



**INSTITUT WOHNEN
UND UMWELT GmbH**

Annastraße 15
64285 Darmstadt

Fon: (0049) 06151/2904-0

Fax: (0049) 06151/2904-97

eMail: info@iwu.de

Internet: <http://www.iwu.de>

Anpassen der Instrumente zur energetischen Gebäudebewertung in ökologischen Mietspiegeln an die zukünftig erforderlichen Energieausweise

Eine Untersuchung im Auftrag der Deutschen Bundesstiftung Umwelt

Förderkennzeichen: 25581-24/0

Darmstadt, den 2. April 2009

Autoren: Jens Knissel, Roland Alles, Michael Hörner, Christian von Malottki, Konny Müller

Reprotechnik: Reda Hatteh

1. Auflage

Darmstadt, den 2. April 2009

ISBN: 978-3-941140-06-6

IWU-Bestellnummer: 03/09

INSTITUT WOHNEN UND UMWELT GMBH

Annastraße 15

64285 Darmstadt

Fon: 06151/2904-0 / Fax: -97

Internet: www.iwu.de



Inhalt

Zusammenfassung	1
1 Einführung	3
2 Aufgabenstellung und Vorgehen	5
3 Anpassen der energetischen Bilanzierung an die EnEV 2007	7
3.1 Berechnen der Primärenergiekennwerte	7
3.2 Anpassen des Fragebogens	8
3.3 Neuberechnung der Grenzen der Übertragungsmatrix.....	11
3.4 Transformation Berechnungsverfahren	16
4 Anreize für Vermieter zur Teilnahme an der Datenerhebung.....	19
4.1 Energetische Schwachstellenanalyse.....	19
4.2 Ausstellung von Energiebedarfsausweisen	29
4.2.1 Allgemeines	29
4.2.2 Erweiterung der Datenerhebung	29
4.2.3 Rechtliche Aspekte.....	32
4.2.4 Zusammenfassende Bewertung.....	35
5 Methodische Verbesserungen bei der Datenerhebung	37
5.1 Anwendungstest im Rahmen der Mietspiegelerstellung Darmstadt 2008.....	37
5.2 Zukünftiges Verbesserungspotenzial	39
5.3 Weitere Vereinfachung des Fragebogens	41
5.3.1 Nutzung von Angaben aus dem Mieterfragebogen.....	41
5.3.2 Weitere Vereinfachungen des Fragebogens	43
6 Primärenergetische Bewertung	49
6.1 Mehrzeilige Übertragungsmatrix	50
6.2 „Angepasster“ Primärenergiekennwert	52
6.3 Bewertung der Ansätze.....	54
6.4 Mittlere Energiekostenverhältnisse	56

7	Die Ergänzung fehlender Primärenergiekennwerte durch das Imputationsverfahren	61
7.1	Problemstellung	61
7.2	Struktur der Teilstichprobe mit verwertbarem Fragebogen.....	61
7.2.1	Theoretische Grundlagen.....	61
7.2.2	Empirische Ergebnisse.....	62
7.3	Lösungsansätze	65
7.4	Die Imputation der Werte	65
7.4.1	Mögliche Imputationsverfahren	65
7.4.2	Modellspezifikation für die Imputationsgleichung	67
7.4.3	Die Imputation von Werten anhand des Kombinationsdatensamples Frankfurt-Darmstadt	68
7.4.4	Qualitätsbeurteilung der Regressionsimputation.....	72
7.4.5	Fazit zur Qualitätsbeurteilung der Regressionsimputation	73
8	Mögliche Ausweisungen der wärmetechnischen Beschaffenheit im Mietspiegel.....	74
8.1	Dichotomisierte Ausweisung im Mietspiegel.....	74
8.2	Metrische Ausweisung im Mietspiegel	79
9	Literatur.....	85

Zusammenfassung

50 % der beheizten Wohnfläche in Deutschland entfällt auf Mietwohngebäude. Hier wird die Umsetzung von energetischen Modernisierungen durch das so genannte Investor-Nutzer-Dilemma erschwert: Die Mieter profitieren von den gesunkenen Heizkosten, wohingegen der Vermieter die Kosten der energetischen Modernisierungen trägt. Die Umlage von 11 % der Modernisierungskosten pro Jahr (§ 559 BGB) auf Bestandsmietverträge reicht unter gewissen Randbedingungen nicht aus, um die Maßnahmen zu refinanzieren [Knissel et al. 2003], [Enseling/Hinz 2008]. Entschärft werden kann das Investor-Nutzer-Dilemma, wenn im Mietspiegel bei der Ermittlung der ortsüblichen Vergleichsmiete eine Differenzierung nach energetisch guten und weniger guten Gebäuden vorgenommen wird. Ein um das Merkmal „wärmetechnische Beschaffenheit“ erweiterter und somit energetisch differenzierter Mietspiegel wird plakativ auch als „ökologischer Mietspiegel“ bezeichnet. Der empirische Nachweis des Einflusses einer verbesserten energetischen Gebäudequalität (gute wärmetechnische Beschaffenheit) auf die Nettomiete wurde mit Förderung durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt erstmalig im Mietspiegel Darmstadt 2003 geführt und im Mietspiegel Darmstadt 2008 bestätigt.

Durch die Einführung der Energieausweise mit der Energieeinsparverordnung 2007 und die Diskussion des Themas „ökologischer Mietspiegel“ mit Kommunen, Interessensverbänden und in der Fachöffentlichkeit, haben sich eine Reihe von Fragestellungen ergeben, die im Rahmen des vorliegenden Forschungsprojekts untersucht werden. Bedingt durch diese Aufgabenstellung behandeln die folgenden Kapitel Einzelaspekte der Umsetzung und Anwendung ökologischer Mietspiegel.

Grundlage für die weiteren Untersuchungen ist die in Darmstadt realisierte Umsetzungsvariante des „ökologischen“ Mietspiegels. Hierbei wird die wärmetechnische Beschaffenheit über berechnete Primärenergiekennwerte operationalisiert. Die für die Berechnung erforderlichen Angaben werden in einer Parallelbefragung bei den Vermietern erhoben. Nach einer Transformation der Energiekennwerte in das Merkmal wärmetechnische Beschaffenheit werden über regressionsanalytische Berechnungen die Preiseffekte in Verbindung mit den anderen Mietpreisdeterminanten ermittelt. Die Untersuchungsergebnisse sind jedoch nicht nur für diese Form des ökologischen Mietspiegels relevant, sondern geben auch Hinweise für Untersuchungen zur wärmetechnischen Beschaffenheit unter anderen Randbedingungen.

In Abschnitt 3 werden die in [Knissel et al. 2006] entwickelten Instrumente zur vereinfachten, energetischen Bewertung der Gebäude der Mietspiegelstichprobe kompatibel gemacht zu dem Berechnungsverfahren der Energieeinsparverordnung 2007. So können die offiziellen Energiebedarfsausweise bei der Erstellung und der Anwendung von ökologischen Mietspiegeln herangezogen werden, was die Umsetzung und Anwendung von ökologischen Mietspiegeln erleichtern kann.

Für die statistischen Untersuchungen zum Einfluss der wärmetechnischen Beschaffenheit auf die Nettomiete ist ein möglichst hoher Rücklauf bei der Erhebung der energetischen Gebäudedaten bei den Vermietern erforderlich. Nur für Gebäude mit plausibel ausgefülltem Fragebogen können die Primärenergiekennwerte berechnet werden, die zur Operationalisierung der wärmetechnischen Beschaffenheit erforderlich sind. Um einen möglichst hohen Rücklauf zu erzielen, werden in Abschnitt 4 Anreizmöglichkeiten für die Vermieter untersucht. Umgesetzt wird eine energetische Schwachstellenanalyse, bei der auf Grundlage der Angaben im Vermieterfragebogen die energeti-

schen Schwachstellen des jeweiligen Gebäudes aufgezeigt und Hinweise zu energetischen Verbesserungen gegeben werden. Diese kann den teilnehmenden Vermietern kostenfrei zugesandt werden. Zudem wird die Frage diskutiert, welche Konsequenzen die Ausstellung von offiziellen Energieausweisen im Rahmen der Mietspiegelerstellung hat.

Vor dem Hintergrund eines möglichst hohen Rücklaufs werden in Abschnitt 5 weitere methodische Verbesserungen bei der Datenerhebung untersucht. Einige konnten im Rahmen der Mietspiegelerstellung getestet werden. Es zeigte sich, dass eine Vor-Ort-Aufnahme der Daten bzw. die Datenaufnahme im Rahmen eines Telefoninterviews von den Vermietern nicht in Anspruch genommen wurde. Über den telefonischen Kontakt wurde eine deutliche Erhöhung der Rücklaufquote erreicht. Der Aufwand hierfür war jedoch hoch.

Die Operationalisierung der wärmetechnischen Beschaffenheit über den Primärenergiekennwert führt bei mit Gas, Öl oder Strom beheizten Gebäuden (ca. 90 % der Gebäude der Darmstädter Mietspiegelstichprobe) zu einem guten Ergebnis. Bei der Beheizung über Fernwärme mit Kraftwärmekopplung oder mit Holz bildet die ökologische, ressourcenorientierte Bewertung des Primärenergiekennwerts jedoch den Wohnwert für die Mieter in Form von niedrigen Heizkosten nicht in ausreichender Schärfe ab. Während sich für die genannten Energieträger niedrige Primärenergiekennwerte berechnen, sinken die Heizkosten nicht in gleicher Weise. In Abschnitt 6 werden zwei Wege vorgestellt, über die auch für diese Energieträger eine am Wohnwert des Mieters orientierte Bewertung erreicht werden kann.

In Abschnitt 7 werden unterschiedliche Verfahren vorgestellt, über die fehlende Werte des Primärenergiekennwerts für die statistische Analyse ergänzt werden können. Der für die Mietspiegelerstellung geeignete Ansatz - die Imputationsregression - wird näher erläutert und aus etwa 1.000 Gebäudedatensätzen aus Darmstadt und Frankfurt beispielhaft eine Imputationsgleichung abgeleitet.

Die Auswirkungen der Regressionsimputation auf das Mietspiegelmodell und die sich ergebenden Zuschläge für die wärmetechnische Beschaffenheit werden in Abschnitt 8 untersucht. Es zeigt sich, dass mit zunehmender Anzahl von imputierten Primärenergiekennwerten die Höhe der sich berechnenden Zuschläge für die wärmetechnische Beschaffenheit sinkt. Das Ausmaß ist dabei wesentlich von der Qualität der Regressionsgleichung abhängig, die zur Imputation verwendet wird. In allen Fällen sind die Auswirkungen auf das übrige Mietspiegelmodell jedoch gering. Eine wesentliche Beeinflussung der sonstigen Preiseffekte durch die Imputation von Primärenergiekennwerten erfolgt damit nicht.

Alternativ zur Ausweisung von Zuschlägen für unterschiedliche Klassen der wärmetechnischen Beschaffenheit wird in Abschnitt 8.2 die Möglichkeit einer metrischen Ausweisung des Zuschlags abhängig vom berechneten Primärenergiekennwert dargestellt. Ein stetiges Modell hat den Vorteil, dass Sprünge im Zuschlag vermieden werden. Zudem wird die Verbesserung der energetischen Gebäudequalität mit einem stetig ansteigenden Zuschlag bewertet.

1 Einführung

Die Reduktion des Heizenergieverbrauchs durch energetische Gebäudemodernisierung ist eine der wichtigen gesellschaftlichen Aufgaben. Sie leistet einen Beitrag zum Klimaschutz und stärkt die deutsche Wirtschaft, indem Ölimporte durch vermehrte Aufträge und Arbeitsplätze in der Bauwirtschaft ersetzt werden.

50 % der beheizten Wohnfläche in Deutschland entfällt auf Mietwohngebäude. Hier wird die Umsetzung von energetischen Modernisierungen durch das so genannte Investor-Nutzer-Dilemma erschwert: Die Mieter profitieren von den gesunkenen Heizkosten, wohingegen der Vermieter die Kosten der energetischen Modernisierungen trägt. Die Umlage von 11 % der Modernisierungskosten pro Jahr (§ 559 BGB) auf Bestandsmietverträge reicht unter gewissen Randbedingungen nicht aus, um die Maßnahmen zu refinanzieren [Knissel et al. 2003], [Enseling/Hinz 2008]. Durch die besondere Kostenaufteilung zwischen Mietern und Vermietern stellen sich eigentlich wirtschaftliche Energiesparmaßnahmen (bei denen die investiven Mehrkosten einer energetischen Verbesserung durch die gesparte Energie innerhalb der rechnerischen Lebensdauer refinanziert werden können bzw. ein Gewinn erwirtschaftet wird) vielfach für den Vermieter als unwirtschaftlich heraus.

Entschärft werden kann das Investor-Nutzer-Dilemma, wenn im Mietspiegel eine Differenzierung nach energetisch guten und weniger guten Gebäuden vorgenommen wird. Ein um das Merkmal „wärmetechnische Beschaffenheit“ erweiterter und somit energetisch differenzierter Mietspiegel wird plakativ auch als „ökologischer Mietspiegel“ bezeichnet. Dieser Begriff wird im Folgenden verwendet.

Im Fokus der weiteren Untersuchungen stehen qualifizierte Mietspiegel. Qualifiziert ist ein Mietspiegel, wenn er „nach anerkannten wissenschaftlichen Grundsätzen“ (§ 558d I BGB) erstellt wurde. In diesem Fall muss er auf einer repräsentativen empirischen Erhebung, einer korrekten Selektion von Neumietverträgen und Mieterhöhungen innerhalb der letzten vier Jahre sowie einer ausreichend genauen Differenzierung nach Art, Größe, Ausstattung, Beschaffenheit und Lage im Rahmen der Tabellen- oder der Regressionsmethode bestehen (für weitere Informationen siehe [BMVBS 2002]).

Eine Abhängigkeit der Vergleichsmiete von der energetischen Gebäudequalität muss in qualifizierten Mietspiegeln also empirisch auf der Grundlage der Mietspiegelstichprobe überprüft und gegebenenfalls die Höhe eines entsprechenden Einflusses auf die Vergleichsmiete ermittelt werden. Bei positivem Ergebnis kann die „wärmetechnische Beschaffenheit“ – ein Maß für die energetische Effizienz von Gebäuden – in den Mietspiegel aufgenommen werden. Im Weiteren wird vereinfacht davon ausgegangen, dass dies über einen Zuschlag erfolgt. Dieser Zuschlag ist in der Lage, energetische Modernisierungen rentabler zu machen, ohne für Mieter große Veränderungen an der Warmmietebelastung zu verursachen.

Der empirische Nachweis des Einflusses einer verbesserten energetischen Gebäudequalität (gute wärmetechnische Beschaffenheit) auf die Netto-Miete wurde mit Förderung durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt erstmalig im Mietspiegel Darmstadt 2003 geführt und im Mietspiegel Darmstadt 2008 bestätigt.

2 Aufgabenstellung und Vorgehen

Durch die Einführung der Energieausweise mit der Energieeinsparverordnung 2007 und die Diskussion des Themas „ökologischer Mietspiegel“ mit Kommunen, Interessensverbänden und in der Fachöffentlichkeit, haben sich eine Reihe von Diskussionspunkten ergeben, die im Rahmen des vorliegenden Forschungsprojekts untersucht werden.

Mit der novellierten Energieeinsparverordnung EnEV 2007 wurde ein Berechnungsverfahren für die energetische Bewertung bestehender Gebäude eingeführt, das für die Erstellung von Energieausweisen verpflichtend ist. Ziel des Projektes ist es, die bestehenden Instrumente zur vereinfachten, energetischen Bewertung der Gebäude der Mietspiegelstichprobe kompatibel zu machen zu dem Berechnungsverfahren der Energieeinsparverordnung 2007. So können die offiziellen Energiebedarfsausweise bei der Erstellung und der Anwendung von ökologischen Mietspiegeln herangezogen werden, was die Umsetzung und Anwendung von ökologischen Mietspiegeln erleichtern kann.

Zudem wird im Folgenden untersucht, wie primärenergetisch günstig bewertete Energieträger (Fernwärme mit Kraftwärmekopplung, Biomasse) im ökologischen Mietspiegel behandelt werden können. Weiter werden andere Darstellungsmöglichkeiten der wärmetechnischen Beschaffenheit in den Mietspiegeltabellen sowie unterschiedliche Erhebungsmethoden analysiert und Untersuchungen zur statistischen Einbindung der wärmetechnischen Beschaffenheit durchgeführt.

Bedingt durch diese Aufgabenstellung behandeln die folgenden Kapitel Einzelaspekte der Umsetzung und Anwendung ökologischer Mietspiegel. Sie bauen damit nicht zwingend aufeinander auf, sondern sind im Zusammenhang der Integration von energetischen Merkmalen in Mietspiegeln zu sehen.

Parallel zu dem vorliegenden Forschungsprojekt wurden vom IWU die Mietspiegel in Darmstadt und Frankfurt erstellt. Unterschiedliche Aspekte der hier durchgeführten Untersuchungen konnten im Rahmen der Mietspiegelerstellungen angewendet und damit einem Praxistest unterzogen werden. Hieraus konnten wichtige Erkenntnisse gewonnen und die Instrumente weiterentwickelt werden.

Die im Folgenden untersuchten Fragen beziehen sich auf die in Darmstadt erstmalig umgesetzte Form des „ökologischen“ Mietspiegels [Knissel/Alles 2003]. Sie ist charakterisiert durch folgende Eigenschaften:

- Messen der energetischen Gebäudequalität über berechnete Energiekennwerte.
- Erheben der erforderlichen Gebäudedaten zur Berechnung der Energiekennwerte über eine Parallelbefragung der Vermieter zu der ohnehin durchgeführten Mieterbefragung.
- Transformation der Energiekennwerte in die Klassen der wärmetechnischen Beschaffenheit
- Ermitteln des Einflusses der wärmetechnischen Beschaffenheit auf die Netto-Miete im Rahmen der regressionsanalytischen Untersuchungen zur Mietspiegelerstellung.
- Ausweisen der signifikant höheren Vergleichsmiete für energetisch verbesserte Gebäude in Form eines (bzw. mehrerer) Zuschlages (Zuschläge).

Die Ergebnisse des Forschungsprojektes sind jedoch nicht nur auf diese Form des ökologischen Mietspiegels beschränkt, sondern geben auch wichtige Hinweise für Untersuchungen zur wärmetechnischen Beschaffenheit unter anderen Randbedingungen.

3 Anpassen der energetischen Bilanzierung an die EnEV 2007

Bei der Mietspiegelerstellung müssen für die Gebäude einer Mietspiegelstichprobe (500 bis 3000 Fälle) die Primärenergiekennwerte in kurzer Zeit ermittelt werden. 2007 wurde mit der Novellierung der Energieeinsparverordnung ein Berechnungsverfahren für bestehende Gebäude definiert und für die Erstellung von Energieausweisen vorgeschrieben. In Mietwohngebäuden werden die Energieausweise voraussichtlich schnelle Verbreitung finden, da sie bei jeder Neuvermietung dem Mieter zugänglich gemacht werden müssen. Können die Primärenergiekennwerte der zukünftig vermehrt vorliegenden Energieausweise für die Erstellung von ökologischen Mietspiegeln herangezogen werden, verringert sich der Zusatzaufwand bei der Mietspiegelerstellung deutlich. Eine Reduktion des Zusatzaufwandes ergibt sich aber auch bei der Anwendung des ökologischen Mietspiegels. So können die berechneten Energiekennwerte der Energieausweise bei der Ermittlung der Vergleichsmiete (Mietspiegelanwendung) zum Beleg einer guten wärmetechnischen Beschaffenheit herangezogen werden. Voraussetzung für die Nutzung der Energieausweise ist, dass die energetische Gebäudebilanzierung im Rahmen der Mietspiegelerstellung kompatibel ist zu dem Berechnungsverfahren der Energieeinsparverordnung 2007.

Das bisherige Bewertungsinstrumentarium wurde in den Forschungsprojekten [Loga et al. 2005] und [Knissel et al. 2006] erstellt. Im Rahmen des Forschungsprojekts [Loga et al. 2005] wurde mit dem „Kurzverfahren Energieprofil“ eine Methode zur Berechnung der Energiekennwerte von Gebäuden auf der Grundlage einer vereinfachten Datenaufnahme entwickelt. In [Knissel et al. 2006] wurde das „Kurzverfahren Energieprofil“ als geeignetes Bewertungsinstrumentarium zur vereinfachten Ermittlung der Primärenergiekennwerte bei der Mietspiegelerstellung identifiziert und entsprechend ausgebaut. Um die erforderliche große Anzahl von Gebäuden in kurzer Zeit bewerten zu können, wurden Fragebögen erstellt, deren Inhalt automatisch eingelesen und u. a. im Rahmen einer automatischen Plausibilitätsüberprüfung auf Konsistenz geprüft werden kann. Auf der Grundlage dieser Daten werden die Energiekennwerte berechnet, wobei die jeweiligen Eingabedaten für die energetische Bilanzierung aus einer Datenbank gelesen und die Ergebnisse in eine Datenbank geschrieben werden.

In den oben erwähnten Forschungsprojekten erfolgte die energetische Bilanzierung nach dem vom IWU entwickelten Verfahren [EHPH 1997]. Die Umstellung auf das Berechnungsverfahren der Energieeinsparverordnung 2007 machen neben Änderungen im Berechnungsalgorithmus Anpassungen bei der Datenerhebung (Fragebogen, Einleseroutinen), den Datenbanken sowie den Plausibilitätsroutinen erforderlich. Zudem müssen die Grenzwerte für die Übertragungsmatrix neu ermittelt und justiert werden. Dies wurde im Rahmen des vorliegenden Forschungsprojektes umgesetzt und wird im Folgenden kurz dokumentiert.

3.1 Berechnen der Primärenergiekennwerte

Die Berechnung der Primärenergiekennwerte zur Operationalisierung der wärmetechnischen Beschaffenheit in Mietspiegeln wird auf das in der Energieeinsparverordnung 2007 für die Erstellung von Energieausweisen festgelegte Berechnungsverfahren umgestellt. Grundlage sind DIN V 4108 Teil 6 und DIN V 4701 Teil 10. Die in der vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung herausgegebenen „Bekanntmachung der Regeln zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Wohngebäudebestand von 26. Juli 2007“ definierten Ansätze werden verwendet.

