

Eickholt, Volker; Bauermann, Klaas; Weber, Christoph

Working Paper

Energieeinsparverordnung 2009 und Erneuerbare-Energie-Wärmegesetz – Auswirkungen auf die Heizkosten und -systeme in Wohngebäuden

EWL Working Paper, No. 04/09 [02/09]

Provided in Cooperation with:

University of Duisburg-Essen, Chair for Management Science and Energy Economics

Suggested Citation: Eickholt, Volker; Bauermann, Klaas; Weber, Christoph (2009) : Energieeinsparverordnung 2009 und Erneuerbare-Energie-Wärmegesetz – Auswirkungen auf die Heizkosten und -systeme in Wohngebäuden, EWL Working Paper, No. 04/09 [02/09], University of Duisburg-Essen, Chair for Management Science and Energy Economics, Essen

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/103273>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

Lehrstuhl für Energiewirtschaft

Universität Duisburg-Essen

EWL Working Paper Nr. 04/09

**ENERGIEEINSPARVERORDNUNG 2009 UND ERNEUERBARE-
ENERGIEN-WÄRMEGESETZ**

—

**AUSWIRKUNGEN AUF DIE HEIZKOSTEN UND -SYSTEME IN
WOHNGBÄUDEN**

Klaas Bauermann

Volker Eickholt

Christoph Weber

Dezember 2009

Energieeinsparverordnung 2009 und Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz

Methodik zur Berechnung des Heizkostenvergleichs

von K. Bauermann; V. Eickholt und C. Weber

Überblick

Ein möglichst kostengünstiges und ökologisches Heizsystem zu wählen, ist für Gebäudebesitzer von größter Wichtigkeit. Bisher gängige Antworten sind jedoch spätestens seit diesem Jahr nicht mehr uneingeschränkt gültig. Zum einen waren die Preise für Erdgas und Heizöl zuletzt starken Schwankungen unterworfen, zum anderen verändern neue gesetzliche Regelungen die Rahmenbedingungen erheblich. Die Energieeinsparverordnung von 2009 mit ihren höheren Anforderungen an die Dämmung von Neubauten sowie das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz beeinflussen die Kosten der verschiedenen Heizsysteme. Existierende Heizkostenvergleiche für Neubauten verlieren somit an Aussagekraft. Besonders bedeutsam aus energie- und umweltpolitischer Sicht ist der Gebäudebestand – im Jahr 2008 wurde mit 174.600 neuen Wohnungen das niedrigste Neubauniveau seit der Wiedervereinigung verzeichnet, dem stehen rund 39 Mio. Bestandswohnungen gegenüber. Vor dem Hintergrund der aktuellen Preislage für Rohstoffe und Heiztechnologien ist hier eine ökonomische Neubewertung der gängigsten Heizsysteme von Interesse. Im Fokus stehen dabei die regulatorischen Neuerungen und deren Auswirkungen auf Ein- und Mehrfamilienhäuser im Alt- und Neubau. Auf Basis einer annuitätischen Vollkostenrechnung wird im Folgenden aus der Sicht eines privaten Investors die Frage nach dem kostengünstigsten Heizsystem beantwortet und die Sensitivität der Ergebnisse in Bezug auf den unterstellten kalkulatorischen Zinssatz und Preisveränderungen untersucht.

Keywords : EnEV, EEWärmeG, Heizkostenvergleich, Heizsystem, Vollkostenrechnung, Neubau, Altbau

JEL-Classification : Q42 , Q 48

KLAAS BAUERMANN

Lehrstuhl für Energiewirtschaft,
Universität Duisburg-Essen (Campus Essen)
Universitätsstr. 11, 45117 Essen
++49 - (0)2 01 / 183-7383
www.ewl.wiwi.uni-due.de
klaas.bauermann@ibes.uni-due.de

VOLKER EICKHOLT

Lehrstuhl für Energiewirtschaft,
Universität Duisburg-Essen (Campus Essen)
Universitätsstr. 11, 45117 Essen
++49 - (0)2 01 / 183-7306
www.ewl.wiwi.uni-due.de
volker.eickholt@uni-due.de

Einzig und alleine die Autoren sind für den Inhalt dieser Arbeit verantwortlich, der nicht unbedingt die Meinung des Lehrstuhls für Energiewirtschaft darstellt.

