser Variante – ebenso wie bei der Variante 5 mit einem Fernwärmeanschluss – zu deutlich höheren Energiekosteneinsparungen. Die Amortisationszeit liegt allerdings in diesem Fall weiterhin deutlich über der Lebensdauer der



Quelle: Öko-Zentrum NRW

**3** Das Beispielobjekt ist ein Büro- und Verwaltungsgebäude aus dem Jahr 1997. Es ist massiv, dreigeschossig und nicht unterkellert

Varianten	Energiekosten	Kosteneinsparung		Energiekosten inkl. CO <sub>2</sub> -Preis	Kosteneinsparung inkl. CO <sub>2</sub> -Preis		Amortisation	Amortisation inkl. CO <sub>2</sub> -Preis
	[€/a]	[%]	[€/a]	[€/a]	[%]	[€/a]	[a]	[a]
<b>Bestand</b>	17246	-	-	22035	-	-	-	-
<b>Variante 1: Gaskessel</b>	15745	9	1501	19800	12	2234	8	5
<b>Variante 2: Wärmepumpe</b>	17286	0	-41	18136	20	3899	-	22
<b>Variante 3: Biomassekessel</b>	19036	-10	-1791	19421	14	2613	-	50
<b>Variante 4: BHKW</b>	12055	30	5191	16043	31	5992	16	14
<b>Variante 5: Fernwärme</b>	18494	-7	-1249	19426	14	2608	-	21

Quelle: Öko-Zentrum NRW

#### 4 Kosteneinsparungen und Wirtschaftlichkeiten beim Tausch des Wärmeerzeugers in einem Beispielgebäude bei einem CO<sub>2</sub>-Preis von 90 Euro/t.

Maßnahme. Die Kosteneinsparungen steigen beim Biomassekessel um 24 Prozentpunkte und bei der Fernwärme aus Biogas um 21 Prozentpunkte an. Grund dafür ist der Wechsel auf erneuerbare Energien, die nur einer geringen CO<sub>2</sub>-Bepreisung unterliegen.

Ohne Berücksichtigung eines CO<sub>2</sub>-Preises sind nur die erdgasbasierten Varianten mit Brennwertkessel (Variante 1) bzw. mit zusätzlichem BHKW (Variante 4) wirtschaftlich. Bindet man jedoch einen CO<sub>2</sub>-Preis von 90 Euro/t über den jeweiligen Betrachtungszeitraum ein, verbessert sich die Wirtschaftlichkeit aller Varianten.

#### Fazit

Die energetische Sanierung des Gebäudebestands auf ein „nahezu klimaneutrales Niveau“ bis 2050 ist eine gigantische Aufgabe. Auch wenn die Instrumente zur Sanierung sowie zur Beratung und Finanzierung dafür bereitstehen, stellen sich die erforderlichen hohen Investitionen oft als unwirtschaftlich dar, solange in der Wirtschaftlichkeitsbewertung keine Klimafolgekosten berücksichtigt werden.

Die nun angestoßene CO<sub>2</sub>-Bepreisung ist ein Einstieg in die Berücksichtigung von Klimafolgekosten bei der Beheizung von Gebäuden. Sie ist geeignet, eine Lenkungswirkung zu entfalten und kann somit dazu beitragen, die Klimaziele zu erreichen. Die Wärmebereitstellung eines Gebäudes ist in der Regel für 15 bis 20 Jahre konzipiert und wirkt sich somit langfristig auf die Energiekosten des Gebäudes aus. Daher sollte die kommende CO<sub>2</sub>-Bepreisung bereits jetzt in jeder Energieberatung berücksichtigt werden. Ihr Einfluss ist umso größer, je höher der CO<sub>2</sub>-Preis steigt und je größer der Betrachtungszeitraum der untersuchten Sanierungsmaßnahmen ist.

Durch den CO<sub>2</sub>-Preis verbessert sich die Wirtschaftlichkeit von energetischen Sanierungsmaßnahmen spürbar, insbesondere bei der Umstellung auf erneuerbare Energien. Zusammen mit den zum Jahreswechsel erhöhten Förderquoten für das Heizen mit erneuerbaren Energien verbessert der CO<sub>2</sub>-Preis die Möglichkeiten zur Umsetzung zukunftssträchtiger Sa-

nierungsentscheidungen. Er sollte daher von den Energieberaterinnen und Energieberatern als Chance aufgefasst werden, ökologisch sinnvolle Sanierungsempfehlungen nun auch ökonomisch deutlich besser bewerten zu können.

Es ist aus Sicht der Autoren derzeit noch nicht abschätzbar, wie sich die beschlossenen Regelungen auf die weitere Entwicklung des Strompreises auswirken werden. Empfehlenswert ist daher, den Strompreis zunächst unverändert und ggf. mit einer leichten Preissteigerung anzusetzen. Falls der Strompreis durch eine Reduktion von Abgaben wie der EEG-Umlage deutlich sinken sollte, würde sich dies direkt auch auf die Wirtschaftlichkeit von Maßnahmen zur Stromeinsparung im Gebäudebereich auswirken. Der Umstieg von fossilen auf strombetriebene Heizsysteme wie Wärmepumpen würde dadurch nochmal deutlich wirtschaftlicher. Auf der anderen Seite stellen sich Maßnahmen zur Stromeinsparung (z.B. bei der Beleuchtung, Lüftung oder Kühlung) bei einem geringeren Strompreis wirtschaftlich schlechter dar. ■

#### Dipl.-Ing. Jan Karwatzki

ist Architekt und Prokurist beim Öko-Zentrum NRW in Hamm. Das Öko-Zentrum NRW ist einer der größten Anbieter von Fort- und Weiterbildungen für Energieberater und bietet Planungs- und Beratungsleistungen zu den Themen Nachhaltigkeit, Energieeffizienz, Innenraumqualitäten und Feuchteschutz an.



Bild: Öko-Zentrum NRW

#### B. Eng. Tim Kersting

ist Mitarbeiter im Öko-Zentrum NRW und hat im Dezember 2019 seine Masterarbeit zum Thema dieses Artikels fertiggestellt.



Bild: Öko-Zentrum NRW

[www.oekozenrum-nrw.de](http://www.oekozenrum-nrw.de)