Zur Ermittlung der Teilflächen der Gebäudehülle wird wie bisher das in [Loga et al. 2005] entwickelte Flächenschätzverfahren herangezogen. Dies ist für die hier durchgeführte statistische Bewertung einer größeren Gebäuestichprobe geeignet, wie die Untersuchungen in [Knissel et al. 2006] zeigen.

3.2 Anpassen des Fragebogens

Im Rahmen der Mietspiegelerstellung werden die Eingabedaten zur Berechnung der Energiekennwerte bei den Vermietern erfragt. Diese zusätzliche Parallelbefragung zu der ohnehin durchgeführten Mieterbefragung ist nötig, da nur die Vermieter die erforderlichen Informationen zur Dämmung von Dach, Außenwand und Kellerdecke/-fußboden sowie zur Fenster- und Heizungsmodernisierung in ausreichendem Detaillierungsgrad haben.

Für die Datenermittlung wird den Vermietern ein Fragebogen zugesandt, in dem die erforderlichen Gebäudedaten erhoben werden. Aufbauend auf den Arbeiten aus [Knissel et al. 2006] wird der Fragebogen an die Berechnungsvorschrift für Primärenergiekennwerte nach EnEV 2007 angepasst. Der neue Fragebogen ist in Abbildung 1 dargestellt. Der Fragebogen wird durch ein zweiseitiges Erläuterungsblatt ergänzt. Dieser Fragebogen wurde in Darmstadt und in Frankfurt bei der Mietspiegelerstellung verwendet.

Fragebogen - Ökologischer Mietspiegel

Formular Gebäude

Da der Fragebogen automatisch eingelesen wird, bitte deutlich in Druckbuchstaben schreiben und einen dunklen Stift (Kugelschreiber, Filzstift) verwenden. Erläuterungen zu den Fragen finden Sie am Schluss des Bogens.

Adresse des zu bewertenden Gebäudes: Identifikationsnr.

Anzahl Vollgeschosse 1
ohne Keller- und Dachgeschoss

Anzahl Wohnungen

beheizte Wohnfläche ,0 m²
gerundet

lichte Raumhöhe (ca.) , m
überwiegende Raumhöhe oder Mittelwert

Ihre Telefon-Nr. für eventuelle Rückfragen:

Baujahr des Gebäudes 2

bis 1918 1969 - 1978
 1919 - 1948 1979 - 1983
 1949 - 1957 1984 - 1994
 1958 - 1968 ab 1995

direkt angrenzende Nachbargebäude 3

keins (freistehend) 
 auf einer Seite 
 auf zwei Seiten 

Grundriss 4

kompakt *Länge max. 3 x Breite* 
 langgestreckt oder gewinkelt oder Vor- und Rücksprünge über 50 cm 

Dach 5

Flachdach oder flachgeneigtes Dach 
 Dachgeschoss unbeheizt 
 Dachgeschoss teilweise beheizt 
 Dachgeschoss voll beheizt 

Anzahl Dachgauben

Keller 6

nicht unterkellert 
 unbeheizter Keller 
 teilweise beheizter Keller 
 voll beheizter Keller 

Konstruktionsart	massiv	Holz	Modernisierung: <u>nachträglich</u> aufgebrachte Dämmung 7																gedämmter Flächenanteil			
			Dämmstärke (gerundet) in cm																%			
			2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	21 bis 25	26 bis 30	über 30	20	40	60	80	100		
Dach (Flach- oder Steildach)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		
oberste Geschossdecke	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		
Außenwände	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		
Fußboden zum Keller oder Erdreich	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		

Überwiegende Fensterart *Mehrfachnennungen möglich bei ähnlich großen Anteilen* 8

1 Scheibe Isolierverglasung (üblich: 1965-1995) Holzrahmen
 2 Scheiben Wärmeschutzverglasung (üblich: ab1995) Kunststoffrahmen
 3 Scheiben Alu- oder Stahlrahmen

Lüftungsanlage 9

keine
 Abluftanlage (kontinuierl. betrieben)
 Zu-/Abluftanlage mit 60% Wärmerückgewinnung
 Zu-/Abluftanlage mit 80% Wärmerückgewinnung

Wärmebrücken 10

Nicht bekannt bzw. keine Besonderheiten
 Starke Wärmebrücken *z.B. massive Geschossdecken UND Innendämmung der Wände*
 Wärmebrücken minimiert *z.B. DIN 4108 Beiblatt 2 eingehalten*

Überwiegend Fenster mit Rollladen(-kästen) Heizkörpernischen

4294570719

Ergänzend zur Papierversion wurde auch eine Internetversion des Fragebogens erstellt. Das Ausfüllen im Internet hat den Vorteil, dass die eingegebenen Daten unmittelbar auf Plausibilität geprüft werden können und der Benutzer direkt um Korrektur gebeten werden kann. Damit erhöht sich die Datenqualität und der Aufwand für die manuelle Plausibilitätsprüfung sinkt erheblich. Die Möglichkeit des Internetfragebogens wurde sowohl in Darmstadt als auch in Frankfurt bei der Mietspiegelerstellung angeboten. Bis auf zwei Wohnungsbaugesellschaften wurde jedoch wenig Gebrauch von dieser Möglichkeit gemacht, obwohl als Anreiz für das Ausfüllen die in Abschnitt 4.1 gezeigte energetische Schwachstellenanalyse für das Gebäude kostenlos zugesandt wurde.

3.3 Neuberechnung der Grenzen der Übertragungsmatrix

Da sich die berechneten Energiekennwerte je nach verwendetem Berechnungsverfahren unterscheiden, macht die Umstellung auf die Berechnung nach EnEV 2007 die Neuberechnung der Übertragungsmatrix erforderlich.

Mithilfe der Übertragungsmatrix wird aus der kontinuierlichen Größe „Energiekennwert des Gebäudes“ die diskrete Klasse der „wärmetechnische Beschaffenheit“ bestimmt. Die Festlegung der Klassengrenzen orientiert sich dabei an Beispielrechnungen. Für ein typisches Mehrfamilienhaus werden drei Varianten des Wärmeschutzes und zwei Varianten der Effizienz der Heizungsanlage definiert. Über die Kombination dieser Varianten ergeben sich verschiedene Effizienzstandards. Diese bilden die Grundlage für die Festlegung der Klassengrenzen. Da für die überwiegende Anzahl der Gebäude der Primärenergiekennwert für die Bewertung der wärmetechnischen Beschaffenheit verwendet werden kann (siehe Abschnitt 6), werden die Klassengrenzen in der Übertragungsmatrix als Primärenergiekennwerte angegeben.

Die wichtigsten Kenngrößen des Beispielgebäudes im Bereich des Baukörpers zeigt Tabelle 1.

Baukörper	
Anzahl Vollgeschosse	4
Anzahl Wohnungen	12
Beheizte Wohnfläche	700 m ²
Lichte Raumhöhe	2,5 m
Baualtersklasse	1949 – 1957
Direkt angrenzende Nachbargebäude	auf einer Seite
Grundriss	Kompakt
Dachgeschoss	Unbeheizt
Keller	Ungeheizt
Konstruktionsart	Dach: Holz; oberste Geschossdecke sowie Außenwand und Fußboden zum Keller: massiv
Fenster	Isolierverglasung in Kunststoffrahmen
Lüftungsanlage	Keine
Wärmebrücken	Nicht bekannt; Rollladenkästen und Heizkörpernischen vorhanden

Tabelle 1: Baukörper des Beispielgebäudes

Die U-Werte der Bauteile für den ungedämmten Zustand ergeben sich unter Berücksichtigung der Baualtersklasse und der Bauweise aus der Bekanntmachung des Bundesbauministeriums [BMVBS 2007].

Hierauf aufbauend werden die drei in Tabelle 2 aufgezeigten Varianten für den Wärmeschutz des Gebäudes definiert: ungedämmt (-), teilgedämmt (0), vollgedämmt (+).

Bauteil	Varianten des Wärmeschutzes:		
	Nachträgliche Dämmung in cm* / U-Wert in W/(m ² K)		
	Ungedämmt (-)	Teilgedämmt (0)	Vollgedämmt** (+)
Oberste Geschossdecke	- / 2,1	12 / 0,29	12 / 0,29
Außenwand	- / 1,4	9 / 0,34	9 / 0,34
Fußboden zum Keller	- / 1,5	- / 1,5	6 / 0,4
Fenster	3	3	1,8

Tabelle 2: Varianten des Wärmeschutzes der Gebäudehülle für das Beispielgebäude

Als Heizungssystem wird folgende Anlagentechnik im Beispielgebäude angesetzt.

Heizung und Warmwasserbereitung	
Zentralheizung für das gesamte Gebäude	Ja
Heizungsverteilung	Heizungsrohre verlaufen im unbeheizten Keller oder Dach.
Baualter Heizungsverteilung	Bis 1978, nachträglich gedämmt
Warmwasserbereitung	Kombiniert mit Zentralheizung, mit Warmwasserzirkulation Baualter Verteilung: Bis 1978, nachträglich gedämmt

Tabelle 3: Anlagensystem zur Heizung und Warmwasserbereitung des Beispielgebäudes

Für das Heizungssystem werden zwei Ausprägungen mit unterschiedlicher Effizienz definiert (siehe Tabelle 4).

Varianten Heizungsanlage		
	Normal (0)	Effizient (+)
Energieträger	Gas	Gas
Kesstyp	Niedertemperatur	Brennwert
Baujahr	1987 – 1994	ab 1995
Baualter Verteilung – Heizung	bis 1978 nachträglich gedämmt	ab 1995
Baualter Verteilung – Warmwasser	bis 1978 nachträglich gedämmt	ab 1995
Einbau Speicher	bis 1994	ab 1995
Thermische Solaranlage	Nein	ja

Tabelle 4: Varianten der Anlagentechnik für das Beispielgebäude

Zur Festlegung der Klassengrenzen werden die Varianten des Wärmeschutzes und die Varianten der Anlagentechnik kombiniert.

Klassen	IV	III	II	I
Wärmeschutz	(-)	(0)	(+)	(+)
Heizungsanlage	(0)	(0)	(0)	(+)

Tabelle 5: Definition der Klassen der Übertragungsmatrix durch Zuordnung unterschiedlicher Varianten der Effizienz des Wärmeschutzes und der Heizungsanlage

Für diese Ausprägungen des Beispielgebäudes werden die Primärenergiekennwerte berechnet. Da die Beispielrechnungen nur eine Orientierung für die Grenzen der Übertragungsmatrix geben sollen, werden die ermittelten Primärenergiekennwerte auf 50er Intervalle gerundet (Abbildung 2). Die so ermittelten Stützstellen werden als Mittelwert der Klassen definiert. Die Klassengrenzen ergeben sich damit als arithmetischer Mittelwert zwischen zwei Stützstellen.

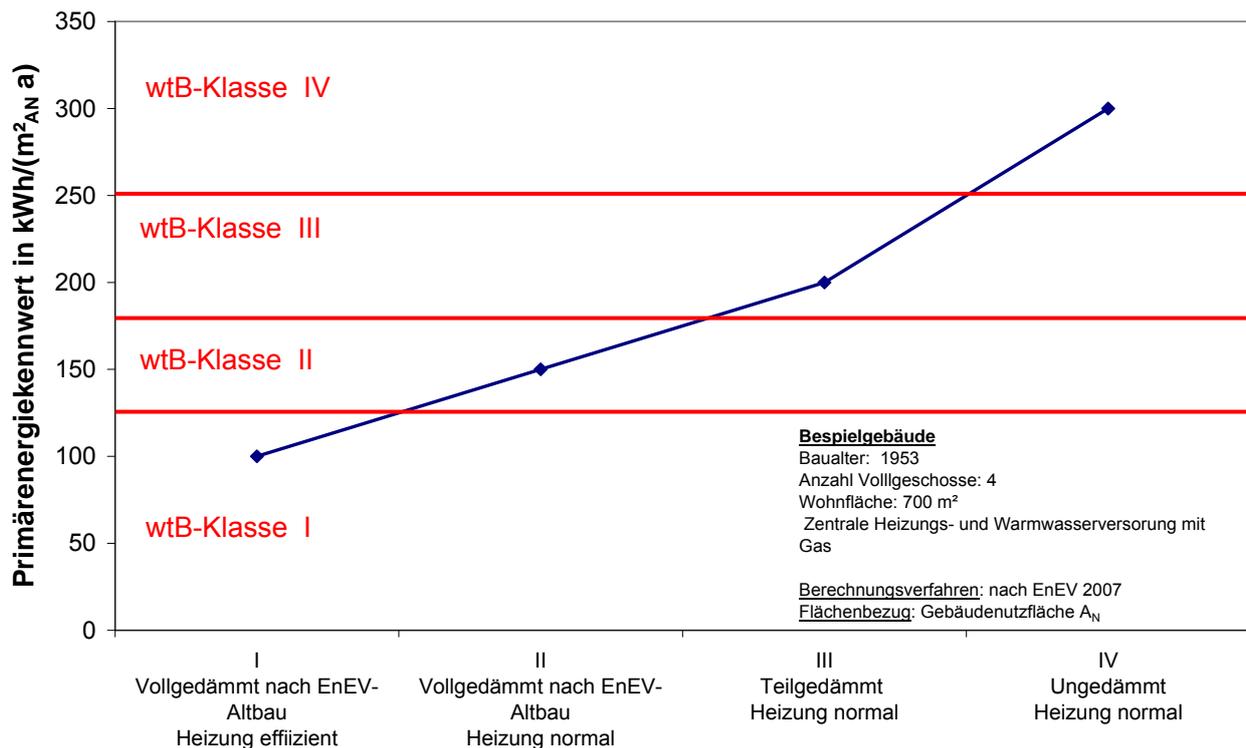


Abbildung 2: Primärenergiekennwert für die unterschiedlichen Ausprägungen des Beispielgebäudes und Festlegung der Klassengrenzen

Über dieses methodische Vorgehen ergibt sich folgende Ausprägung der Übertragungsmatrix.

Übertragungsmatrix mit 4 Klassen				
wtB-Klasse*	IV nicht modernisiert	III verbessert	II gut	I sehr gut
Primärenergiekennwert in kWh/(m ² AN a)	x ≥ 250	250 > x ≥ 175	175 > x ≥ 125	X < 125
* Die Bezeichnung der wtB Klassen stimmt nicht mit denen des Mietspiegels Darmstadt 2008 überein. In Darmstadt 2008 wird die Klasse III als „normal“ und die Klassen (II + I) als „verbessert“ bezeichnet				

Tabelle 6: Übertragungsmatrix mit vier Klassen der wärmetechnischen Beschaffenheit (wtB) bei Verwendung des Berechnungsverfahrens der Energieeinsparverordnung 2007 für bestehende Gebäude

3.4 Transformation Berechnungsverfahren

Für den Mietspiegel Darmstadt 2003 wurden die Primärenergiekennwerte nach dem Verfahren [EPHW 1997] in der Softwareumsetzung nach Energiepass Hessen von dem Ingenieurbüro Bially berechnet. Dieses Verfahren wird im Weiteren mit EPHW bezeichnet.

Im neuen Mietspiegel Darmstadt 2008 wird das in der EnEV 2007 definierte Verfahren für bestehende Wohngebäude zur Berechnung der Primärenergiekennwerte verwendet (siehe Abschnitt 3.1). Damit können zukünftig die auf der Grundlage der Bedarfsberechnung erstellten Energieausweise für die Bewertung der wärmetechnischen Beschaffenheit herangezogen werden, was die Anwendung deutlich vereinfacht. Das neue Berechnungsverfahren wird im Weiteren als EnEV 2007 bezeichnet.

Die Berechnungsverfahren führen in vielen Fällen zu unterschiedlichen Primärenergiekennwerten. Um einen Eindruck von den Unterschieden zu vermitteln, wird im Folgenden ein einfacher Umrechnungsfaktor ermittelt.

Der Umrechnungsfaktor kann nicht auf analytische Weise ermittelt werden, da die Unterschiede zwischen beiden Verfahren zu vielfältig sind. Die Unterschiede liegen u. a. bei:

- den angesetzten mittleren Raumtemperaturen
- der Berücksichtigung der zeitlich und räumlich eingeschränkten Beheizung
- dem angesetzten mittleren Luftwechsel
- der Höhe der internen Wärmequellen
- dem Nutzenergiebedarf für Warmwasser
- der Berücksichtigung von Wärmebrücken
- der Berücksichtigung der Dichtheit der Gebäudehülle
- den Nutzungsgraden für Heizung und Warmwasser
- dem angesetzten Standardklima.

Für die Bestimmung des Umrechnungsfaktors werden die 382 Gebäude herangezogen, für die im Rahmen der Mietspiegelerstellung 2003 die Primärenergiekennwerte nach EPHW berechnet wurden. Für diese Gebäude werden zusätzlich noch die Primärenergiekennwerte nach EnEV 2007 bestimmt und die Primärenergiekennwerte einander gegenübergestellt. Das Ergebnis zeigt Abbildung 3.

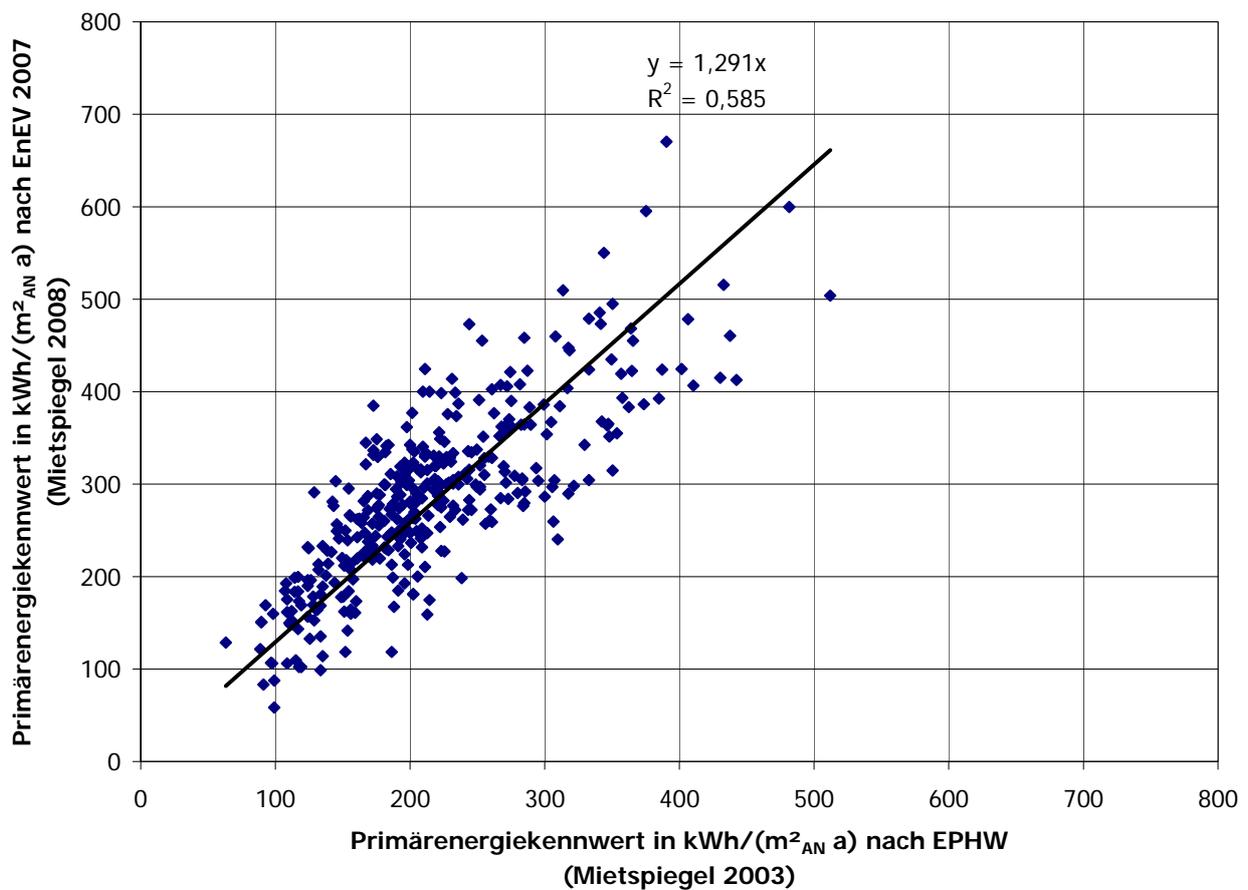


Abbildung 3: Zusammenhang zwischen den Primärenergiekennwerten nach dem Berechnungsverfahren für den Mietspiegel 2003 (EPHW) und dem Berechnungsverfahren des Mietspiegels 2008 (EnEV 2007)

Es zeigt sich, dass sich die Primärenergiekennwerte nach EnEV 2007 und EHPW in vielen Fällen deutlich unterscheiden. Dabei liegen die Primärenergiekennwerte nach EnEV 2007 im Mittel um den Faktor 1,29 höher. Die Steigung der Regressionsgeraden stellt den Faktor dar, mit dem der Primärenergiekennwert des alten Verfahrens als grober Anhaltswert auf das neue umgerechnet werden kann.

$$q_{p,EnEV} = 1,29 q_{p,EPHW}$$

Deutlich wird aber auch die große Streuung. Dies bedeutet, dass im Einzelfall die Differenzen zwischen den beiden Kennwerten sehr unterschiedlich ausfallen können. Die Umrechnung von nach EPHW berechneten Primärenergiekennwerten kann also nur einen groben Anhaltspunkt geben.

4 Anreize für Vermieter zur Teilnahme an der Datenerhebung

Die Datenerhebung für die Ermittlung der Primärenergiekennwerte der Mietspiegelstichprobe geschieht derzeit über Fragebögen, die von den Vermietern ausgefüllt werden. Für die statistischen Untersuchungen zur wärmetechnischen Beschaffenheit ist eine möglichst hohe Rücklaufquote anzustreben. Die Primärenergiekennwerte von Gebäuden, für die kein ausgefüllter Fragebogen zurückgesandt wurde und für die damit eine Berechnung der Energiekennwerte über die energetische Bilanzierung (Abschnitt 3.1) nicht möglich ist, müssen mit Hilfe der statistischen Methode der Imputationsregression bestimmt werden (siehe Abschnitt 7.4). Aufgrund der auftretenden Unschärfe sollte der Anteil der durch Imputationsregression zu ergänzenden Fälle gering gehalten werden.