Methodik zur Berechnung des Heizkostenvergleichs

Energieeinsparverordnung 2009 und Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz

–

Auswirkungen auf die Heizkosten und -systeme in Wohngebäuden

Lehrstuhl für Energiewirtschaft

Universität Duisburg-Essen

Klaas Bauermann

Volker Eickholt

Christoph Weber

Übersicht

Vorgehensbeschreibung

Gebäudemodellierung

Kostenparameter und Berechnung der Annuitäten

Kontakt

Übersicht

Vorgehensbeschreibung

Gebäudemodellierung

Kostenparameter und Berechnung der Annuitäten

Kontakt

3

Vorgehensbeschreibung

- Diese Präsentation dient zur weiteren Veranschaulichung des Vorgehens im Rahmen der Veröffentlichung „Energieeinsparverordnung 2009 und Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz – Auswirkungen auf die Heizkosten und -systeme in Wohngebäuden“
- Ziel dabei ist es, die Auswirkungen der EnEV 2009 und des EEWärmeG auf die Vorteilhaftigkeit gängiger Heizsysteme in Neu- und Bestandsbauten aufzuzeigen
- Die hier dargestellte Methodik dokumentiert die wesentlichen Schritte zur Modellierung der Typgebäude und zur Berechnung der annualisierten Vollkosten

4

Übersicht

Vorgehensbeschreibung

Gebäudemodellierung

Kostenparameter und Berechnung der Annuitäten

Kontakt

5

Gebäudemodellierung

- Eigenständige und umfassende Modellierung der betrachteten Typgebäude
- Zweck eigenständiger Modellierung ist höchste Vergleichbarkeit und Kenntnis über wärmetechnische Materialeigenschaften
- Ziel ist Analyse verschiedener Heizsysteme nach Maßgabe von EnEV & EEWärmeG unabhängig von Gebäudeausrichtung, Fensterflächen, solaren Wärmegewinnen und spezifischer Architektur
- Modellierung von betrachteten Typgebäuden mit Hilfe der WEKA Software Gebäudeplaner EnEV 2009 und einem Ingenieurbüro

6

Gebäudemodellierung II

- Zur Illustration hier die Darstellung der Hüllflächen der neuen Doppelhaushälfte
- Kubatur, Ausrichtung und die Hüllflächen des Altbaus sind entsprechend angefertigt
- Für den Neubau ergeben sich damit folgende Energiebedarfskennwerte

Bezeichnung	Fläche m²	R. lat.	R. Süd	Eff.	U-Wert	U-Wert Soll	Orientierung	Typ	Zone
Außenwände									
Außenwand Norden	85,000	4,562	1,200	0,211	0,240	0,240	0° (N)	Außenwand allgemein	
AWK Holz, Abdichtung Bodenfeuchte, Schaunglas WD 100, 1-Putz, Dispersion		4,562							
Transparentes Element	15,000	0,746			1,092	1,300		Fenster/Fensterart	
AWK Holz, Fenster, Fenstertüren o. Sprossen, Uge4,0, Kolläden, LH		0,746							
Außenwand Osten	90,000	4,562	1,200	0,211	0,240	0,240	90° (O)	Außenwand allgemein	
AWK Holz, Abdichtung Bodenfeuchte, Schaunglas WD 100, 1-Putz, Dispersion		4,562							
Transparentes Element	10,000	0,746			1,092	1,300		Fenster/Fensterart	
AWK Holz, Fenster, Fenstertüren o. Sprossen, Uge4,0, Kolläden, LH		0,746							
Außenwand Süden	85,000	4,562	1,200	0,211	0,240	0,240	180° (S)	Außenwand allgemein	
AWK Holz, Abdichtung Bodenfeuchte, Schaunglas WD 100, 1-Putz, Dispersion		4,562							
Transparentes Element	20,000	0,746			1,092	1,300		Fenster/Fensterart	
AWK Holz, Fenster, Fenstertüren o. Sprossen, Uge4,0, Kolläden, LH		0,746							
Außenwand Westen	50,000	4,562	1,200	0,211	0,240	0,240	270° (W)	Außenwand allgemein	
AWK Holz, Abdichtung Bodenfeuchte, Schaunglas WD 100, 1-Putz, Dispersion		4,562							
Transparentes Element	8,000	0,746			1,092	1,300		Fenster/Fensterart	
AWK Holz, Fenster, Fenstertüren o. Sprossen, Uge4,0, Kolläden, LH		0,746							
Innenwände									
Decke									
Kellerdecke zum unbeh. Erdst. Keller	100,000	2,584	0,900	0,394	0,300	0,300	0° (N)	Kellerdecke zum unbeh...	
GDK Beton C 20/25, rau, PS, schw. Estrich, 70 mm, Pflaster, Dispersion		2,584							
Dach									
Dach	70,000	5,667	1,200	0,172	0,240	0,240	90° (O)	Dach gep. Außenf...	
DA Holz Pfetten, S10		5,667							
Transparentes Element	2,000	0,746			1,092	1,300		Fenster/Fensterart	
AWK Holz, Fenster, Fenstertüren o. Sprossen, Uge4,0, Kolläden, LH		0,746							
Dach	70,000	5,667	1,200	0,172	0,240	0,240	270° (W)	Dach gep. Außenf...	
DA Holz Pfetten, S10		5,667							
Transparentes Element	3,000	0,746			1,092	1,300		Fenster/Fensterart	
AWK Holz, Fenster, Fenstertüren o. Sprossen, Uge4,0, Kolläden, LH		0,746							
Fenster									
Erdbeheizte Bauteile									