Um eine möglichst hohe Rücklaufquote bei der Vermieterbefragung zu erreichen ist es sinnvoll und notwendig, Anreize für die Teilnahme der Vermieter bei der Datenerhebung zu schaffen. Im Folgenden werden zwei Ansätze untersucht:

1. das Erstellen einer kostenlosen energetischen Schwachstellenanalyse für das Gebäude
2. die kostenlose bzw. kostengünstige Ausstellung von Energiebedarfsausweisen.

4.1 Energetische Schwachstellenanalyse

Aufbauend auf bisherigen Arbeiten des IWU u. a. für die LUWOG (Ludwigshafen) wurde im Rahmen des vorliegenden Forschungsprojektes eine energetische Schwachstellenanalyse realisiert. Die als „Gebäudegrobanalyse – Energie“ bezeichnete Analyse dient der Energieberatung. Sie zeigt, welche energetische Qualität das jeweilige Gebäude heute aufweist und welcher Standard in Zukunft erreichbar ist. Hierzu werden auf der Grundlage der im Fragebogen vom Vermieter angegebenen Gebäudedaten eine grobe Einordnung der energetischen Effizienz des Gebäudes gegeben und die wesentlichen Verlustströme für den Ist-Zustand des Gebäudes aufgezeigt. Beides wird verglichen mit dem Zustand nach Modernisierung des Gebäudes auf Niedrigenergiestandard.

Für jedes Bauteil sowie für das Heizsystem wird zudem dargestellt, welche Kosteneinsparungen durch eine energetische Modernisierung in einem Zeitraum von 25 Jahren erzielt werden können. Die möglichen Einsparungen kann der Eigentümer mit etwaigen Maßnahmenkosten vergleichen. Zu jeder Maßnahme werden Hinweise auf weiterführende Informationen angegeben.

Natürlich kann diese Form der "Ferndiagnose" nicht alle Besonderheiten eines Gebäudes berücksichtigen. Sie dient lediglich als erste Einschätzung und zeigt die Schwachstellen des Gebäudes auf. Als nächster Schritt muss ein fachkundiger Energieberater, Architekt, Ingenieur oder Handwerker eingeschaltet werden. Dieser kann bei einer Begehung klären, welche konkreten Maßnahmen für das Haus geeignet sind. In der Gebäudegrobanalyse wird auf entsprechende Listen von Energieberatern verwiesen.

Im Folgenden wird die „Gebäudegrobanalyse – Energie“ beispielhaft für ein Gebäude dargestellt. Sie wurde bei der Mietspiegelerstellung in Darmstadt und Frankfurt den Vermietern zugesandt, die die energetischen Gebäudedaten über den Internetfragebogen eingegeben hatten.

Gebäude-Grobanalyse Energie



Gebäude:

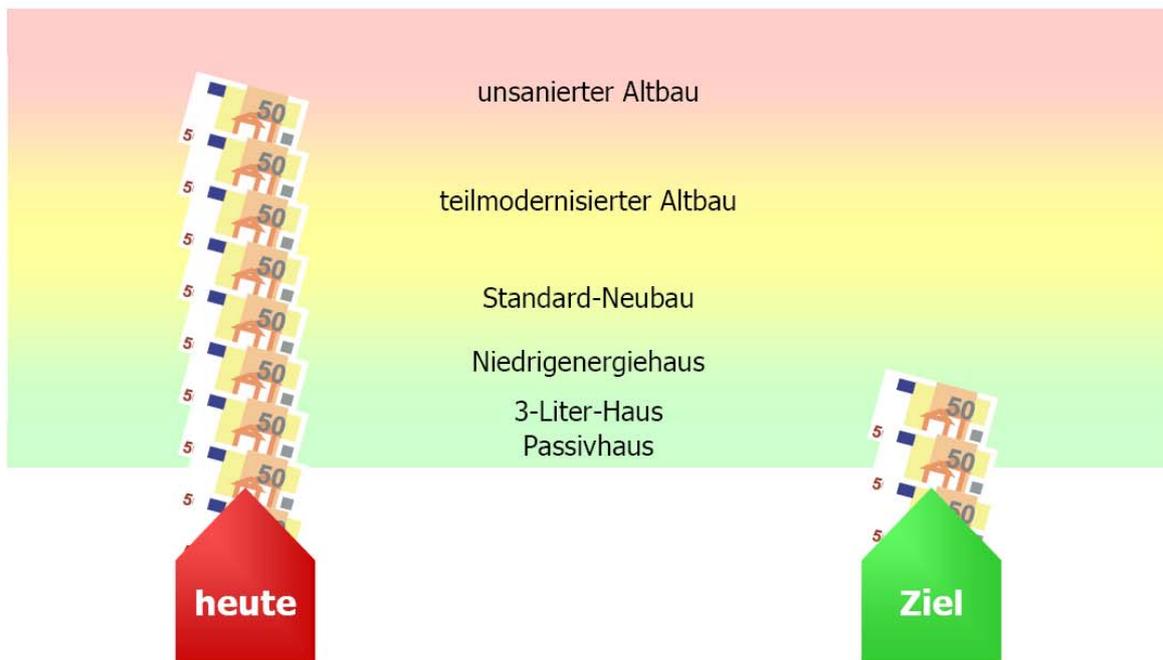
Objekt-Kennung:

Gesamtbewertung

Auf der Basis der von Ihnen im Fragebogen eingegebenen Daten wird der energetische Zustand Ihres Gebäudes wie folgt bewertet:

Der Verbrauch Ihres Gebäudes heute

... und im Vergleich als Niedrigenergiehaus



Der Energiebedarf Ihres Gebäudes ist sehr hoch. Er ist typisch für Altbauten, die energetisch bisher kaum verbessert wurden.

Als Niedrigenergiehaus würde Ihr Gebäude 60% bis 70% weniger Energie für Heizung und Warmwasser verbrauchen und einen deutlich höheren thermischen Komfort bieten.

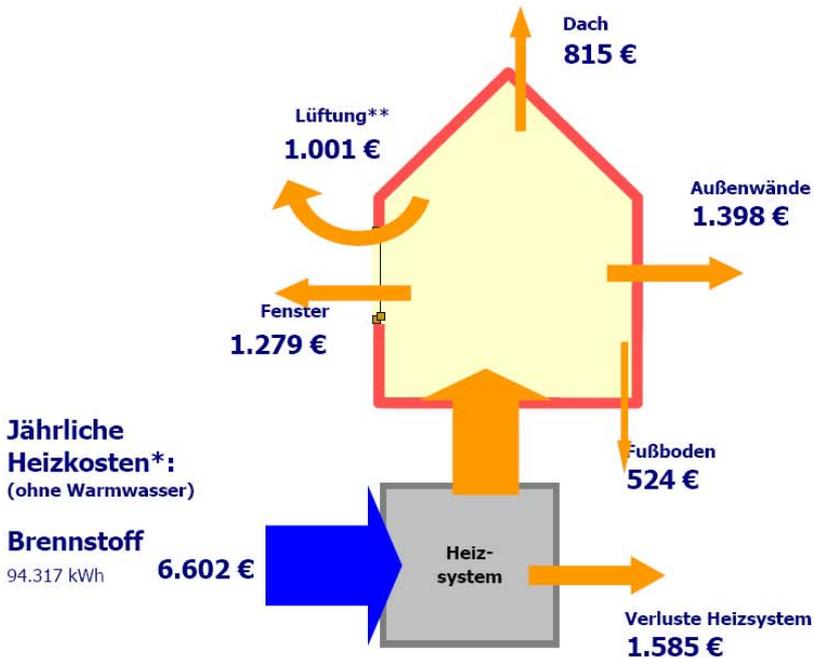
Auf den folgenden Seiten finden Sie Informationen zu den Schwachstellen des Gebäudes und zu möglichen Energiesparmaßnahmen.

Energieverluste - so entstehen Ihre Heizkosten

Gebäude:



Objekt-Kennung:

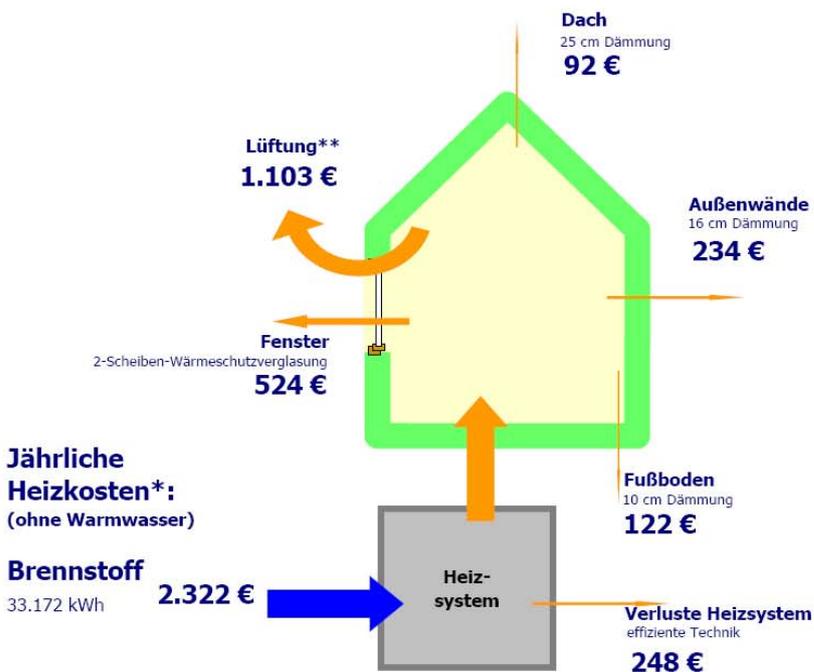


Ihr Gebäude heute:

Was durch die Gebäudehülle verloren geht, muss das Heizsystem für teures Geld nachheizen.

Über 25 Jahre summierte Heizkosten:
165.000 €
(falls der Energiepreis nicht steigt)
315.000 €
(falls der Energiepreis um jährlich 5 % steigt)

Der angegebene Verbrauch ist ein rechnerischer Wert (siehe Hinweis auf S. 9 "Berechnungen im Detail").



... und als Niedrigenergiehaus:

Ein wirksamer Wärmeschutz hilft, die Verluste zu minimieren. Das Heizsystem muss deutlich weniger Wärme bereitstellen. Sowohl im Winter als auch im Sommer steigt die Behaglichkeit. Über 25 Jahre summierte Heizkosten:
58.000 €
(falls der Energiepreis nicht steigt)
111.000 €
(falls der Energiepreis um jährlich 5 % steigt)

*) Energiepreis-Ansätze je kWh: alle Brennstoffe (Hu): 7 Cent / Fernwärme: 8 Cent / Strom: 19 Cent / Heiz-Strom: 12 Cent (reine Verbrauchskosten ohne Grundkosten)
**) Der Luftwechsel ist in beiden Fällen gleich angesetzt. Etwaige Differenzen in den Kosten entstehen durch unterschiedl. Randbedingungen (z.B. Temperatur-Niveau).

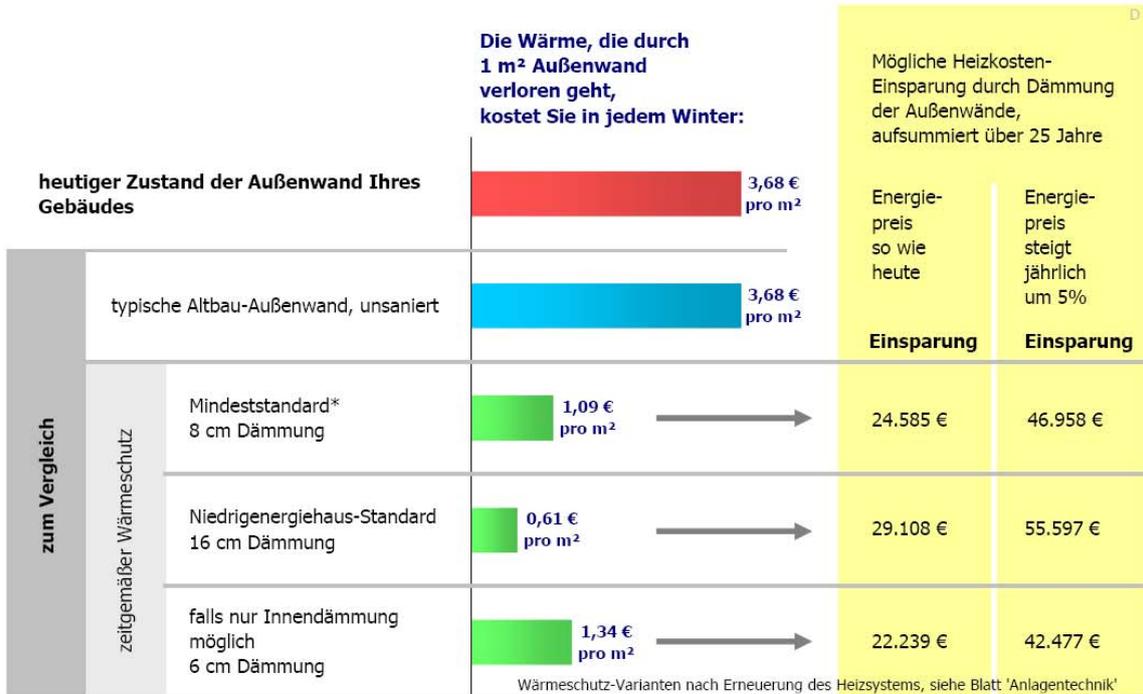


Wärmeschutz der Außenwände

Gebäude: XXXXXXXXXX



Objekt-Kennung: XXXXXXXXXX



*) entspricht etwa dem gesetzlichen Mindeststandard nach Energieeinsparverordnung, vorgeschrieben bei Erneuerung von Putz oder Verkleidungen von Außenwänden.

Bewertung

Der Wärmeschutz der Außenwände Ihres Gebäudes ist sehr viel schlechter als heutige Standards.

Mit den hier dargestellten Dämmstärken könnten Sie innerhalb der nächsten 25 Jahren die Verbrauchskosten um ca. 22.200 bis 55.600 Euro reduzieren (je nach Dämmstärke und Energiepreis).



Günstige Gelegenheiten für eine Verbesserung des Wärmeschutzes von Außenwänden bieten sich, wenn ...

- ... Anstrich, Verputz oder Verkleidung der Außenwände von außen erneuert werden müssen.
- ... Fenster ausgetauscht werden. Es fallen dann ohnehin Anpassungsarbeiten an Fassade und Innenputz an.
- ... Wohnungen grundlegend modernisiert werden. Falls eine Außendämmung mittelfristig nicht in Frage kommt, kann in diesem Fall die Möglichkeit einer Dämmung von innen geprüft werden.

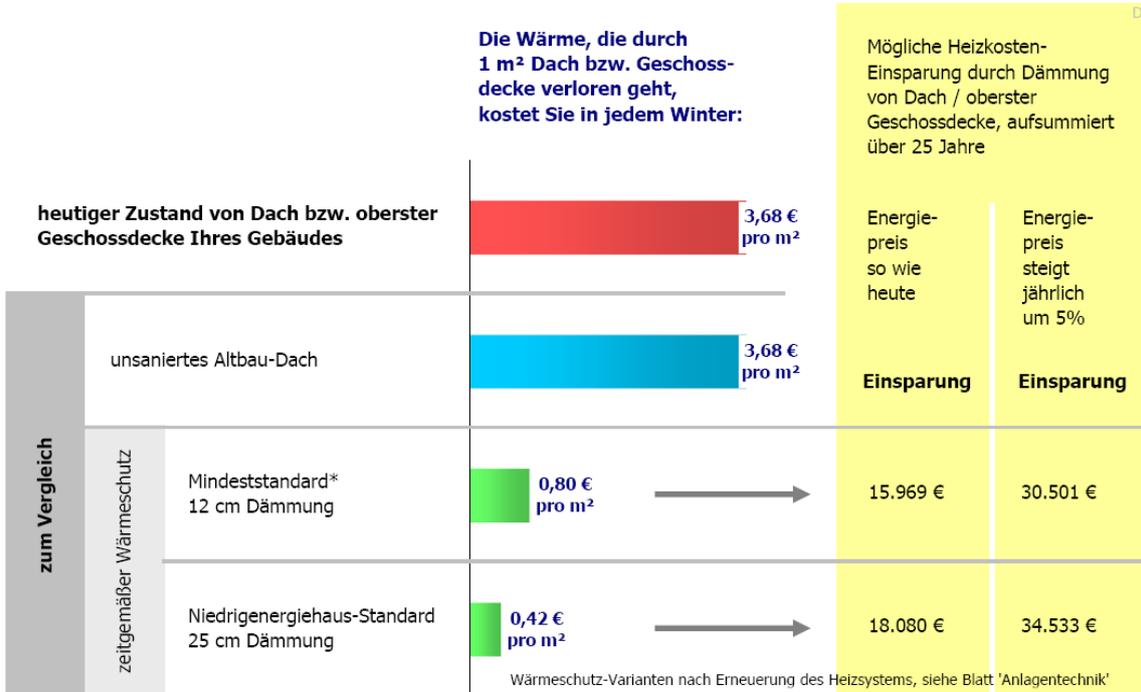
Eine detaillierte Beschreibung der technischen Möglichkeiten zur Wärmedämmung von Außenwänden sowie typische Kosten finden Sie in der Broschüre "Maßnahmen": http://www.iwu.de/fileadmin/user_upload/dateien/energie/esp/Massnahmen.pdf

- ① generelle Anmerkung zur Dämmung von Außenwänden
- ① Außendämmung mit einem Wärmedämmverbundsystem oder mit einer hinterlüfteten Vorhangfassade
- ① Innendämmung und Fachwerkdämmung

Broschüre "Maßnahmen"
Seite 7
Seite 8
Seite 9

Wärmeschutz im Dachbereich

Gebäude:



*) entspricht etwa dem gesetzlichen Mindeststandard nach Energieeinsparverordnung, vorgeschrieben bei Erneuerung der Dacheindeckung oder von Verkleidungen im Dachbereich

Bewertung

Der Wärmeschutz im Dachbereich Ihres Gebäudes ist sehr viel schlechter als heutige Standards.

Mit den hier dargestellten Dämmstärken könnten Sie innerhalb der nächsten 25 Jahren die Verbrauchskosten um ca. 16.000 bis 34.500 Euro reduzieren (je nach Dämmstärke und Energiepreis).



Eine gute Wärmedämmung hilft nicht nur Heizenergie einzusparen. Sie bietet auch Schutz vor sommerlicher Hitze im Dachgeschoss.

Günstige Gelegenheiten für eine Verbesserung des Wärmeschutzes im Dachbereich bieten sich, wenn ...

- ... die Dacheindeckung erneuert werden muss.
- ... das Dachgeschoss ausgebaut wird oder Gauben eingebaut werden.
- ... im Dachgeschoss vorhandene Wohnräume modernisiert werden.

Ist ein Dachraum vorhanden, der nicht ausgebaut werden soll, kann Wärmedämmung jederzeit sehr einfach und kostengünstig aufgebracht werden.

Neben einer guten Wärmedämmung ist auch die Dichtigkeit des Daches wichtig. Damit können Zugerscheinungen und spätere Bauschäden vermieden werden.

Denken Sie bei Arbeiten am Dach auch daran, dass für eine eventuell erst später auszuführende Wärmedämmung der Außenwand der Dachüberstand groß genug sein muss.

Eine detaillierte Beschreibung der technischen Möglichkeiten zur Wärmedämmung von Dächern sowie typische Kosten finden Sie in der Broschüre "Maßnahmen":

http://www.iwu.de/fileadmin/user_upload/dateien/energie/espi/Massnahmen.pdf

- ① generelle Anmerkungen zur Dämmung im Dachbereich
- ① Dämmung der obersten Geschossdecke
- ① Dämmung von Steildächern mit Zwischensparren-, Aufsparren- und Untersparrendämmung

Broschüre
"Maßnahmen"
Seite 10
Seite 10
Seite 11

Wärmeschutz des Fußbodens über Keller oder Erdreich



Gebäude: [REDACTED]

Objekt-Kennung: [REDACTED]

Die Wärme, die durch 1 m² Fußboden verloren geht, kostet Sie in jedem Winter:

				Mögliche Heizkosten-Einsparung durch Dämmung von Kellerdecke / Erdgeschoss-Fußboden, aufsummiert über 25 Jahre		
				Energiepreis so wie heute	Energiepreis steigt jährlich um 5%	
				Einsparung	Einsparung	
heutiger Zustand des Fußbodens in Ihrem Gebäude			2,36 € pro m ²			
zum Vergleich	typischer Altbaufußboden, unsaniert		2,36 € pro m ²			
	zeitgemäßer Wärmeschutz					
	Mindeststandard* 5 cm Dämmung		0,93 € pro m ²	→	7.969 €	15.221 €
	Niedrigenergiehaus-Standard 10 cm Dämmung		0,55 € pro m ²	→	10.063 €	19.220 €

Wärmeschutz-Varianten nach Erneuerung des Heizsystems, siehe Blatt 'Anlagentechnik'

*) entspricht etwa dem gesetzlichen Mindeststandard nach Energieeinsparverordnung, vorgeschrieben bei Erneuerung von Fußböden oder Anbringung von Verkleidungen unter der Kellerdecke

Bewertung

Der Wärmeschutz im Fußbodenbereich Ihres Gebäudes ist sehr viel schlechter als heutige Standards.

Mit den hier dargestellten Dämmstärken könnten Sie innerhalb der nächsten 25 Jahren die Verbrauchskosten um ca. 8.000 bis 19.200 Euro reduzieren (je nach Dämmstärke und Energiepreis).



Günstige Gelegenheiten für eine Verbesserung des Wärmeschutzes im Bereich der Kellerdecke bzw. des Erdgeschoss-Fußbodens bieten sich, wenn ...

- ... der Fußboden im Erdgeschoss erneuert wird.
- ... Kellerräume renoviert werden.
- ... Leitungen unter der Kellerdecke neu verlegt werden.

Falls Kellerräume beheizt werden, sollten deren Fußböden und Wände ebenfalls mit einem guten Wärmeschutz versehen sein.

Eine detaillierte Beschreibung der technischen Möglichkeiten zur Wärmedämmung von Kellerdecken und Fußböden sowie typische Kosten finden Sie in der Broschüre "Maßnahmen":

http://www.iwu.de/fileadmin/user_upload/dateien/energie/esp/Massnahmen.pdf

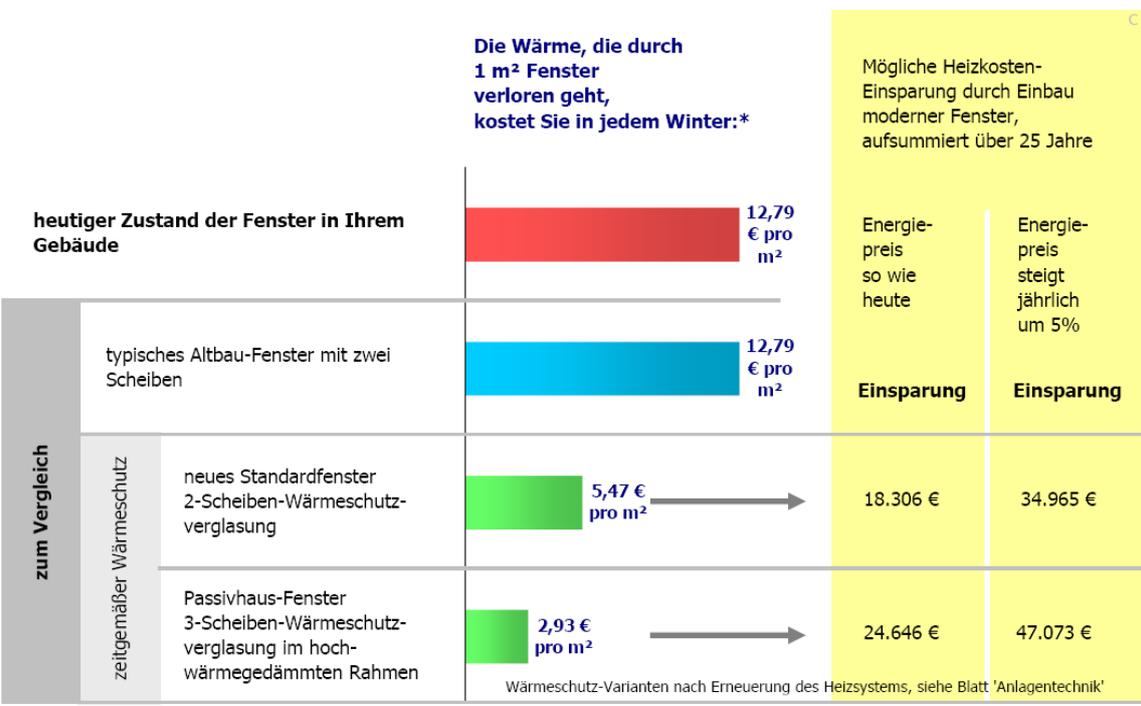
- ① Kellerdeckendämmung
- ① beheizte Kellerräume

Broschüre "Maßnahmen" Seite 12
Seite 12

Wärmeschutz der Fenster

Gebäude:

Objekt-Kennung:



Bewertung

Der Wärmeschutz der Fenster Ihres Gebäudes erreicht noch nicht heutige Standards. Durch Einbau neuer Verglasungen bzw. Fenster könnten Sie innerhalb der nächsten 25 Jahre die Verbrauchskosten um ca. 18.300 bis 47.100 Euro reduzieren (je nach Wärmeschutz und Energiepreis).






Wärmeschutzverglasung zeichnet sich gegenüber althergebrachter Isolierverglasung dadurch aus, dass ...

- ... eine Scheibe eine (normalerweise nicht erkennbare) hauchdünne Beschichtung besitzt, die für Wärmestrahlung wie ein Spiegel wirkt. Die Wärmestrahlung wird also daran gehindert, nach draußen zu gelangen.
- ... zusätzlich ein Edelgas (meist Argon) in den Scheibenzwischenraum eingebracht ist, das eine Verminderung der Wärmeleitung und -konvektion bewirkt.

Wenn ein Fensteraustausch ansteht, sollten Sie prüfen, ob nicht gleichzeitig auch der Wärmeschutz der Fassade verbessert werden kann.

Eine detaillierte Beschreibung der verschiedenen Verglasungsarten und Fenstertypen sowie typische Kosten finden Sie in der Broschüre "Maßnahmen": http://www.iwu.de/fileadmin/user_upload/dateien/energie/esp/1/Massnahmen.pdf

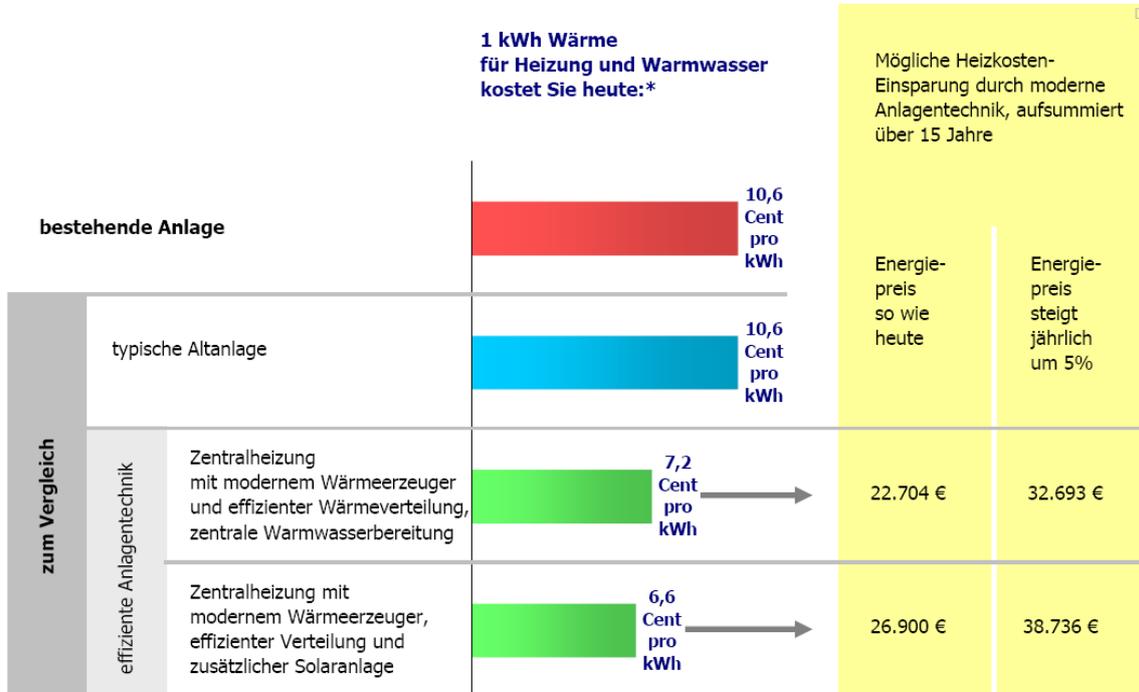
① Beschreibung von Verglasungsarten	Broschüre "Maßnahmen" Seite 13
① Verglasungsaustausch, Fensteraustausch, Vorsatzflügel	Seite 14
① hochwärmedämmte Fenster mit 3-Scheiben-Wärmeschutz-Verglasung	Seite 14

Energieeffizienz der Anlagentechnik

Gebäude: XXXXXXXXXX



Objekt-Kennung: XXXXXXXXXX



*) Um Vergleichbarkeit zur gewährleisten, wurden die Varianten mit dem gleichen Wärmebedarf gerechnet (Wärmeschutz der Variante "Niedrigenergiehaus").

Bewertung

Die Anlagentechnik (Heizung und/oder Warmwasser) Ihres Gebäudes ist sehr ineffizient.

Durch moderne Heizungstechnik könnten Sie innerhalb der nächsten 25 Jahre die Verbrauchskosten um ca. 22.700 bis 38.700 Euro reduzieren (je nach Maßnahme und Energiepreis).



Günstige Gelegenheiten für die energetische Verbesserung der Anlagentechnik bieten sich, wenn ...

- ... Wärmeerzeuger oder Speicher angeschafft bzw. ersetzt werden müssen.
- ... Heizleitungen oder Wasserleitungen erneuert werden müssen.
- ... die Dachkonstruktion oder Dacheindeckung erneuert werden muss (Möglichkeit der Installation einer thermischen Solaranlage).

Lassen Sie auch die elektrische Leistungsaufnahme und die Laufzeit der Umwälzpumpe(n) überprüfen. Auch hier ist das Einsparpotenzial oftmals groß.

Eine detaillierte Beschreibung der technischen Möglichkeiten zur Effizienzsteigerung bei der Anlagentechnik finden Sie in der Broschüre "Maßnahmen":

http://www.iwu.de/fileadmin/user_upload/dateien/energie/esp/Massnahmen.pdf

Broschüre "Maßnahmen"

- ① generelle Anmerkung zur effizienten Wärmeversorgung Seite 16
- ① verschiedene Kesseltypen Seite 16
- ① Rohrnetz, Pumpen, Regelung, Warmwasser Seite 17
- ① Pelletkessel, Elektro-Wärmepumpen, Blockheizkraftwerke Seite 17 + 18
- ① thermische Solaranlagen Seite 20
- ① Lüftungsanlagen Seite 19

Weitere Hinweise

Gebäude: [REDACTED]Objekt-Kennung: [REDACTED]

Auf den vorangegangenen Seiten haben wir die energetische Qualität Ihres Gebäudes grob bewertet. Grundlage für diese Analyse sind die Angaben, die Sie im Fragebogen gemacht haben. Die Analyse basiert auf dem vom Institut Wohnen und Umwelt entwickelten "Kurzverfahren Energieprofil".

Natürlich kann diese Form der "Ferndiagnose" nicht alle Besonderheiten Ihres Gebäudes berücksichtigen. Ziel des Gebäude-Energie-Checks ist es vor allem aufzuzeigen, wie der "Energiehunger" Ihres Gebäudes zustande kommt und welche Wege es gibt, es auf "Diät zu setzen".

Richtung Niedrigenergiehaus ...

Mit der Gebäudegrobanalyse Energie zeigen wir Ihnen ein lohnendes Ziel, das Sie bei der energetischen Modernisierung anvisieren können: den Niedrigenergiehaus-Standard. Die Wärmeverluste werden durch hochwertige Dämmung rund um die Gebäudehülle reduziert – die noch benötigte Wärme wird auf effiziente Weise bereit gestellt.

Der Niedrigenergiehaus-Standard kann auf sehr unterschiedlichen Wegen erreicht werden. In der Broschüre "Maßnahmen":

http://www.iwu.de/fileadmin/user_upload/dateien/energie/espi/Massnahmen.pdf

finden sich viele Hinweise zu den verschiedenen technischen Möglichkeiten sowie einige Anhaltspunkte zu den damit verbundenen Kosten und zur Wirtschaftlichkeit.

... mit konkreten Maßnahmen

Welche konkreten Maßnahmen für Ihr Haus geeignet sind, kann meist nur bei einer Begehung geklärt werden. Holen Sie sich fachkundigen Rat bei Energieberatern, Architekten, Ingenieuren oder Handwerkern. Eine Liste hessischer Energieberater finden Sie unter www.energiesparaktion.de.

Gehen Sie die Sache in Ruhe an

Stehen demnächst Instandsetzungen oder Sanierungen in Ihrem Gebäude an? Dann denken Sie daran: Dies ist der beste Zeitpunkt für eine energetische Verbesserung. Aber überstürzen Sie nichts: Überlegen Sie, welche Maßnahmen in den nächsten 10 Jahren anstehen und welche Reihenfolge am geschicktesten ist. Holen Sie sich mehrere Angebote von Fachbetrieben ein. Fragen Sie nach den Ideen der Handwerker. Vergleichen Sie die Preise und Leistungen und fragen Sie gegebenenfalls nach.

Nicht nur ökonomische Argumente zählen

In der vorliegenden Gebäudegrobanalyse Energie haben wir gezeigt, wie Verbrauchskosten auf ein niedriges Niveau gebracht werden können. Aber der Niedrigenergiehaus-Standard besitzt noch mehr Vorteile: Guter Wärmeschutz verbessert die Behaglichkeit, ein geringer Energieverbrauch schont die Umwelt, stellt eine Versicherung gegen steigende Weltmarktpreise für Energie dar und trägt zur nachhaltigen Wertsteigerung Ihres Gebäudes bei.

Grundlagen der Analyse

Gebäude: [REDACTED]



Objekt-Kennung: [REDACTED]

Berechnung der Energiebilanz

Um Ihren Aufwand für die Dateneingabe in vertretbaren Grenzen zu halten, haben wir uns im Fragebogen auf die Abfrage der aus energetischer Sicht wichtigsten Daten beschränkt. Bei der Gebäudegrobanalyse Energie handelt es sich somit also nur um eine Grobbewertung, die dazu dient, die wesentlichen Energieströme aufzuzeigen.

Die in Ihrem Gebäude auftretenden Energieverluste wurden auf rechnerischem Weg ermittelt. Sie hängen von der Temperaturdifferenz zwischen innen und außen sowie von der Durchlässigkeit der Gebäudehülle für Wärme ab. Die Wärmeverluste der Außenwände, des Dachs, des Fußbodens und der Fenster sind umso größer, je größer ihre Fläche und je schlechter der jeweilige Wärmeschutz ist.

Sofern der gemessene Jahres-Energieverbrauch bekannt ist, wird dieser ebenfalls in die Gebäudebewertung einbezogen. Damit kann das rechnerische Gebäudemodell abgeglichen werden und die Genauigkeit der Bewertung erhöht werden. Die Aussagen zur möglichen Energieeinsparung werden damit auf Ihre individuellen Gegebenheiten angepasst. Liegen keine Messwerte für den Verbrauch vor, so wird der rechnerische Bedarf mit empirisch ermittelten Werten auf ein für den vorliegenden Gebäudestandard typisches Niveau abgeglichen.

Die Berechnung der Energieeinsparung wird jeweils immer für das Gesamtpaket aus Maßnahmen vorgenommen. Durch Verbesserung des Wärmeschutzes wird stets auch die Behaglichkeit verbessert, so dass die effektive Raumtemperatur ansteigt. Dieser Effekt wurde bei den Analysen berücksichtigt, wodurch die für die jeweilige Maßnahme erzielte Energieeinsparung etwas geringer ausfällt als wenn man mit konstanter Raumtemperatur rechnet. Die Wärmeverluste eines Bauteils hängen also in der vorliegenden Berechnung auch in geringem Maße von dem Wärmeschutz der übrigen Bauteile ab.

Grundlagen der Bewertung

Die Bewertung der energetischen Qualität Ihres Hauses erfolgt auf der Basis von Daten, die für Gebäude dieser Art und dieses Baualters typisch sind. Durch Angabe der Wohnfläche, der Anzahl der Geschosse und Nachbargebäude und der Ausbausituation in Keller und Dach kann abgeschätzt werden, welche Fläche die Außenwände, das Dach, der Fußboden und die Fenster aufweisen. Die Wärmedurchlässigkeit der einzelnen Bauteile wird entsprechend dem Baualter des Gebäudes eingestuft. Wurden nachträglich bereits Wärmeschutzmaßnahmen durchgeführt, so werden diese als verlustmindernd berücksichtigt. Die Effizienz der Anlagentechnik wird auf Basis von Kennwerten, die für die Bauart und für das Baualter der Komponenten typisch sind, bewertet.

Die energetische Bilanzierung erfolgt auf der Grundlage der DIN V 4108, DIN V 4701-10 und PAS 1027, die Randbedingungen der Berechnung entsprechen den Vorgaben des Energiepasses der Deutschen Energieagentur dena. Die bei der Datenerhebung vorgenommenen Vereinfachungen basieren auf dem vom Institut Wohnen und Umwelt entwickelten "Kurzverfahren Energieprofil".

Die Ermittlung der Heizkosteneinsparung

Die Heizkosten sowie die mögliche Einsparung wird für die heute im Mittel etwa anzutreffenden Energiepreise berechnet. Dabei können natürlich weder kurzfristige Energiepreisschwankungen noch speziell für Ihr Gebäude evtl. vorliegende Tarife berücksichtigt werden. Zahlen Sie einen gegenüber den Ansätzen deutlich abweichenden Energiepreis, so können Sie die ausgegebene Heizkosteneinsparung entsprechend nach oben bzw. unten korrigieren. Damit Sie die über 15 bzw. 25 Jahre aufsummierten Verbrauchskosten noch einfach nachvollziehen können, wurden die jährlichen Werte nur mit den entsprechenden Jahren multipliziert, jedoch nicht - wie theoretisch eigentlich erforderlich - abgezinst. Um Vergleichbarkeit herzustellen, wurden alle Wärmeschutz-Varianten mit dem gleichen Energiepreis bewertet – für alle Varianten der Anlagentechnik wurde der gleiche Heizwärmebedarf angesetzt.

Da die Kosten von Maßnahmen sehr stark von den individuellen Gegebenheiten Ihres Gebäudes abhängen, haben wir bewusst darauf verzichtet, auf Ihr Gebäude bezogene Maßnahmenkosten anzugeben. Erfahrungswerte für Kosten pro Quadratmeter finden Sie in der Broschüre "Maßnahmen" – natürlich können die Kosten in Ihrem Fall auch anders liegen. Um qualifizierte Aussagen zu den möglichen Maßnahmen und den damit verbundenen Kosten machen zu können, ist in der Regel eine Begehung Ihres Gebäudes durch einen Fachmann / eine Fachfrau sinnvoll. Eine Liste hessischer Energieberater finden Sie unter www.energiesparaktion.de.

Die hier vorliegende Gebäudegrobanalyse Energie wurde auf der Grundlage der von Ihnen eingegebenen Daten nach bestem Wissen und Gewissen erstellt. Eine Gewähr für die Richtigkeit der Analyse kann dennoch nicht gegeben werden.

Hinweis: Die Broschüre Maßnahmen können Sie aus dem Internet herunterladen unter:
http://www.iwu.de/fileadmin/user_upload/dateien/energie/espi/Massnahmen.pdf

4.2 Ausstellung von Energiebedarfsausweisen

Alternativ oder ergänzend zur kostenlosen energetischen Schwachstellenanalyse könnte den Vermietern als Anreiz zur Teilnahme an der Datenerhebung kostenlos oder zu geringen Kosten ein gesetzlich gültiger Energiebedarfsausweise angeboten werden. Am Markt wird für die Ausstellung eines seriösen Energiebedarfsausweises heute etwa 300 bis 500 € verlangt.

Es wird im Folgenden untersucht, ob im Rahmen der für einen ökologischen Mietspiegel erforderlichen Datenerhebung ein Energiebedarfsausweis weitgehend automatisiert und unter Mitwirkung des Eigentümers/Vermieters erstellt werden kann und welche Fragen der praktischen Umsetzung, der rechtlichen Zulässigkeit bzw. der Haftung damit verbunden sind

4.2.1 Allgemeines

Ein Energieausweis für bestehende Wohngebäude muss bei Verkauf eines Gebäudes, Wohn- oder Teileigentums vom Verkäufer und bei Neuvermietung (Verpachtung oder Leasing) eines Gebäudes oder einer Wohnung vom Vermieter (Verpächter, Leasinggeber) auf Verlangen vorgelegt werden. In der Regel wird diese Verpflichtung im Zuge der Vertragsanbahnung wirksam, sie gilt nicht bei nur allgemein geäußertem Interesse. Energieausweise können immer auch freiwillig ausgestellt werden. Dies erscheint insbesondere dann für den Eigentümer sinnvoll, wenn das Gebäude eine nachweisbar überdurchschnittliche energetische Qualität aufweist und daraus ein Vermarktungsvorteil entsteht.

Für die meisten Bestandswohngebäude besteht bei Verkauf, Vermietung, Verpachtung oder Leasing Wahlfreiheit zwischen Energie**verbrauchs**ausweis und Energie**bedarfs**ausweis. Ausnahme sind Wohngebäude mit weniger als 5 Wohneinheiten, für die der Bauantrag vor dem 1. November 1977 gestellt worden ist. Für diese ist ein Energiebedarfsausweis auszustellen, wenn nicht schon bei der Baufertigstellung oder durch spätere Änderung das Anforderungsniveau der Wärmeschutzverordnung vom 11. August 1977 eingehalten wurde. Freiwillig darf immer ein Energiebedarfsausweis ausgestellt werden. Auch bei allen Änderungen an bestehenden Wohngebäuden, die in der Anlage 3 Nr. 1 bis 6 der EnEV 2007 genau beschrieben sind, muss ein Energiebedarfsausweis erstellt werden.

In Mietwohngebäuden werden die Energieausweise voraussichtlich schnelle Verbreitung finden, da sie bei jeder Neuvermietung dem Mieter zugänglich gemacht werden müssen. Energiebedarfsausweise haben dabei den Vorteil, dass die energetische Qualität des Gebäudes unabhängig von der Nutzung direkt beurteilt und mit anderen Gebäuden verglichen werden kann.

4.2.2 Erweiterung der Datenerhebung

Für die Ausstellung eines Energiebedarfsausweises müssen die Anforderungen der EnEV 2007 bzgl. der Datenerhebung eingehalten werden.

Um den Aufwand in Grenzen zu halten, muss von einer Erhebung der erforderlichen Daten per Fragebogen unter Mitwirkung des Eigentümers ausgegangen werden. Dies ist nach EnEV 2007 § 7 Abs. 5 möglich. Bei nicht näher erläuterten „Zweifeln an ihrer Richtigkeit“ dürfen sie jedoch nicht verwendet werden. Plausibilitätskontrollen werden im Rahmen der Berechnung der Primärenergiekennwerte für die Mietspiegelerstellung ohnehin automatisiert durchgeführt, so dass Datensätze mit „Zweifel an ihrer Richtigkeit“ nicht zur Auswertung kommen. Diese Voraussetzung

wäre also erfüllt. Eine Inaugenscheinnahme vor Ort durch den Aussteller des Energiebedarfsausweises ist nicht gefordert und auch für den hier verfolgten Zweck nicht leistbar.