7

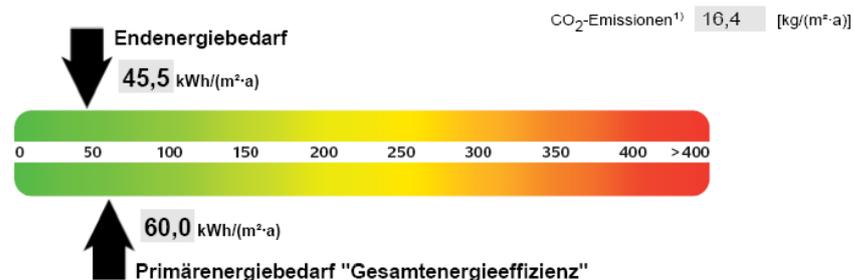
ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude

gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV)

Berechneter Energiebedarf des Gebäudes

2

Energiebedarf



Nachweis der Einhaltung des § 3 oder § 9 Abs. 1 EnEV²⁾

Primärenergiebedarf

Gebäude Ist-Wert	60,0	kWh/(m ² -a)
EnEV-Anforderungswert	67,0	kWh/(m ² -a)

Energetische Qualität der Gebäudehülle

Gebäude Ist-Wert H _t	0,34	W/(m ² -K)
EnEV-Anforderungswert H _t	0,50	W/(m ² -K)

8

Gebäudemodellierung III

- Die durch die Modellierung der Typgebäude gewonnenen Daten sind die Grundlage zur Berechnung der Heizsysteme
- Über die Gebäudenutzfläche und den spezifischen Wärmebedarf in W/m^2 erfolgt die Dimensionierung der Heizungsanlage
- Der Jahresenergiebedarf resultiert aus der Verrechnung des thermischen Heizwärmebedarfs mit dem zur Trinkwassererwärmung und den jeweiligen Aufwandszahlen
- Dieser wiederum ist Grundlage zur Ermittlung der verbrauchsgebundenen Kosten

18.12.2009

9

Übersicht

Vorgehensbeschreibung

Gebäudemodellierung

Kostenparameter und Berechnung der Annuitäten

Kontakt

Kostenparameter

- Die Ermittlung verlässlicher Kostenparameter stellt die wichtigste Grundlage zur späteren Ermittlung der annualisierten Vollkosten dar
- Angelehnt an die VDI Richtlinie 2067 werden hier drei Kostenarten unterschieden
 - die vierte Kategorie „sonstige Kosten“ entfällt
- Dies dient, neben dem finalen Ziel der Vollkostenberechnung, vor allem der weiteren Untersuchung der Teilergebnisse, welche durch die drei Kostenkategorien im einzelnen betrachtet werden können

kapitalgebundene

verbrauchsgebundene

betriebsgebundene

Kosten

11

Kostenparameter II

- Die Kalkulation ist auf eine konservativ geschätzte Lebensdauer des Heizsystems von 20 Jahren ausgelegt, so dass in diesem Zeitraum keine Ersatzinvestitionen anfallen
- Im Unterschied zu anderen Vollkostenvergleichen ist die gesonderte Ermittlung von Restwerten nicht notwendig, da die Kosten aller Anlagenkomponenten über ihre Lebensdauer annualisiert werden
- Langjährige Anlagenkomponenten weisen daher, bei sonst gleichen Parametern, eine geringere Annuität als Komponenten mit kurzer Lebensdauer auf