Hüllfläche

Im Rahmen der Berechnung der Primärenergiekennwerte für die Mietspiegelerstellung aber auch für die energetische Schwachstellenanalyse werden die Gebäudehüllflächen auf der Grundlage eines vereinfachten Eingabedatensatzes nach Abschnitt 3.1 bestimmt. Hierbei werden die Flächen der thermischen Gebäudehülle über Prognosefunktionen abhängig von einfach zu erhebenden Gebäudeeigenschaften ermittelt. Für die Ausstellung von Energieausweisen nach EnEV werden jedoch die individuellen Hüllflächen des Gebäudes benötigt. Diese sind im Regelfall auf der Basis der geometrischen Abmessungen des Gebäudes zu bestimmen.

Soweit Angaben zu geometrischen Abmessungen von Gebäuden fehlen, können diese nach § 9 Abs. 2 durch vereinfachtes Aufmaß ermittelt werden; hierbei können anerkannte Regeln der Technik verwendet werden. Die Einhaltung solcher Regeln wird vermutet, wenn sie der Bekanntmachung des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung [BMVBS 2007] entsprechen. Diese betreffen die Flächen von Fenstern, Rollladenkästen, Heizkörpernischen, Gauben, Kellerabgängen sowie Vor- und Rücksprünge in der Fassade (bei Gauben und Kellerabgängen auch das Volumen). Welche Regeln der Technik darüber hinaus zulässig sind, wird nicht ausgeführt.

Wir gehen davon aus, dass die geometrischen Abmessungen mit den genannten, zweifelsfrei zulässigen Vereinfachungen vom Eigentümer erhoben und im Fragebogen ausgefüllt werden. Eine Plausibilitätskontrolle kann über das KVEP-Flächenschätzverfahren automatisiert erfolgen.

Ob der Aufwand für die Flächenerhebung von den Eigentümern akzeptiert wird, muss im Rahmen von Feldversuchen erprobt werden. Die vereinfachte und empirisch verifizierte Festlegung der Hüllflächen nach dem KVEP-Flächenschätzverfahren wäre eine wichtige Vereinfachung, die sicher die notwendige Akzeptanz bei den Eigentümern stark erhöhen würde. Ob das Verfahren eine zulässige Vereinfachung bei der Energieausweiserstellung darstellt oder nicht, sollte zukünftig rechtlich geprüft werden.

Energetische Kennwerte von Bauteilen

Die U-Werte von Fenstern und Bauteilen sind auch vor Ort nur schwer zweifelsfrei festzulegen. Auch hier lässt die EnEV 2007 vereinfachte Vorgehensweisen zu. Typischerweise anzunehmende U-Werte sind in der Bekanntmachung des BMVBS nach Baualtersklassen und Bauteilen getrennt aufgeführt. Die Baualtersklassen können mit dem Fragebogen wie in der bisher angewandten energetischen Schwachstellenanalyse einfach abgefragt werden.

Zusätzliche Plausibilitätskontrollen sind nicht erforderlich.

Energetische Kennwerte von Anlagenkomponenten

Auch für die Anlagenkomponenten lässt die EnEV 2007 über die Bekanntmachungen eine vereinfachte Abbildung über Baualtersklassen, Nutzflächenklassen und Anlagenkomponenten zu [BMVBS 2007].

Diese vereinfachte Abbildung der Heizungsanlage wird im Rahmen der Primärenergiekennwertberechnung bei der Mietspiegelerstellung nach Abschnitt 3.1 bereits verwendet und die vom Vermieter gemachten Angaben einer umfangreiche Plausibilitätskontrollen unterzogen. Ein zusätzlicher Aufwand würde durch die Energieausweiserstellung entsprechend nicht entstehen.

Modernisierungsempfehlungen

Nach § 20 Abs. 1 hat der Aussteller des Energieausweises dem Eigentümer kostengünstige Modernisierungsempfehlungen in Form von kurz gefassten fachlichen Hinweisen zu geben bzw. ihn auch gesondert darauf hinzuweisen, wenn keine derartigen Empfehlungen gegeben werden können. Der Begriff „kostengünstig“ ist dabei im Wesentlichen im Sinne des Begriffs „wirtschaftlich vertretbar“ zu verstehen, wie er im Energieeinspargesetz (EnEG 2005) verwendet wird. Die erforderliche Beurteilung des Gebäudes kann der Aussteller auch bei den Modernisierungsempfehlungen ggf. anhand der vom Eigentümer zur Verfügung gestellten Gebäudedaten überschlägig mit Hilfe von Erfahrungssätzen vornehmen, wie es der § 17 Abs. (5) erlaubt, wenn nicht begründete Zweifel an der Richtigkeit der Daten bestehen. Die Verwendung eines Muster-Erhebungsbogens ist auch in diesen Fällen zulässig. Auch hier können die Bestimmungen über die vereinfachte Datenaufnahme hinsichtlich der geometrischen Angaben und der energetischen Kennwerte von Bauteilen und Anlagenkomponenten nach § 9 Abs. (2) Satz 2 sinngemäß angewandt werden. Eine gesonderte Bekanntmachung über Regeln zu „Empfehlungen für die Verbesserung der Energieeffizienz“ existiert derzeit allerdings noch nicht.

Auch hier verlangt der Gesetzgeber nicht, dass solche Empfehlungen aufgrund einer Begehung vor Ort erfolgen müssen, eine Berechnung der Wirtschaftlichkeit von Maßnahmen wird im Hinblick auf die begrenzte Informationsfunktion der Empfehlungen und zur Begrenzung der Kosten nicht verlangt (Begründung zu § 20 der EnEV 2007).

Sicher kann man entsprechend dem Vorgehen bei der energetischen Schwachstellenanalyse Modernisierungsmaßnahmen automatisiert erzeugen und in eine vorläufige Vorschlagsliste übernehmen. Gegebenenfalls sind zusätzliche Abfragen aufzunehmen, um Ausschlusskriterien zu identifizieren. Etwa wenn eine Außenwanddämmung aufgrund der festgestellten Baualtersklasse sinnvoll erscheint, das Gebäude aber unter Denkmalschutz steht und deshalb Maßnahmen an der Außenfassade nicht in Frage kommen.

4.2.3 Rechtliche Aspekte

Grundsätzliches zum Energieausweis

Während die EnEV als Teil des Energieeinsparungsgesetzes in die Gesetzgebungskompetenz des Bundes gehört, ist der Vollzug der EnEV jedoch Angelegenheit der Bundesländer. Die EnEV 2007 gilt auch ohne weitere Bestimmungen der Länder und ist von betroffenen Bauherren und Eigentümern zwingend anzuwenden. Die Länder können entsprechende Vollzugsbestimmungen erlassen.

Der derzeit im Bundesland Hessen geltende Erlass zum Vollzug der Energieeinsparverordnung stammt vom 14. April 2003 (Hessen-Erlass) und bezieht sich inhaltlich noch auf die EnEV 2002, gilt aber bis 31. März 2009. Als zuständige Behörden für den Vollzug werden die unteren Bauaufsichtsbehörden genannt. Energieausweise werden, nach Nummer 3. „Ausweise über Energie- und Wärmebedarf“, nur für neu zu errichtende und in bestimmten Fällen für wesentlich geänderte Gebäude gefordert und sind daher im Rahmen der bauaufsichtlichen Vorschriften als Teil der Bauunterlagen einzureichen. Diese Ausweise dürfen entsprechend § 59 Abs. 5 [HBO 2002] nur von nachweisberechtigten Personen nach § 4 Abs. 3 bis 5 [NBVO 2002] (Sachverständige Wärmeschutz) erstellt werden. Sie unterliegen somit dem Verantwortungsbereich der nachweisberechtigten Person und sind von dieser zu unterschreiben.

Energieausweise für bestehende Gebäude aus Anlass des Verkaufs, der Vermietung, der Verpachtung oder beim Leasing, wie im § 16 Abs. (2) der EnEV 2007 gefordert, werden im Hessen-Erlass nicht behandelt.

Soweit keine landesrechtlichen Bestimmungen die Anwendung konkretisieren, gilt der Verordnungstext der EnEV 2007. Verantwortlich für die Einhaltung der Vorschriften der EnEV 2007 sind dann gemäß § 26 und § 16 Abs. (2) Eigentümer, Vermieter, Verpächter oder Leasinggeber. Der Ausweis muss in den Fällen des Verkaufs, der Vermietung, der Verpachtung oder beim Leasing zum Zwecke der Vertragsanbahnung dem Kunden zugänglich gemacht werden, spätestens unverzüglich nachdem der Kunde dies verlangt hat. Eine Vorlagepflicht bei der nach Landesrecht zuständigen Behörde besteht nur bei Neubau von oder Änderungen an Gebäuden nach § 16 Abs. (1), wenn die Behörde dies verlangt, nicht jedoch bei Verkauf, Vermietung, Verpachtung oder Leasing (§ 16 Abs. (2)).

Laut § 27 EnEV 2007 handelt ordnungswidrig, wer vorsätzlich oder fahrlässig entgegen § 16 Abs. (2) Satz 1 auch in Verbindung mit Satz 2 einen Energieausweis nicht, nicht vollständig oder nicht rechtzeitig zugänglich macht. Ein Bußgeld von bis zu 15.000 € kann verhängt werden.

Ausstellungsberechtigung für bestehende Wohngebäude

Im Zusammenhang mit der automatisierten Ausstellung einer größeren Zahl von Energiebedarfsausweisen als Anreiz für Eigentümer oder Vermieter zur Teilnahme an den Datenerhebungen für einen ökologischen Mietspiegel stellt sich auch die Frage, wer zur Ausstellung von Energiebedarfsausweisen für Wohngebäude im Bestand einschließlich der Modernisierungsempfehlungen berechtigt ist und wie diese Person in den Erhebungsablauf zu integrieren ist.

Die Ausstellungsberechtigung für bestehende Gebäude ist im § 21 der EnEV 2007 geregelt. Es ist keine zusätzliche Zertifizierung oder Eintragung in eine Ausstellerliste erforderlich. Eine Auskunft gebende Stelle gibt es nicht.

Nur wer aufgrund einer einschlägigen Berufsausbildung und Fachkunde über die erforderlichen Kenntnisse verfügt, darf Energieausweise für Wohngebäude im Bestand nach § 21 EnEV 2007 erstellen. Dabei muss eine festgelegte Erstausbildung nach Abs. (1) vorliegen – z. B. Abschlüsse in baubezogenen Studiengängen, Handwerksausbildungen im Hochbau bzw. Schornsteinfeger jeweils mit Meisterprüfung oder staatlich anerkannte und geprüfte Techniker aus den Bereichen Hochbau, Bauingenieurwesen und technische Gebäudeausrüstung – und eines der Zusatzkriterien nach Abs. (2) erfüllt sein – z. B. Abschluss eines Studiums mit einem Ausbildungsschwerpunkt im energiesparenden Bauen oder mindestens zweijährige Berufserfahrung in wesentlichen bau- oder anlagentechnischen Tätigkeitsbereichen des Hochbaus, erfolgreiche Teilnahme an einer entsprechenden Fortbildungsmaßnahme oder eine nicht auf bestimmte Gewerke beschränkte Bauvorlageberechtigung nach den bauordnungsrechtlichen Vorschriften der Länder. Unabhängig davon sind nach Abs. (2a) Personen zur Ausstellung von Energieausweisen für bestehende Gebäude und von Modernisierungsempfehlungen berechtigt, die nach bauordnungsrechtlichen Vorschriften der Länder zur Unterzeichnung von bautechnischen Nachweisen des Wärmeschutzes oder der Energieeinsparung bei der Errichtung von Gebäuden berechtigt sind.

Diesem Konzept liegt die Überlegung zugrunde, dass es Ausbildungsgänge gibt, in denen von vornherein vertiefte Kenntnisse über energiesparendes Bauen vermittelt werden oder diese mit einer gewissen Berufspraxis erwartet werden dürfen und andere Ausbildungen, die zwar bestimmte bautechnische Kenntnisse vermitteln, aber noch einer ergänzenden Fortbildung zum energiesparenden Bauen bedürfen. Durch die komplizierte zweistufige Formulierung gibt es jedoch immer Fälle, in denen nicht eindeutig geklärt werden kann, ob die Berechtigung vorliegt oder nicht. So ist z. B. in § 21 Abs. (1) Satz 1 Nummer 1b nicht ganz klar, was mit einem Ausbildungsschwerpunkt auf einem unter Nummer 1a genannten Gebiet genau gemeint ist. Ist z. B. ein Diplom-Physiker mit einschlägiger, weit über zweijähriger Berufserfahrung in wesentlichen bau- oder anlagentechnischen Bereichen des Hochbaus zur Ausweiserstellung berechtigt oder nicht?

Die Deutsche Energie-Agentur (dena) bietet auf ihren Internetseiten einen diesbezüglichen Service an, mit dem gelistete Anbieter für die Ausstellung von Energieausweisen ermittelt werden können. Die dena prüft vor der Eintragung in die Datenbank die Zeugnisse und andere Qualifikationsnachweise des Anbieters, weist aber ausdrücklich darauf hin, dass aus der Registrierung in der Datenbank nicht auf die tatsächliche Berechtigung zur Ausstellung von Energieausweisen in Bestandsgebäuden geschlossen werden kann¹.

Nach § 17 Abs. (4) sind „Energieausweise vom Aussteller unter Angabe von Name, Anschrift und Berufsbezeichnung eigenhändig oder durch Nachbildung der Unterschrift zu unterschreiben“. Insbesondere der zweite Teil des Satzes legt nahe, dass eine automatisierte Erstellung eines rechtsgültigen Energiebedarfsausweises inklusive des Einsetzens einer Nachbildung der Unterschrift zulässig ist.

¹ Der oben aufgeführte Diplomphysiker mit über zweijähriger Berufserfahrung wurde übrigens in die Datenbank der dena aufgenommen.

Laut § 27 EnEV 2007 handelt ordnungswidrig, wer vorsätzlich oder fahrlässig entgegen der in § 21 Abs. (1) Satz 1 und Abs. (2a) genannten Voraussetzungen für die Ausstellung von Energieausweisen für bestehende Gebäude einen Energieausweis oder Modernisierungsempfehlungen ausstellt. Ein Bußgeld von bis zu 15.000 € kann verhängt werden.

Implikationen des Energieausweises

Über die in der EnEV begründeten Ausstellungs- und Vorlagepflichten kommt dem Energieausweis eine maßgebliche Rolle bei Mieterhöhungsverlangen zu (§§ 558, 558a, 558d BGB). Im so genannten ökologischen Mietspiegel wird die wärmetechnische Beschaffenheit eines Gebäudes durch den Primärenergiekennwert abgebildet. Hierbei wird der Primärenergiekennwert aus dem Energieausweis unmittelbar entnommen.

Wird nun das Mieterhöhungsverlangen gerichtlich überprüft, d. h. durch den Mieter in Frage gestellt, ist die ortsübliche Vergleichsmiete der Prüfungsmaßstab, impliziert also auch die Richtigkeit des Primärenergiekennwertes bzw. des Energieausweises. Liegt der mietpreiserhöhende Wert nicht vor, so ist das Mieterhöhungsverlangen unbegründet. Im Einzelfall ist ein Schaden des Vermieters (z. B. Prozesskosten) nicht auszuschließen.

Ist der Energieausweis fehlerhaft erstellt worden und somit ein falscher Primärenergiekennwert ausgewiesen worden, sind grundsätzlich vertragliche Schadensersatzansprüche gegen den Aussteller möglich. Hierbei kommt es im Einzelnen auf die konkreten vertraglichen Beziehungen zwischen dem Auftraggeber und dem Auftragnehmer (dem Energieausweisersteller) an. Wird ein Energieausweis aus welchen Gründen auch immer kostenlos erstellt, befreit dies nicht von der Pflicht, den Energieausweis sachgerecht und fachgerecht zu erstellen. Eine solche Haftung besteht also auch, wenn im Rahmen der Erstellung eines ökologischen Mietspiegels kostenlose Energiebedarfsausweise ausgestellt werden als Anreiz für alle Eigentümer oder Vermieter, die sich an der Datenerhebung beteiligen. Unverzichtbar ist deshalb in jedem Fall eine ausreichende Haftpflichtversicherung für den Energieausweisersteller.

Sonstige rechtliche Fragen

- Nicht abschließend geklärt sind folgende Fragen:
- Plausibilität der Daten nach § 17 Abs. (5) EnEV 2007: Wann besteht bei Bereitstellung der für den Energieausweis erforderlichen Daten „begründeter Anlass zu Zweifeln an ihrer Richtigkeit“ ?
- Vereinfachtes Aufmaß der geometrischen Abmessungen des Gebäudes: Die Zulässigkeit des KVEP-Flächenschätzverfahrens zur Erhebung der geometrischen Abmessungen des Gebäudes ist für die Energieausweiserstellung zu prüfen.

4.2.4 Zusammenfassende Bewertung

Prinzipiell ist eine automatisierte Ausstellung von Energieausweisen im Rahmen der Mietspiegelerstellung möglich. Gegenüber der ohnehin durchgeführten Erhebung entsteht zusätzlicher Aufwand zum einen beim Vermieter durch die Ermittlung der Teilflächen der thermischen Gebäudehülle (Außenwand, Fenster, Dach, Kellerdecke/-fußboden), zum anderen beim Mietspiegelersteller durch die erforderlichen umfangreicheren Plausibilitätskontrollen.

Rechtlich ergibt sich ein Problem lediglich bei fehlerhaft ausgestellten Energieausweisen und somit einem falsch ausgewiesenen Primärenergiekennwert. Verliert ein Vermieter aufgrund eines fehlerhaften Energieausweises eine gerichtliche Auseinandersetzung, kann er grundsätzlich Schadensersatz gegen den Aussteller geltend machen, z. B. in Bezug auf die Prozesskosten. Unverzichtbar ist deshalb eine ausreichende Haftpflichtversicherung des Energieausweiserstellers.

Bei der Mietspiegelerstellung in Darmstadt und in Frankfurt wurde aus folgenden Gründen auf die Ausstellung von gesetzlich gültigen Energiebedarfsausweisen verzichtet:

- Der Anspruch des Instituts an die Qualität der Energiebedarfsausweise übersteigt die Mindestanforderungen der EnEV. So ist ein Ortstermin zur Datenerhebung und zur Einschätzung von Modernisierungsempfehlungen aus Sicht des IWU erforderlich. Dies wäre im Rahmen der Mietspiegelerstellung nicht möglich.
- Sollten im Einzelfall fehlerhafte Energieausweise auftreten, bestünde die Gefahr, dass die fachliche Kompetenz des Mietspiegelerstellers oder die Verlässlichkeit des Mietspiegels in der öffentlichen Diskussion in Frage gestellt werden könnte. Diese Gefahr besteht unabhängig davon, ob der Energieausweisersteller die Fehler zu verantworten hat oder es sich um fehlerhafte Angaben des Vermieters handelt.

5 Methodische Verbesserungen bei der Datenerhebung

In dem in Darmstadt umgesetzten Konzept werden die für die Berechnung der Energiekennwerte erforderlichen Gebäudedaten über einen Papierfragebogen direkt bei den Vermietern abgefragt. Für die Integration der wärmetechnischen Beschaffenheit in die Mietspiegelanalyse sind ein hoher Rücklauf der Fragebögen und eine hohe Datenqualität erforderlich. Ergänzend zu den in Abschnitt 4 untersuchten Anreize für die Teilnahme der Vermieter an der Datenerhebung wird in diesem Abschnitt untersucht, wie die Datenerhebung selbst für die Vermieter möglichst einfach gestaltet werden kann. Gegenüber dem oben erwähnten „Standardvorgehen“ bei der Datenerhebung werden folgende Fälle betrachtet:

- Erheben der Daten im Rahmen einer Vor-Ort-Begehung durch einen Fachmann
- Erheben der Daten beim Vermieter in Form von Telefoninterviews
- Telefonische Erinnerung der Vermieter statt zweitem Erinnerungsbrief.

Die unterschiedlichen Varianten der Datenerhebung konnten im Rahmen des Mietspiegels Darmstadt 2008 realisiert und getestet werden. Auf der Grundlage dieser Erfahrungen werden am Ende dieses Abschnitts weitere Verbesserungspotenziale aufgezeigt.

5.1 Anwendungstest im Rahmen der Mietspiegelerstellung Darmstadt 2008

Das Standardvorgehen zur Erhebung der energetischen Gebäudedaten im Rahmen der Mietspiegelerstellung Darmstadt 2008 sah derart aus, dass den Vermietern der Fragebogen aus Abbildung 1 zusammen mit einem Rücksendeumschlag zugesandt wurde. Antwortete ein Vermieter nicht, wurde er zweimal jeweils nach etwa zwei Wochen erinnert. Hierzu wurde ihm der Fragebogen inkl. des Rückschlags erneut zugesandt. Insgesamt wurden also bis zu drei Briefe an jeden Vermieter verschickt.

Neben diesem Standardvorgehen konnten bei der Vermieterbefragung zum Mietspiegel Darmstadt die folgenden alternativen Erhebungsmethoden getestet werden.

Vor-Ort-Datenaufnahme durch einen Fachmann

Da der Fragebogen zur energetischen Gebäudequalität zum Teil für den Laien komplexe Fragen enthält, wurde untersucht, ob die Rücklaufquote durch Unterstützung beim Ausfüllen der Fragebögen erhöht werden kann. Für eine Auswahl von Vermietern wurde in dem zweiten Erinnerungsbrief angekündigt, dass ein Fachmann sich meldet, um die Daten vor Ort zu erheben. Dazu trifft sich ein Energieberater oder Schornsteinfeger mit dem Vermieter an dem zu bewertenden Gebäude, besichtigt dies und erhebt die erforderlichen Daten. Angaben zum Baujahr, beheizter Wohnfläche sowie zu nachträglichen energetischen Verbesserungen (Wärmedämmung, Fensteraustausch, neue Heizung) und Brennstoffverbrauch erfragt er vom Vermieter. Mit dieser Information wird der Fragebogen vom Fachmann direkt ausgefüllt.

Telefoninterview

Bei einem weiteren Teil der Vermieter wurde im zweiten Erinnerungsschreiben angekündigt, dass sich ein Fachmann meldet, um die erforderlichen Daten im Rahmen eines Telefoninterviews zu erfragen. Im Telefongespräch können die benötigten Angaben erläutert und aufgrund der Schilderungen des Vermieters auch bei schwierigen Fällen die richtigen Angaben für den Fragebogen identifiziert werden.

Telefonische Erinnerung statt zweitem Erinnerungsbrief

Für eine Anzahl von Vermietern wurde auf das Verschicken eines zweiten Erinnerungsbriefes verzichtet. Stattdessen erfolgte eine telefonische Erinnerung.

Für den Test der aufgezeigten Ansätze wurden private Vermieter von 247 Gebäuden wie in Tabelle 7 dargestellt kontaktiert. Tabelle 7 zeigt den absoluten und der prozentualen Erfolg in Bezug auf den Eingang ausgefüllter Fragebögen.

Variante	Anzahl gesamt	Ausgefüllte Fragebogen eingegangen	Prozentuale Erfolgsquote
Standardvorgehen: 3 Briefkontakte <ul style="list-style-type: none"> • Erster Brief (Fragebogen FB und Rückumschlag RU) • Erster Erinnerungsbrief (mit FB und RU) • Zweiter Erinnerungsbrief (mit FB und RU) 	133	36	27 %
Vor-Ort-Datenaufnahme und Telefoninterview <ul style="list-style-type: none"> • Erster Brief (FB mit RU) • Erster Erinnerungsbrief (FB mit RU) • Zweiter Erinnerungsbrief: Ankündigen der telefonischen Kontaktaufnahme, um Vor-Ort-Datenaufnahme oder Telefoninterview abzusprechen. 	82	41	50 %
Telefonische Erinnerung <ul style="list-style-type: none"> • Erster Brief (FB mit RU) • Erster Erinnerungsbrief (FB mit RU) Telefonische Erinnerung und Anbieten der Vor-Ort-Begehung oder des Telefoninterviews	32	15	47 %
Gesamt	247	92	37 %

Tabelle 7: Ansprache der Vermieter, die auch nach dem zweiten Anschreiben keine Fragebogen zurückgesandt bzw. abgesagt hatten

Die Erfahrung aus der Anwendung in Darmstadt zeigte, dass die Vor-Ort-Datenaufnahme von den Vermietern nicht in Anspruch genommen wurde. Ein Grund ist vermutlich, dass der Vor-Ort-Termin mit dem/den Mieter/n abgesprochen werden muss. Hier hatten Vermieter Zweifel, ob die Mieter dem zustimmen würden. Außerdem scheuten die Vermieter den zusätzlichen Zeitaufwand eines Vor-Ort-Termins.

Der Zeitaufwand für das Telefoninterview lag zwischen 10 bis 15 Minuten. Auch das Telefoninterview wurde nur in wenigen Fällen nachgefragt. Als Vorteil wurde von Vermietern gesehen, dass die Befragung für die Vermieter direkt erledigt war und der Zeitaufwand insgesamt für ihn geringer war.

Auch wenn das Angebot der Vor-Ort-Aufnahme und des Telefoninterviews kaum genutzt wurde, war doch der telefonische Kontakt mit den Vermietern von entscheidender Bedeutung für den Rücklauf, wie Tabelle 7 zeigt. Durch den telefonischen Kontakt mit den Vermietern/Eigentümern konnte der Rücklauf gegenüber einem dritten brieflichen Kontakt etwa verdoppelt werden.

Die telefonische Kontaktaufnahme ist jedoch sehr aufwändig. Der Zeitaufwand für die telefonische Kontaktaufnahme ergab sich insbesondere aus der z. T. schlechten Erreichbarkeit der Vermieter. Insgesamt ergab sich etwa ein mittlerer Aufwand von 20 Minuten je Fall.

Fazit:

Die hier durchgeführten Untersuchungen können aufgrund der geringen Fallzahlen die Fragestellung nicht abschließend beantworten. Sie geben aber einen ersten Eindruck in die Erfolgchance der einzelnen Erhebungsansätze.

Eine Vor-Ort-Aufnahme der Daten wird bei dem Umfang und Detailtiefe des Fragebogens von den Vermietern nicht gewünscht. Ein entsprechendes Angebot muss nicht gemacht werden.

Das Telefoninterview kann in einzelnen Fällen die Erfolgsquote erhöhen. Es ist ein sinnvolles Zusatzangebot; dieses ist aber nicht entscheidend für die tatsächliche Rücklaufquote.

Über den telefonischen Kontakt wurde eine deutliche Erhöhung der Rücklaufquote erreicht. Der Aufwand war jedoch sehr hoch.

5.2 Zukünftiges Verbesserungspotenzial

Mit den Datenerhebungen in Darmstadt und Frankfurt liegen erste Erfahrungen zu den Erhebungen der Gebäudedaten über einen vereinfachten Fragebogen bei den Vermietern vor. Hieraus ergeben sich Ansatzpunkte für weitere Verbesserungen.

In Darmstadt wurde die Vermieterbefragung vom IWU in der in Abschnitt 5.1 beschriebenen Art und Weise durchgeführt.

In Frankfurt führte das ifak-Institut die Vermieterbefragung durch. Die Erhebung der energetischen Gebäudedaten erfolgte im Rahmen einer ohnehin geplanten Vermieterbefragung, indem der Fragebogen um die energetischen Fragen ergänzt wurde. Die energetischen Fragen waren weitgehend identisch mit denen aus Abbildung 1. Durch die Kombination der beiden Befragungsthemen fiel der vom Vermieter auszufüllende Fragebogen jedoch deutlich umfangreicher aus als in Darmstadt. Die Ansprache der privaten Vermieter erfolgte in Frankfurt wie folgt:

- Erster Brief mit Fragebogen (FB) und Rücksendeumschlag (RU)
- Erster Erinnerungsbrief mit FB und RU
- Telefonische Erinnerung.

Wohnungsbaugesellschaften oder Vermieter mit mehreren Gebäuden wurden individuell angesprochen.

Die Rücklaufstatistik für die Vermieterbefragungen als Summe über Darmstadt und Frankfurt zeigt Abbildung 4.

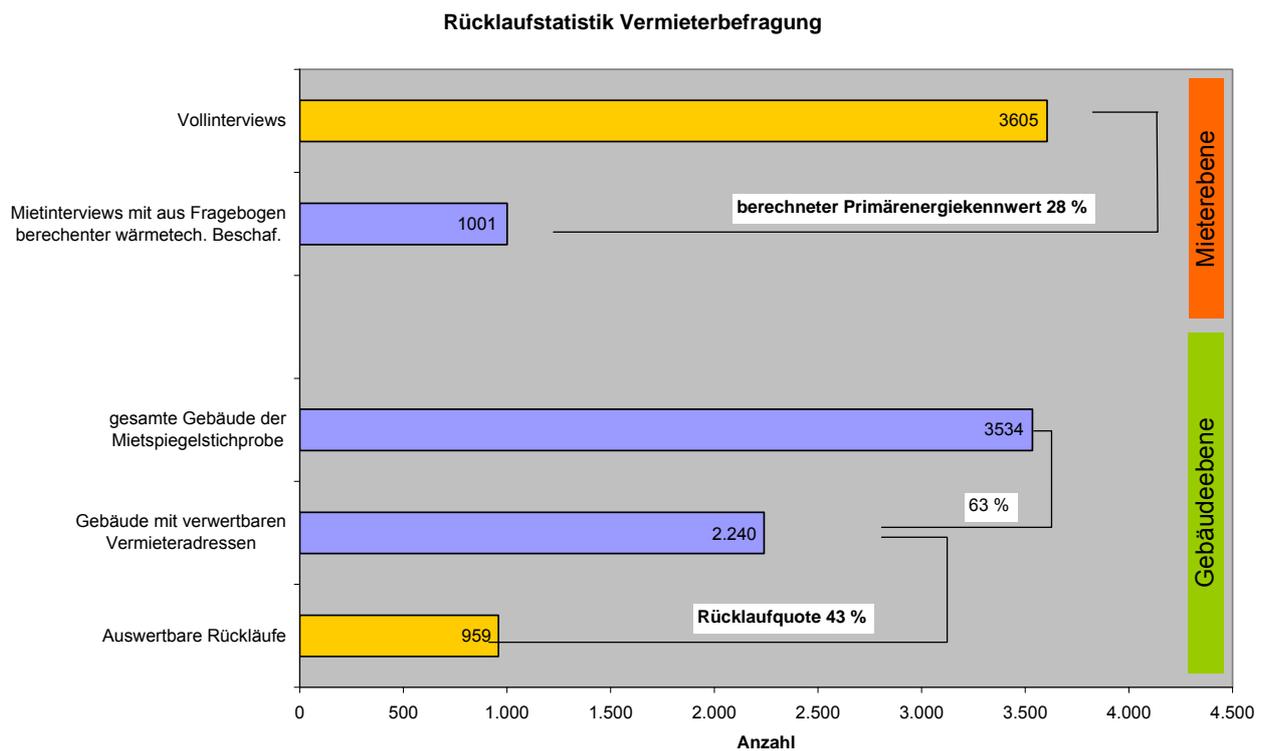


Abbildung 4: Rücklaufstatistik der Vermieterbefragung

Bei der Darstellung der Rücklaufstatistik werden zwei Auswertungsebenen unterschieden:

1. Gebäudeebene: Für die Bewertung des Erfolgs der Vermieterbefragung ist ausschlaggebend, für wie viele Gebäude die Fragebögen ausgefüllt zurückgesandt wurden. Bezogen wird dieser Wert auf die Anzahl der Vermieter, deren Adresse ermittelt und denen damit ein Fragebogen zugeschickt werden konnte. Bei dieser Betrachtung ergibt sich als Mittel über beide Kommunen eine Rücklaufquote von 43 %, was als positives Ergebnis gewertet werden kann.

2. Mieterebene: Für die statistischen Analysen zur Mietspiegelerstellung ist entscheidend, für wie viele Fälle mit abgeschlossenen Mieterinterviews der Energiekennwert auf der Grundlage des ausgefüllten Fragebogens berechnet werden konnte. Insgesamt ist dies für 28 % der Fall. Der niedrigere Wert ergibt sich daraus, dass nur für 63 % aller zu bewertenden Gebäude die Vermieteradresse ermittelt werden konnte.

Die Unterschiede in der Grundgesamtheit zwischen Gebäude- und Mieterebene sind darauf zurückzuführen, dass zum Teil in einem Gebäude mehrere Mieterinterviews durchgeführt wurden. Zu den 3605 Vollinterviews korrespondieren entsprechend lediglich 3534 Gebäude.

Die Rücklaufstatistik zeigt, dass zur Steigerung des Anteils von Mieterinterviews mit vorliegendem Primärenergiekennwert Verbesserungen bei der Ermittlung der Vermieteradressen sowie beim Rücklauf der angeschriebenen Vermieter sinnvoll sind. Lösungsansätze könnten in folgenden Punkten liegen:

1. Ermittlung der Vermieteradressen
 - Verlosung eines Preises unter den Mietern, die Vermieteradresse korrekt angegeben haben
 - Spezielle Lösungen bei mehreren Vermietern in einem Gebäude, z. B. bei Eigentümergemeinschaften. Denkbar ist, dass der Eigentümer die Adresse des Verwalters übermittelt. Der Fragebogen kann dann alternativ an den Verwalter geschickt werden.
2. Rücklauf der angeschriebenen Vermieter
 - Verlosen eines Preises unter den Vermietern, die den Fragebogen mit plausiblen Daten zurückgesandt haben
 - Weitere Vereinfachung des Fragebogens
 - Einbinden der Energieausweise in die Datenerhebung

Im folgenden Abschnitt wird ein Vorschlag zur weiteren Vereinfachung des Fragebogens bei der Datenerhebung aufgezeigt.

5.3 Weitere Vereinfachung des Fragebogens

Auch wenn in Zukunft vermehrt Energiebedarfsausweise bei den Vermietern vorliegen werden, so wird doch für den überwiegenden Teil der Gebäude eine vereinfachte Aufnahme der energetischen Gebäudedaten über den Fragebogen erforderlich sein. Um einen möglichst hohen Fragebogenrücklauf zu erzielen, muss der Aufwand zum Ausfüllen dieses Fragebogenteils möglichst gering gehalten werden. Es stellt sich die Frage, wie der Fragebogen aus Abbildung 1 weiter reduziert und vereinfacht werden kann.

5.3.1 Nutzung von Angaben aus dem Mieterfragebogen

Zunächst bietet es sich an, die gebäudebezogenen Daten, die ohnehin durch das zugehörige Mieterinterview ermittelt werden, aus dem Vermieterfragebogen zu streichen. Dies setzt voraus, dass

die entsprechenden Fragen bei den Mieterinterviews überwiegend beantwortet werden und dass die Angaben als zuverlässig eingeschätzt werden können.

Bei den Befragungen im Rahmen der Mietspiegelerstellung Darmstadt und Frankfurt wurden beispielsweise folgende energetische Angaben sowohl bei Mieter als auch bei Vermieter abgefragt:

- Anzahl Wohnungen im Gebäude
- Gebäude freistehend oder mit angrenzenden Nachbargebäuden
- Beheizte Wohnfläche des Gebäudes
- Baujahr des Gebäudes
- Anzahl Vollgeschosse
- Lichte Raumhöhe
- Rollläden vorhanden
- Fernwärme/Heizsystem.

Für die energetische Bilanzierung werden im vereinfachten Kurzfragebogen folgende Angaben aus den Mieterinterviews übernommen und nicht mehr im Vermieterfragebogen abgefragt:

- Anzahl Vollgeschosse
- Lichte Raumhöhe
- Rollladenkästen vorhanden

Diese Angaben können mit hoher Genauigkeit im Rahmen der Mieterinterviews vor Ort erhoben werden.

Nicht übernommen wird das Baujahr des Gebäudes. Da Mietverträge nicht auf das Baujahr Bezug nehmen, dürften die Mieter die Baualtersklasse häufiger geschätzt haben. Dazu kommt, dass die Vermieter in 96 % der Fälle eine Angabe zum Baujahr machten, die Mieter nur in 88 % der Fälle.

Die Wohnfläche des gesamten Gebäudes muss ebenfalls weiterhin beim Vermieter erfragt werden, da diese Information den Mietern in der Regel nicht vorliegt.

Den Angaben zur beheizten Wohnfläche liegt ein bestimmtes räumliches Modell des Gebäudes zugrunde. Vermieter, die einen Block mit mehreren Aufgängen (und Hausnummern) besitzen und über keine nach Hauseingängen getrennten Daten verfügen, geben die Wohnfläche möglicherweise für das gesamte Anwesen und nicht allein bezogen auf die postalische Adresse an. Um die innere Konsistenz der Informationen aus dem Fragebogen zu gewährleisten ist es deshalb ratsam, Angaben zu angrenzenden Nachbargebäuden und zur Anzahl der Wohneinheiten ebenfalls über den Vermieter zu erheben.

Die Angaben zum Heizsystem können ebenfalls nur vom Vermieter verlässlich beantwortet werden. Deswegen wird auch die Mieterangabe zur Fernwärmebeheizung nicht verwendet.

5.3.2 Weitere Vereinfachungen des Fragebogens

Die Erfahrungen aus den Mietspiegelerstellungen in Darmstadt und Frankfurt zeigen, dass gewisse Angaben von dem überwiegenden Teil der Vermieter einheitlich ausgefüllt wurden. So wurde fast immer der Keller als unbeheizt angegeben (Frankfurt: 90 % der Vermieterangaben). In dem neuen vereinfachten Fragebogen wurde deswegen nur noch der thermisch vollständig getrennte Keller (z. B. bei vielen Passivhäusern) abgefragt, ansonsten aber ein unbeheizter Keller als Standardwert in der Berechnung angesetzt.

Derartige Mittelwertersetzungen wurden unter Berücksichtigung der Sensitivität auf den Primärenergiekennwert, der Validität der gemachten Angabe und des Vorhandenseins von typischen Mittelwerten bei folgenden Werten vorgenommen.

- Konstruktionsart von Fußboden, oberster Geschossdecke bzw. Dach
- Gauben
- Fensterrahmen
- Beheizung mit Holzkessel bzw. Wärmepumpe
- Heizungsverteilung im ungeheizten Bereich
- Baualter der Warmwasserverteilung

Zudem wurden aufgrund der gemachten Erfahrungen einige Fragen modifiziert:

- Dachformen: Steildach – Flachdach
- Fensterart
- Lüftungsanlage: reduziert
- Zusätzlich: Niedrigenergiehaus, Passivhaus

Unter Berücksichtigung dieser Modifikationen ergibt sich die in Abbildung 5 dargestellte vereinfachte Form des Fragebogens aus Abbildung 1.

Fragebogen - Energetische Gebäudequalität

Teil 2: Gebäudebewertung

Zentralheizung bzw. Gas-Etagenheizung (falls vorhanden)			
<input type="checkbox"/> Zentralheizung <input type="checkbox"/> Gas-Etagenheizung	Zentralheizung bzw. Gas- Etagenheizung versorgt: <input type="radio"/> das ganze Gebäude <input type="radio"/> Teile des Gebäudes, nämlich: <input type="radio"/> 75% <input type="radio"/> 50% <input type="radio"/> 25% der Wohnfläche		9
Wann wurden die Heizungsrohre eingebaut? <input type="radio"/> bis 1978 <input type="radio"/> 1979 bis 1994 <input type="radio"/> ab 1995			
Wärmeerzeuger			
<input type="checkbox"/> Kessel oder Therme <input type="checkbox"/> Nah-/Fernwärme	a) Brennstoff <input type="radio"/> Erdgas <input type="radio"/> Heizöl <input type="radio"/> Flüssiggas <input type="radio"/> unbekannt	b) Kesseltyp <input type="radio"/> Konstanttemperatur <input type="radio"/> Niedertemperatur <input type="radio"/> Brennwertkessel <input type="radio"/> unbekannt	c) Baujahr <input type="radio"/> bis 1986 <input type="radio"/> 1987-1994 <input type="radio"/> ab 1995 <input type="radio"/> unbekannt
Besonderheiten			
<input type="checkbox"/> Zentralheizung mit Holzkessel			
<input type="checkbox"/> Zentralheizung mit Elektro-Wärmepumpe Wärmequelle <input type="radio"/> Außenluft <input type="radio"/> Erdreich/Grundwasser			
<input type="checkbox"/> Zentralheizung mit BHKW (Wärme- und Stromerzeugung) im Gebäude			
<input type="checkbox"/> Elektrische Fußbodenheizung			
Raumweise Beheizung (falls vorhanden)			
<input type="checkbox"/> Einzelöfen mit Brennstoff: <input type="checkbox"/> Heizöl <input type="checkbox"/> Kohle <input type="checkbox"/> Holz <input type="checkbox"/> Gas			
<input type="checkbox"/> Elektro-Heizgeräte / Elektro-Öfen <input type="checkbox"/> als Nachtspeichergeräte (Sondertarif)			
Warmwasserbereitung			
a) <input type="checkbox"/> kombiniert mit Zentralheizung oder Etagenheizung (s.o.) <input type="checkbox"/> Gas-Durchlauferhitzer <input type="checkbox"/> Elektro-Durchlauferhitzer <input type="checkbox"/> Elektro-Speicher / -Kleinspeicher <input type="checkbox"/> Sonstige	b) Einbau Speicher <input type="radio"/> bis 1994 <input type="radio"/> ab 1995		14
c) Besonderheiten <input type="checkbox"/> Thermische Solaranlage			

Haben Sie **Anmerkungen** zum Fragebogen? Ja, und zwar folgende

Erläuterungen: Bei runden Feldern darf nur ein Feld angekreuzt werden, bei quadratischen Feldern mehrere.

- 9 **Zentralheizung - Gas-Etagenheizung:** Zentralheizung liegt vor, wenn ein Wärmeerzeuger mehrere Wohnungen oder das gesamte Gebäude versorgt; Gas-Etagenheizung, wenn ein Wärmeerzeuger je Wohnung vorhanden ist.
- 11 **Konstanttemperatur:** Kesseltemperatur bleibt die Heizperiode gleich (70 bis 90°C); auch bei "Standardkessel" zu wählen.
Niedertemperatur: Kesseltemperatur wird an Außentemperatur angepasst (niedrige Außentemperaturen - hohe Kesseltemperatur). U. a. an Außentemperaturfühler an der Nordfassade erkennbar.
Brennwertkessel: wie Niedertemperatur; zudem wird Abgas so weit abgekühlt, dass enthaltener Wasserdampf kondensiert. U. a. an Außentemperaturfühler (Nordfassade), Kondensatablauf (Anschluss an Abwassernetz) bzw. Neutralisationsbehälter (nur bei großen Anlagen) erkennbar.
Nah/Fernwärme: liegt vor, wenn eine Heizzentrale mehr als fünf Gebäude versorgt und Wärmeverteilungsleitungen im Erdreich verlaufen. Wenn ein Kessel weniger als fünf Gebäude versorgt, bitte "Kessel" ankreuzen.
- 12 **Wärmepumpe:** Wärmequelle - "Erdreich-Grundwasser" ankreuzen, wenn ein Brunnen gebohrt oder Erdspieße bzw. Erdmatten (Erdkollektoren) verlegt wurden.

1234

0815591245

Abbildung 5: vereinfachte Form des Fragebogens zur Abfrage der energetischen Gebäudedaten

Die Vereinfachungen beim Fragebogen und damit der Datenaufnahme haben Auswirkungen auf den berechneten Primärenergiekennwert. Abbildung 6 zeigt den Vergleich der berechneten Primärenergiekennwerte nach Abschnitt 6.2 für den Fall, dass die Datenerhebung mit dem ursprünglichen Fragebogen aus Abbildung 1 bzw. mit dem vereinfachten Fragebogen aus Abbildung 5 erfolgt.