12

Kapitalgebundene Kosten I

- Die kapitalgebundenen Kosten eines Heizsystems sind all diejenigen Kosten, die mit der Investition in die Anlagentechnik und der Herstellung eines betriebsbereiten Zustandes des Heizsystems zusammenhängen
- Neben der Höhe der Investition in einzelne Anlagenteile sind für die Berechnung der kapitalgebundenen Kosten auch die Abschreibungsdauer und der unterstellte Zinssatz von Bedeutung
- Ebenso werden die vom Heizsystem abhängig anfallenden Förderungen unter die kapitalgebundenen Kosten gezählt

13

Kapitalgebundene Kosten II

- Im Einzelnen fallen folgende Positionen in diese Kategorie
 - Wärmeerzeuger und Regelung
 - Solarthermische Anlage und Installation
 - Heizflächen und Leitungssystem
 - Warmwasserspeicher
 - Wärmequelle (Bohrung, Sonde)
 - Hausanschluss Gas
 - Heizöl-, Pellettank
 - Schornstein und sonstige Baukosten
 - Öl-, Gas-, Elektroinstallation
 - Förderung

14

Die Annuität der kapitalgebundenen Kosten ergibt sich aus folgender Formel:

$$A_K = A_0 * a + \frac{f_k}{100} * A_0$$

mit A_0 = Investitionsauszahlung der Anlagenkomponente
 f_k = Wartungs- & Instandsetzungsfaktor der Komponente

Der Annuitätenfaktor ergibt sich aus der Gleichung:

$$a = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

mit i = Investitionszinssatz
 n = Nutzungsdauer der Komponente

15

Verbrauchsgebundene Kosten

- Die verbrauchsgebunden Kosten eines Heizsystems setzen sich im wesentlichen aus zwei Komponenten zusammen, die jährlich anfallen
- Zum Einen sind das die Brennstoffkosten bzw. Energiekosten, die zur Deckung des thermischen Energiebedarfs nötig sind. Hierzu zählen auch die Anschlussgrundkosten, sofern der Anschluss in der Hauptsache dem Heizsystem dient
- Zum Anderen sind das die Kosten für elektrische Hilfsenergie, die bei jedem Heizsystem für Pumpen, Verdichter oder andere Komponenten anfallen
- Darüber hinaus berechnen wir noch die kalkulatorisch anfallenden Zinskosten für gelagerte Brennstoffe mit hinzu

16

Die Annuität der verbrauchsgebundenen Kosten ergibt sich daher aus folgender Gleichung:

$$A_V = J_E * P_E + J_{HE} * P_{HE} + R$$

mit	J_E	=	Jahresbedarf Heizenergie in kWh
	P_E	=	Preis der Heizenergie in €/kWh
	P_{HE}	=	Jahresbedarf Hilfsenergie in kWh
	H_E	=	Preis der Hilfsenergie in €/kWh
	R	=	Zinskosten gelagerter Brennstoffe

$$R = i \left(\frac{1}{2} (J_E * P_E) \right)$$

17

Betriebsgebundene Kosten

- Die betriebsgebundenen Kosten eines Heizsystems sind im wesentlichen diejenigen Kosten, die bei der Wartung, Bedienung und Inspektion der Heizungsanlage anfallen
- Daher ergibt sich die Annuität der betriebsgebundenen Kosten aus folgender Gleichung:

$$A_B = W + SF + V\ddot{U} + HKA$$

mit	W	=	Wartungskosten
	SF	=	Schornsteinfegerkosten
	$V\ddot{U}$	=	Kosten für Versicherung und Überwachung
	HKA	=	Heizkostenabrechnung

18

Annuitätenberechnung und Datenherkunft

- Letztlich ergeben sich die Vollkosten je Heizsystem und Jahr aus der Summe der annualisierten Kostenparametern

$$A = A_K + A_V + A_B$$

- Die für die einzelnen Kostenparametern erhobenen Daten stammen aus einem umfangreichen Herstellervergleich und eigenen Berechnungen
- Alle Berechnungen wurden mit einem Zinssatz von 3%, 5% und 7% durchgeführt um speziell auf den Einfluss des unterstellten Risikozinssatzes eingehen zu können

19

Übersicht

Vorgehensbeschreibung

Gebäudemodellierung

Kostenparameter und Berechnung der Annuitäten

Kontakt

20

Vielen Dank für Ihr Interesse
Bei Fragen wenden Sie Sich bitte an

Dipl.-Kfm. Klaas Bauermann
Lehrstuhl für Energiewirtschaft
Universität Duisburg-Essen
Universitätsstraße 12
45117 Essen

klaas.bauermann@ibes.uni-due.de
Tel: 0049 (0)201 1837383