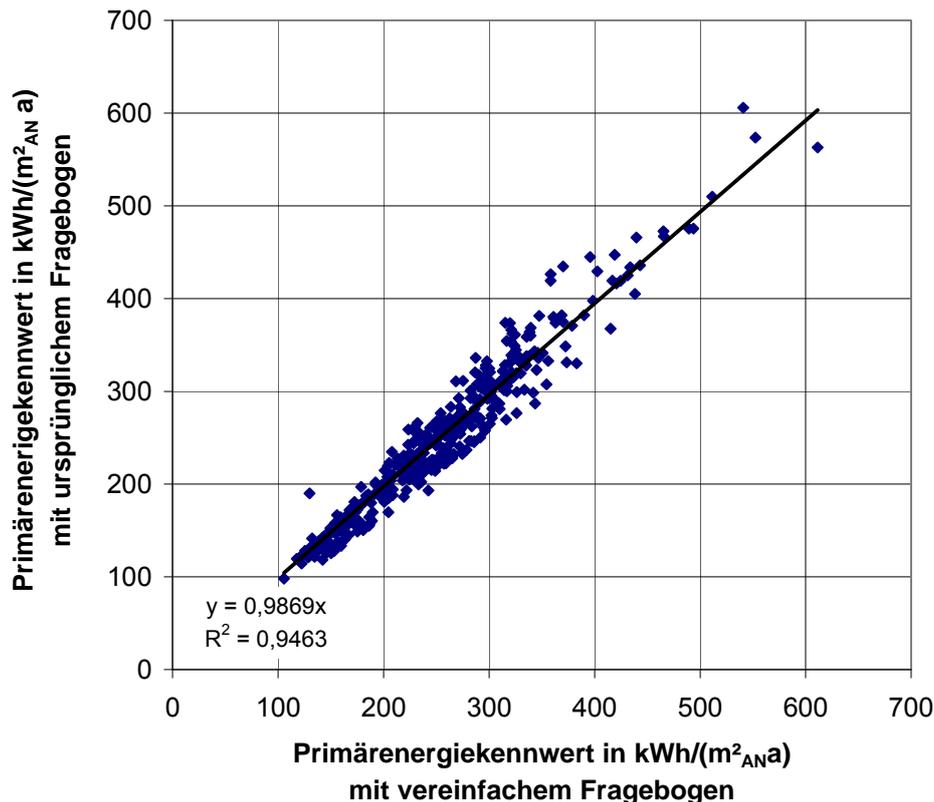


Abbildung 6: Vergleich der angepassten Primärenergiekennwerte für den Fall der Datenaufnahme mit dem ursprünglichen Fragebogen (siehe Abbildung 1) und dem vereinfachten Fragebogen nach (Abbildung 5)

Im Mittel stimmen die Primärenergiekennwerte weitgehend überein. Dies belegt die Steigung der Regressionsgeraden, die mit 0,99 weitgehend dem Wert 1 entspricht.

Eine Streuung zwischen den beiden Primärenergiekennwerten ist vorhanden. Sie ist aber mit einem Korrelationskoeffizienten (R^2) von 95 % gering. Welcher Wert des Primärenergiekennwerts den energetischen Zustand des Gebäudes richtiger beschreibt, ist dabei noch offen. So kommt ein Teil der Unterschiede aus den unterschiedlichen Angaben von Mietern und Vermietern zu Geschosszahl und lichter Raumhöhe. Diese werden in dem neuen vereinfachten Fragebogen aus den Mieterinterviews übernommen. Es kann davon ausgegangen werden, dass diese Daten im Rahmen des Ortstermins korrekt erhoben werden können. Wird die durch Anzahl der Vollgeschosse

und Raumhöhe erzeugte Streuung aus den vorliegenden Daten herausgerechnet, reduziert sich die Streuung und es ergibt sich ein verbesserter Korrelationskoeffizient (R^2) von 97 %.

Die gemachten Vereinfachungen führen also im Mittel nicht zu einer Veränderung der Primärenergiekennwerte der Stichprobe und nur zu einer geringen Abweichung von den Originalwerten. Da bei der Mietspiegelerstellung nicht die energetische Bewertung eines Einzelfalls sondern eines großen Gebäudepools von Bedeutung ist, machen sich die Abweichungen statistisch kaum bemerkbar. Die Vereinfachungen können also in dem Zusammenhang angewendet werden.

6 Primärenergetische Bewertung

Über das Merkmal „wärmetechnische Beschaffenheit“ soll im Mietspiegel der erhöhte Wohnwert für die Mieter von energetisch guten Gebäuden abgebildet werden. Bisher wird die „wärmetechnische Beschaffenheit“ über den berechneten Primärenergiekennwert eines Gebäudes operationalisiert.

Der Primärenergiekennwert beschreibt die ökologische Qualität bzw. die Ressourceneffizienz eines Gebäudes. Er quantifiziert die gesamte für Heizung und Warmwasserbereitung aufgewendete Energiemenge. Berücksichtigt sind in diesem Kennwert neben dem im Gebäude eingesetzten Brennstoff auch die Energieaufwendungen der vorgelagerten Prozessketten wie Förderung, Wandlung und Transport, die zur Bereitstellung des Brennstoffs im Gebäude erforderlich sind.

Die wärmetechnische Beschaffenheit muss den Wohnwert für den Mieter abbilden. Der Wohnwert für den Mieter liegt neben der höheren thermischen Behaglichkeit insbesondere in niedrigeren Heizkosten.

Für die Beheizung mit den konventionellen Energieträgern Gas, Öl und Strom, was auf etwa 90 % der Darmstädter Gebäude zutrifft, ist die ökologische Bewertung durch den Primärenergiekennwert weitgehend deckungsgleich mit der Wohnwertbewertung für den Mieter. Hier kann der Primärenergiekennwert direkt zur Bestimmung der wärmetechnischen Beschaffenheit herangezogen werden.

Bei einigen Energieträgern unterscheidet sich die ökologische Bewertung jedoch von der Wohnwertbewertung für die Mieter. So ergeben sich bei Fern-/Nahwärme z. B. niedrige Primärenergiekennwerte, wobei die Heizkosten im Vergleich hoch sind. Der Primärenergiekennwert bildet für diese Fälle den Wohnwert für den Mieter damit nicht zufriedenstellend ab.

Dies verdeutlicht beispielhaft Abbildung 7. Hier sind typische Heizkosten aufgezeigt, die sich bei gleichem Primärenergiekennwert für unterschiedliche Energieträger ergeben.

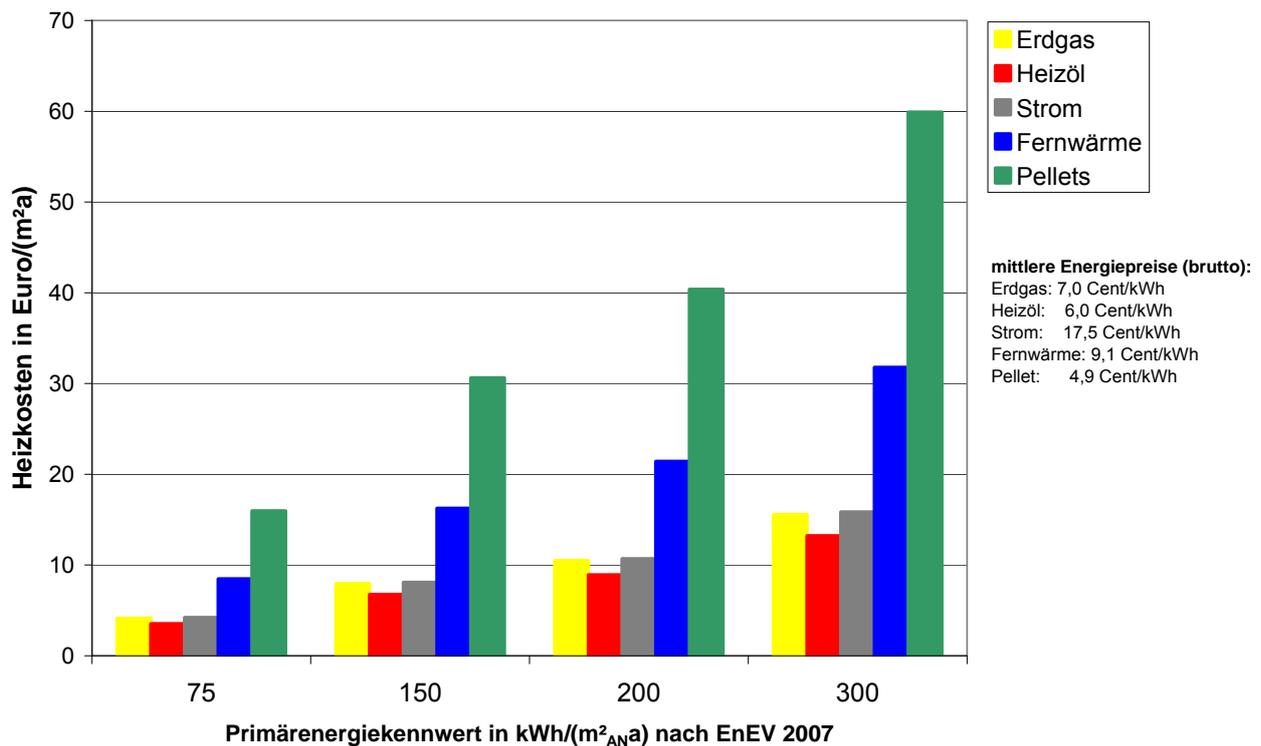


Abbildung 7: Heizkostenbelastung der Mieter bei gleichem Primärenergiekennwert

Bei Fern-/Nahwärme würden die Heizkosten gegenüber Gas bei gleichem Primärenergiekennwert etwa doppelt so hoch liegen, bei Pellets um mehr als den Faktor 3 höher. Um auch für diese Energieträger zu einer dem Wohnwert angemessenen Bewertung zu kommen, werden im Folgenden unterschiedliche Ansätze aufgezeigt:

1. Mehrzeilige Übertragungsmatrix mit gesonderten Grenzen für Fern- und Nahwärme sowie Holz.
2. Bestimmen eines „angepassten“ Primärenergiekennwertes.

Neben der Exaktheit bei der Ermittlung des Wohnwertes für die Mieter ist dabei auch immer der Aufwand zu beachten, den ein Vermieter hat, um die entsprechende Bewertung eines Gebäudes vorzunehmen. Bedingung für die Ansätze ist, dass die Daten des Bedarfs-Energieausweises für eine Ermittlung der wärmetechnischen Beschaffenheit ausreichen.

6.1 Mehrzeilige Übertragungsmatrix

Eine Möglichkeit, die unterschiedlichen Energiepreise bei der Ableitung der wärmetechnischen Beschaffenheit zu berücksichtigen besteht darin, gesonderte Grenzen in der Übertragungsmatrix für die problematischen Energieträger wie Fern- und Nahwärme bzw. Holz anzugeben.

Am einfachsten wäre es, die neuen Grenzen auch auf Primärenergieebene zu definieren. Dies ist jedoch bei Nah-/Fernwärme nicht möglich, da hier je nach eingesetzten Energieträgern und Kraftwärmekopplungsanteil unterschiedliche Primärenergiefaktoren verwendet werden dürfen (siehe

Tabelle 8). Zudem ist es zulässig, die Primärenergiefaktoren von Nah-/Fernwärme durch unabhängige Sachverständige für ein Versorgungsgebiet individuell ermitteln zu lassen.

	Primärenergiefaktor nach DIN V 4701-10	
	aus Kraftwärmekopplung	aus Heizwerken
Nah-/Fernwärme aus fossilen Energieträgern	0,7	1,3
Nah-/Fernwärme aus erneuerbaren Brennstoffen	0	0,1

Tabelle 8: Primärenergiefaktoren nach DIN V 4107-10

Aus dem Grund werden die Grenzen in der Übertragungsmatrix zur Bestimmung der wärmetechnischen Beschaffenheit für die Fern-/Nahwärme sowie Holz und Kohle auf Endenergieebene angegeben.

Die Grenzen der Übertragungsmatrix berechnen sich ausgehend von der Ursprungsform aus Tabelle 6 unter Berücksichtigung:

- des Primärenergiefaktors Gas $f_{p, gas}$ sowie
- des in Abschnitt 6.4 angegebenen Energiekostenverhältnisses zu Gas

wie folgt:

Gleichung 1
$$q_{f, x, y} = \frac{q_{p, Gas, y}}{f_{p, gas}} \cdot \frac{k_{Gas}}{k_x} = \frac{q_{p, Gas, y}}{1,1} \cdot \frac{1}{z_{k, x}}$$

mit

$q_{f, x, y}$	kWh/(m ² _{AN} a)	Endenergiekennwert für den Energieträger x und die Klassengrenze y
$q_{p, Gas, y}$	kWh/(m ² _{AN} a)	Primärenergiekennwert für den Energieträger Gas und die Klassengrenze y
$f_{p, Gas}$	-	Primärenergiefaktor nach DIN 4701 Teil 10 für Energieträger Gas
k_{Gas}	Cent/kWh	Spezifische Energiekosten für Gas
k_x	Cent/kWh	Spezifische Energiekosten für den Energieträger x
$z_{k, x}$	-	Energiekostenverhältnis des Energieträgers x zu Gas

Unter Anwendung von Gleichung 1 ergibt sich bei Berücksichtigung der Energiekostenverhältnisse aus Abschnitt 6.4 folgende Form der Übertragungsmatrix.

Übertragungsmatrix: 4 Klassen; 3 Energieträgergruppen				
Zahlenwerte: Primärenergiekennwerte in kWh/(m ² _{AN} a)				
Klasse der wärmetechnischen Beschaffenheit	IV	III	II	I
Erdgas, Öl, Strom	> 250	250 - 176	175 - 125	< 125
Zahlenwerte: Endenergiekennwerte in kWh/(m ² _{AN} a)				
Klasse der wärmetechnischen Beschaffenheit	IV	III	II	I
Nah-/Fernwärme, Flüssiggas	> 189	189 - 134	133 - 95	< 95
Holz(pellets), Kohle (Briketts)	> 325	325 - 228	227 - 162	< 162

Tabelle 9: Übertragungsmatrix mit 4 Klassen und gesonderten Zeilen für Energieträger Nah-/Fernwärme sowie Holz und Kohle

Zur Einordnung eines bestimmten Gebäudes in die Übertragungsmatrix wird für Nah-/Fernwärme bzw. Holz und Kohle der Endenergiekennwert aus dem Energiebedarfsausweis herangezogen. Bei diesem Summenwert wird nicht zwischen dem Aufwand für Heizung und Warmwasser sowie Hilfsenergie unterschieden, sondern die Summe aller aufgewandten Endenergie angegeben. Die hierdurch entstehende Unschärfe bei der energetischen Bewertung wird in Kauf genommen, um die Anwendung des Mietspiegels möglichst einfach und ohne Nebenrechnung zu ermöglichen.

Für die Einordnung in die Übertragungsmatrix ist lediglich der Energieträger für die Heizung maßgebend. Der Energieaufwand für Warmwasserbereitung und Hilfsenergie wird nicht gesondert betrachtet.

Werden für die Beheizung eines Gebäudes mehrere Energieträger verwendet, so ist der Energieträger für die Einordnung in die Übertragungsmatrix ausschlaggebend, der

- den größeren Anteil der Wohnfläche des Gebäudes beheizt.
- Wird die gleiche Wohnfläche von mehreren Energieträgern beheizt, so ist der Energieträger mit dem größeren Deckungsanteil (bezogen auf die gelieferte Wärme) ausschlaggebend.

6.2 „Angepasster“ Primärenergiekennwert

Alternativ zur mehrzeiligen Übertragungsmatrix ist es auch möglich, weiterhin eine einzeilige Übertragungsmatrix zu verwenden und die im Energieausweis ausgewiesenen Energiekennwerte durch so genannte Gewichtungsfaktoren an die vorliegende Fragestellung anzupassen. Der Zahlenwert des „angepassten“ Energiekennwerts wird dabei neben der energetischen Qualität des Gebäudes auch vom mittleren Preisniveau der eingesetzten Energieträger beeinflusst. Der „angepasste“ Energiekennwert ist nicht vergleichbar mit den Energiekennwerten nach EnEV. Er wird lediglich zur Ermittlung der wärmetechnischen Beschaffenheit herangezogen.

Der „angepasste“ Primärenergiekennwert berechnet sich aus

- dem Endenergiebedarf für die unterschiedlichen in einem Gebäude eingesetzten Energieträger entsprechend Seite 2 des Energieausweises sowie
- den Gewichtungsfaktoren z. B. nach Tabelle 11

über folgende Gleichung:

Gleichung 2
$$q_{p,g} = \sum_x (q_{f,x} \cdot g_x)$$

mit

- $q_{p,g}$ kWh/(m²_{AN} a) „angepasster“ Primärenergiekennwert
- $q_{f,x}$ kWh/(m²_{AN} a) Endenergiekennwert für den Energieträger x
- g_x - Gewichtungsfaktor für den Energieträger x

Das Schema der Berechnung ist beispielhaft in Tabelle 10 dargestellt.

Bezeichnung	Endenergiekennwert (gesamt) kWh/(m ² _{AN} a)	Gewichtungsfaktor -	gewichteter Primärenergiefaktor kWh/(m ² _{AN} a)
Fernwärme	150	1,4	210
Strom	3	2,7	8,1
-	-	-	-
Summe			218,1

Tabelle 10: Ermitteln des angepassten Primärenergiekennwerts

Energieträger	Gewichtungsfaktor -
Erdgas	1,1
Heizöl	1,1
Strom	2,7
Fernwärme	1,4
Holz(pellets)	0,8
Kohle (Briketts)	0,8

Tabelle 11: Gewichtungsfaktoren zur Ermittlung des angepassten Primärenergiefaktors

Die Gewichtungsfaktoren werden unter Verwendung des in Abschnitt 6.4 ermittelten Kostenverhältnisses wie folgt bestimmt.

Gleichung 3

$$g_x = z_{k,x} f_{p,Gas}$$

mit

g_x	-	Gewichtungsfaktor für den Energieträger x
$z_{k,x}$	-	Energiekostenverhältnis des Energieträgers x zu Gas
$f_{p,Gas}$	-	Primärenergiefaktor nach DIN 4701 Teil 10 für Energieträger Gas

Die Gewichtungsfaktoren für Heizöl und Strom sind dabei gerundet, um weiterhin für die 90 % der Gebäude die einfache Bewertung über den Primärenergiekennwert zu ermöglichen.

6.3 Bewertung der Ansätze

Die Anwendung der mehrzeiligen Übertragungsmatrix und des angepassten Primärenergiefaktors führt in den meisten Fällen in Bezug auf die Klasse der wärmetechnischen Beschaffenheit zum gleichen Ergebnis. Wird die wärmetechnische Beschaffenheit für die Gebäude der Mietspiegelstichprobe in Frankfurt mit der mehrzeiligen Übertragungsmatrix und dem „angepassten“ Primärenergiekennwert bestimmt, ergeben sich lediglich in 3 % der Fälle abweichende Einordnungen.

Die Unterschiede zwischen der primärenergetischen, ökologischen Bewertung und der Nutzwertbewertung für den Mieter können mit beiden Ansätzen weitgehend ausgeglichen werden. Das Ergebnis einer auf diese Art ermittelten wärmetechnischen Beschaffenheit zeigt Abbildung 8. Dargestellt sind typische Heizkosten pro Quadratmeter bei gleicher wärmetechnischer Beschaffenheit.

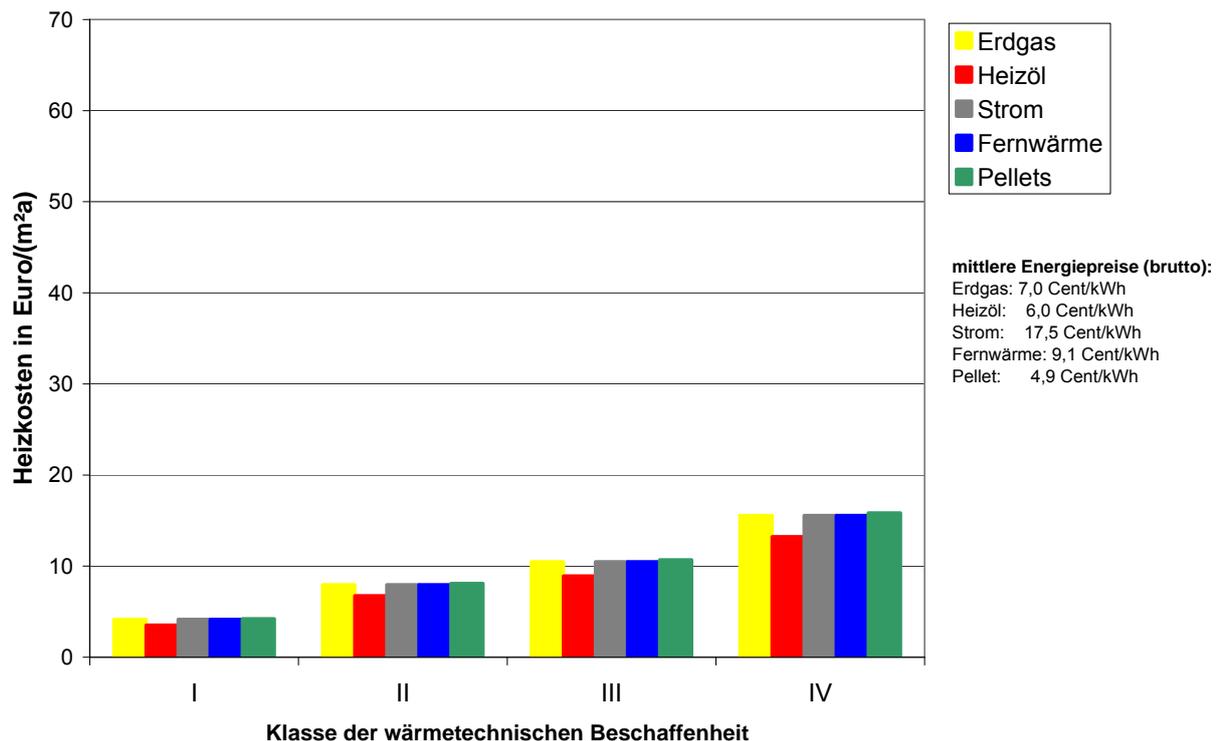


Abbildung 8: typische Heizkosten abhängig von der Klasse der wärmetechnischen Beschaffenheit für unterschiedliche Energieträger – wärmetechnische Beschaffenheit über die mehrzeilige Übertragungsmatrix oder den angepassten Primärenergiekennwert ermittelt

Die Heizkosten bei gleicher wärmetechnischer Beschaffenheit sind für alle Energieträger ähnlich. Damit wird eine am Wohnwert orientierte Bewertung der energetischen Gebäudequalität erreicht.

Die Entscheidung für eines der beiden vorgestellten Konzepte kann also auf der Grundlage der praktischen Anwendung getroffen werden. Die Vor- und Nachteile sind im Folgenden stichwortartig aufgeführt:

Mehrzeilige Übertragungsmatrix

- Vorteil:
 - Einfache Handhabbarkeit. Die im Energiebedarfsausweis aufgeführten Energiekennwerte (Primärenergie- bzw. Endenergiebedarf) können direkt in die Klassen der Übertragungsmatrix eingeordnet werden. Es sind keine Nebenrechnungen erforderlich.
- Nachteile:
 - Elektrische Warmwasserbereitung: Es wird nicht berücksichtigt, dass die elektrische Warmwasserbereitung sowohl primärenergetisch als auch kostenmäßig ungünstig ist. Gegenüber der exakten Bewertung kann es zur Zuweisung einer anderen wtB-Klasse kommen. Die Wahrscheinlichkeit ist umso größer, je näher der Gebäudekennwert an der Klassengrenze liegt und je besser die Energieeffizienz des Gebäudes ist.

- Mischsysteme: Insbesondere bei Mischsystemen mit Holz und Kohle können die jeweiligen Anteile der Energieträger nicht individuell abgebildet werden.
- Die Anwender müssen je nach Energieträger für die Beheizung entweder den Primär- oder den Endenergiebedarf für die Ermittlung der wärmetechnischen Beschaffenheit verwenden. Dies kann unter Umständen zu Fehlern in der Anwendung führen.

Angepasster Primärenergiefaktor

- Vorteil
 - Mischsysteme und elektrische Warmwasserbereitung können entsprechend ihrem jeweiligen Anteil berücksichtigt werden. Damit ist die Abbildungsgenauigkeit dieses Ansatzes hoch
- Nachteile
 - Zeitaufwand für Anwendung: Für ca. 10 % aller Fälle muss zur Ermittlung des angepassten Primärenergiefaktors eine kurze Berechnung durchgeführt werden.
 - Konfliktmöglichkeit: Die Gewichtungsfaktoren haben einen relativ engen Bezug zu den Kostenverhältnissen. Es könnte passieren, dass Vermieter die hier verwendeten pauschalen Kostenverhältnisse mit ihren eigenen Kosten korrigieren und diese für die Einordnung in den Mietspiegel verwenden wollen.
 - Der ermittelte Kennwert ist methodisch gesehen kein wirklicher Primärenergiekennwert, da statt des Primärenergiefaktors das Kostenverhältnis zur Abstufung der Energieträger untereinander verwendet wird. Um die Bezeichnung im Mietspiegel einfach zu halten, wird dennoch von einem „angepassten“ Primärenergiekennwert gesprochen.

Eine letztendliche Präferenz für einen der Ansätze existiert nicht. Die Gewichtung zwischen hoher Abbildungsgenauigkeit („angepasster“ Primärenergiekennwert) und einfacher Handhabung (mehrzeilige Übertragungsmatrix) muss individuell von den an der Mietspiegelerstellung beteiligten Kreisen getroffen werden.

6.4 Mittlere Energiekostenverhältnisse

In diesem Abschnitt werden die Kostendaten, die zur Ableitung der Gewichtungsfaktoren dienen, dargestellt. Zur Berechnung der Gewichtungsfaktoren werden so genannte mittlere Energiepreisverhältnisse z_x gebildet. Diese entsprechen dem mittleren Preisverhältnis des jeweiligen Energieträgers zu Erdgas.

Gleichung 4
$$z_x = \frac{k_x}{k_{Gas}}$$

mit

k_x	Cent/kWh	Spezifischer mittlerer Energiepreis für den Energieträger x (brutto)
k_{Gas}	Cent/kWh	Spezifischer mittlerer Energiepreis für Erdgas (brutto)

Der Erdgaspreis wird als Bezugswert herangezogen, da die überwiegende Anzahl der Gebäude (Darmstadt z. B. 73 %) über Erdgas beheizt werden.

Die Preise der Energieträger sind ständigen Veränderungen unterworfen. Insbesondere durch die starken Schwankungen des Ölpreises u. a. aufgrund der Verknappung der Ressourcen, haben sich die Verhältnisse verschoben. Zudem sind die konkreten Preise in einem Gebäude abhängig von dem jeweiligen Tarif und dem Anbieter. Aufgrund dieser Dynamik und Streuung können die Preisverhältnisse nur pauschal abgebildet werden. Hierzu werden mittlere Energiepreise für die einzelnen Energieträger aus folgenden Quellen entnommen:

- [BMWi 2007] Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie: Energiedaten – Nationale und Internationale Entwicklung; Tabelle: Entwicklung von Energiepreisen und Preisindizes; Stand 19.11.2007
- [CARMEN 2007]
- [HMWi 2007]

Abbildung 9 zeigt die zeitliche Entwicklung der Preise (brutto) unterschiedlicher Energieträger nach [BMWi 2007] für Haushalte. Die Werte ergeben sich aus regelmäßig durchgeführten Preiserhebungen unterschiedlicher Institutionen, wobei die folgende Energieabnahme unterstellt ist (Erdgas: ca. 24.000 kWh/a [EuroStat]; Heizöl leicht: 3000 Liter [MWV], Haushaltsstrom: 3500 kWh/a [EuroStat]; Fernwärme: Anschlusswert 15 bis 160 kW – modernisierter Altbau [AGFW]). In Abbildung 10 ist das hieraus ermittelte Preisverhältnis zu Gas angegeben.

Abbildung 11 zeigt den Vergleich der Energiepreise von Holzpellets zu Heizöl und Erdgas nach [CARMEN 2007]. Zu beachten ist, dass hier ein anderer Zeitraum mit höherer Auflösung angegeben ist als in Abbildung 9.

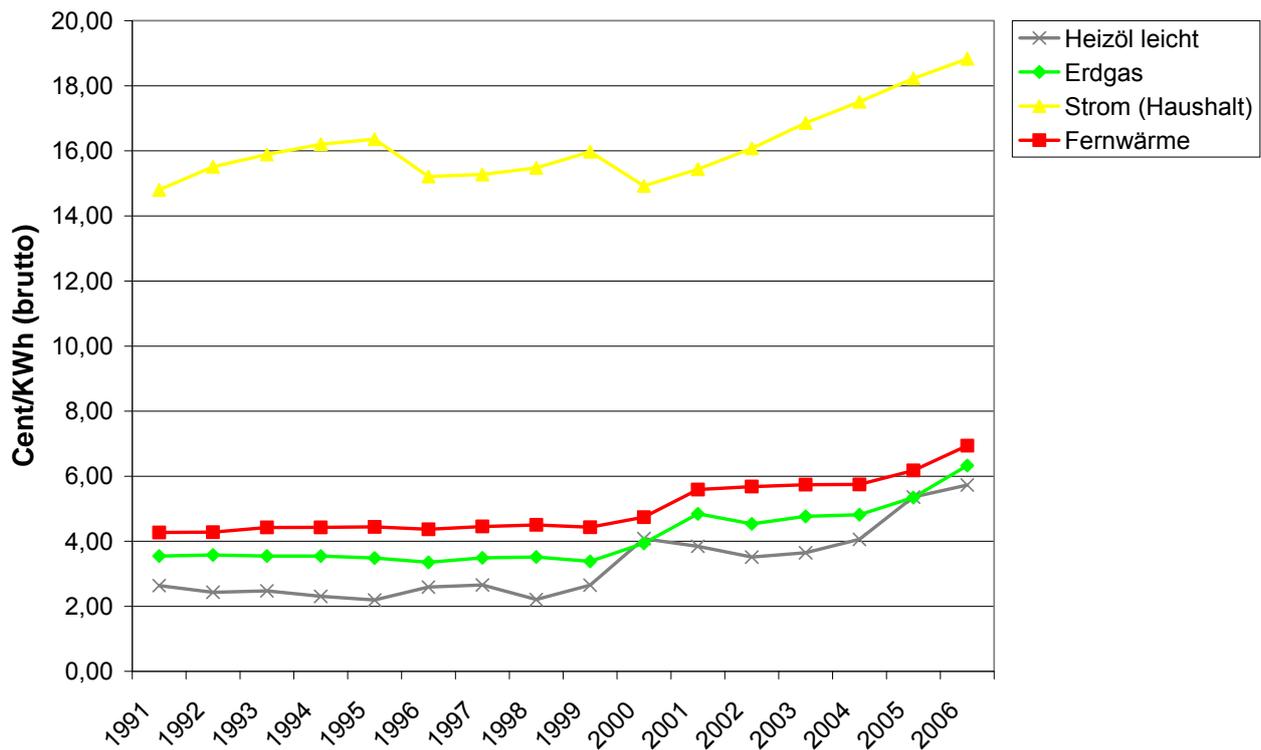


Abbildung 9: Spezifische Energiepreise in Cent/kWh [BMW 2007]

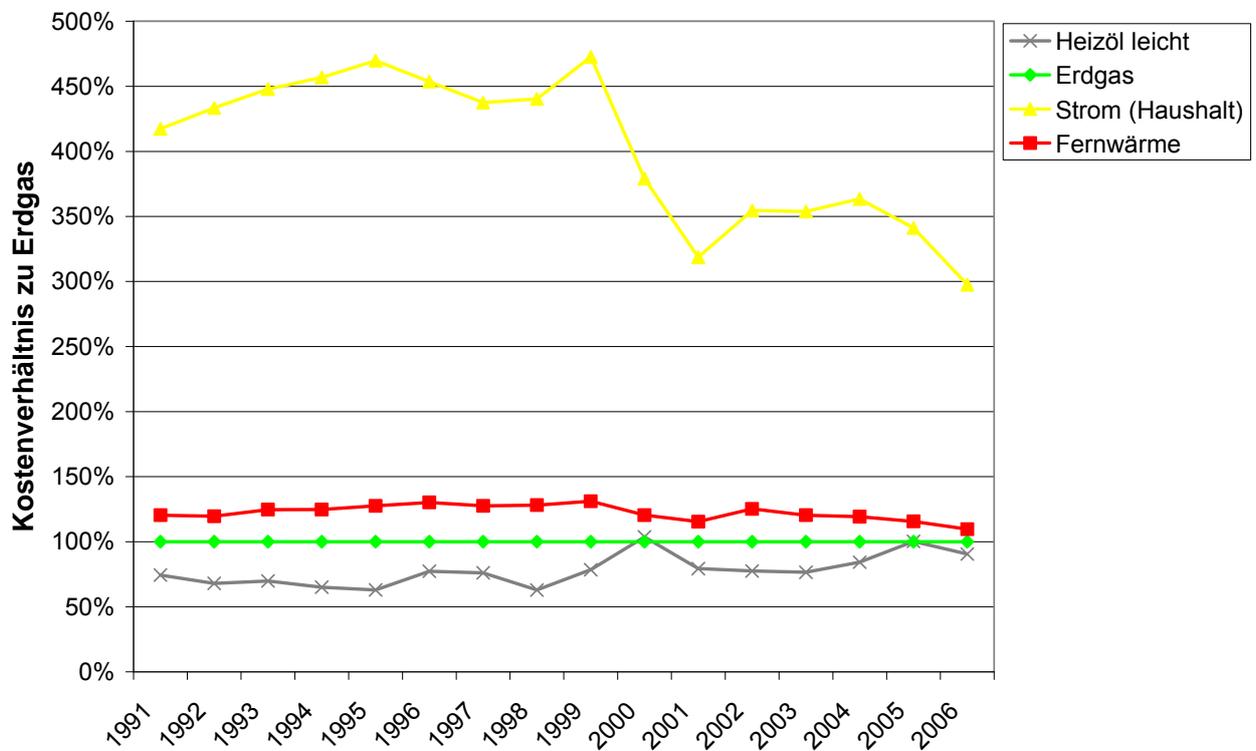
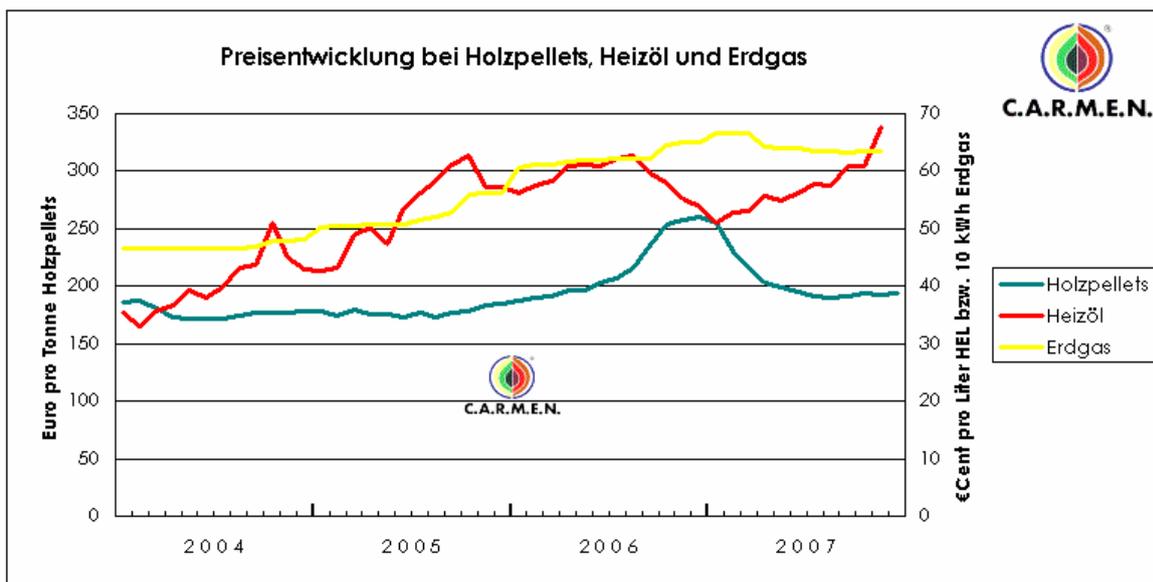


Abbildung 10: Preisverhältnis der unterschiedlichen Energieträger zu Erdgas



Preise inkl. MwSt.

Quellen:

Pelletpreise: C.A.R.M.E.N. e.V.

Öl- und Gaspreise: Statistisches Bundesamt

Abbildung 11: Entwicklung der Holzpelletpreise im Vergleich zu Heizöl und Erdgas [CARMEN 2007]

Da sich die Preisverhältnisse im Zeitverlauf ändern, wird für die Ermittlung der Gewichtungsfaktoren ein Mittelwert des Energiepreisverhältnisses über mehrere Jahre gebildet. Dieses wird noch mit für in der jeweiligen Stadt erhobenen Preise verglichen und gegebenenfalls angepasst.

Am Beispiel der Stadt Darmstadt wurden die mittleren Energiepreisverhältnisse als Mittelwert aus dem Zeitraum 2001 bis 2006 bestimmt und mit im Rahmen einer Preiserhebung bestimmten lokalen Preise abgeglichen. Hieraus ergaben sich die folgenden Werte für das gerundete mittlere Energiepreisverhältnis zu Erdgas.

Energieträger	gerundets mittleres Kostenverhältnis zu Erdgas
Erdgas	100%
Heizöl	100%
Strom	250%
Fern-/Nahwärme	130%
Holz(pellets)	70%
Kohle (Briketts)	70%
Flüssiggas	120%

Tabelle 12: Beispielhaft für Darmstadt ermitteltes gerundetes Energiekostenverhältnis zu Erdgas

7 Die Ergänzung fehlender Primärenergiekennwerte durch das Imputationsverfahren

7.1 Problemstellung

Wie in den vorhergehenden Kapiteln beschrieben, ist für die Erfassung der energetischen Gebäudedaten eine Vermieterbefragung erforderlich. Die für die Mietspiegelerstellung erforderlichen Informationen zu Wohnwertmerkmalen werden hingegen über eine Mieterbefragung erhoben. Deshalb müssen zwei Befragungsquellen zusammengeführt werden. Dabei entsteht das Problem, dass bei paralleler Durchführung der beiden Befragungen die Ausfälle (bedingt durch Verweigerung, Nichterreichbarkeit o. ä.) sich unterschiedlich verteilen und somit zahlreiche Fälle entstehen, die entweder im Mieteranteil oder im Vermieteranteil Lücken aufweisen. Da die Rücklaufquoten insgesamt nur eine für Befragung typische Rücklaufquote von 30 - 60 % erreichen, reduziert es den Aufwand deutlich, wenn die „wichtigere“, d. h. umfangreichere der beiden Befragungen zuerst durchgeführt wird und nur diese Rückläufe dann durch eine konsekutive Zweitbefragung konkretisiert werden. In Darmstadt wurde deshalb erst eine Mieterbefragung durchgeführt und anhand der Rückläufe dann eine Vermieterbefragung zu den energetischen Gebäudedaten. Auch hier sind natürlich wiederum Ausfälle zu verzeichnen, so dass insgesamt ein Sample entsteht, bei dem Mieterangaben komplett vorhanden sind und die Vermieterangaben Lücken aufweisen. Diese Lücken sind im Regelfall auch nicht zufällig verteilt, sondern sorgen für eine Verzerrung des Datensatzes. Da dies für die weitere Behandlung des Themas von Bedeutung ist, sollen hier zunächst die verschiedenen Typen der Repräsentativität der Teilstichproben erörtert werden und Rückläufe aus Mietspiegelerhebungen anhand dieser Vorgaben untersucht werden.

7.2 Struktur der Teilstichprobe mit verwertbarem Fragebogen

7.2.1 Theoretische Grundlagen

Die Menge der vollständigen Fälle ohne Lücken (im Folgenden auch als „kleine Stichprobe“ bezeichnet) sei als Stichprobe aus der Grundgesamtheit aller Fälle (im Folgenden: „große Stichprobe“) verstanden. Im Idealfall ist die kleine Stichprobe ein genaues verkleinertes Abbild der großen Stichprobe – mit einer identischen Zusammensetzung bzgl. aller Eigenschaften und Untergruppen. Beispielsweise verfügt die kleine Stichprobe dann über genau die gleichen Anteile an Mietverträgen in allen Kategorien von Lage, Ausstattung, Größe, Beschaffenheit und Ausstattung. Dies wird als *missing completely at random* (MCAR) bezeichnet.

In der Praxis ist MCAR selten zu erreichen, bzw. es ist vor allem dann annehmbar, wenn die Zahl der Fälle mit fehlenden Werten sehr gering ist. Niedrigere Anforderungen stellt deshalb *missing at random* (MAR). Dabei kann die anteilige Gewichtung der verschiedenen Kategorien von Ausstattung, Lage etc. in der kleinen Stichprobe gegenüber der großen Stichprobe zwar verschoben sein, die Zielvariable (also in diesem Fall der Primärenergiekennwert) muss aber in jeder verzerrten Untergruppe repräsentativ wiedergegeben sein. Dies lässt sich allerdings schwer überprüfen, da die Werte des Primärenergiekennwerts wegen der Lücken in der großen Stichprobe ja gar nicht alle bekannt sind. In der Praxis sind jedoch trotzdem zahlreiche Plausibilitätskontrollen möglich, welche die Annahme MAR stützen können. Ist bspw. die Gruppe der Gebäude mit Baujahr 1978 –1984 in der kleinen Stichprobe unterrepräsentiert, die Energiewerte dieser Gebäude befinden sich aber

genau zwischen denen der Baualterklasse darüber und darunter, so kann davon ausgegangen werden, dass MAR vorliegt.

An dieser Stelle sei noch darauf hingewiesen, dass auch die große Stichprobe (in Darmstadt die Ergebnisse der Mieterbefragung) eine Stichprobe der Grundgesamtheit aller angeschriebenen Haushalte ist. Der Rücklauf mag auch hier – wie bei jeder empirischen Untersuchung – verzerrt sein. Aussagen darüber, wie stark die Verzerrung ist, sind im Regelfall schwer zu treffen, da die Grundgesamtheit entweder nicht bekannt ist oder nur wenige Informationen zur Grundgesamtheit vorliegen. Es ist aber davon auszugehen, dass Mieterrückläufe deutlich unverzerrter als Vermieterrückläufe sind, da die Strukturen bei den Vermietern (Gesellschaften, Private) deutlich heterogener sind, was Auswirkungen auf das Antwortverhalten hat. Beispielsweise verursachen professionell-gewerbliche Vermieter im Regelfall einen deutlich höheren Rücklauf als private.

7.2.2 Empirische Ergebnisse

Die hier theoretisch angestellten Überlegungen sollen nun im Folgenden anhand von Daten aus der Mietspiegelerstellung durch empirische Erfahrungen konkretisiert werden. Es wird aufgezeigt, wie die Teilstichprobe (mit wtB), für die der Primärenergiekennwert aufgrund eines aufgefüllten Fragebogens berechnet werden konnte, mit der Gesamtstichprobe (Gesamt) für unterschiedliche Merkmale übereinstimmt. Der Vergleich wird anhand von Merkmalen aus den Mieterinterviews durchgeführt, die für alle Fälle gegeben sind. Dabei sind folgende – überall aber relativ leichte – Verzerrungen zu verzeichnen (vgl. auch Abbildung 12 bis Abbildung 15):

- Wohnungen in zweigeschossigen Gebäuden sind leicht unterrepräsentiert, in vier- bis fünfgeschossigen Gebäuden leicht überrepräsentiert
- Einfamilienhäuser sind unterrepräsentiert
- Gebäude der 60er und 70er Jahre sind leicht unterrepräsentiert
- Die privaten Vermieter sind gegenüber den professionellen Vermietern leicht unterrepräsentiert. Grund ist die engagierte Mitarbeit von Wohnungsunternehmen bei der Datenerhebung.

In all diesen Fällen wurden die Primärenergiekennwerte für die einzelnen Untergruppen mit Hilfe von Mittelwerten und Standardabweichungen überprüft. Dabei ergab sich durchweg ein plausibles Bild der energetischen Daten. Beispielsweise erwiesen sich die vorhandenen Primärenergiekennwerte bei den privaten Vermietern erwartungsgemäß als höher, da hier einerseits kleinteiligere Gebäudestrukturen und andererseits bekanntermaßen größere Instandhaltungsrückstände vorliegen. Bei den Altersstrukturen ergaben sich erwartungsgemäß niedrigere Energiewerte für neue Gebäude. Nach Prüfung dieser Verzerrungen kann *missing at random* plausibel angenommen werden.

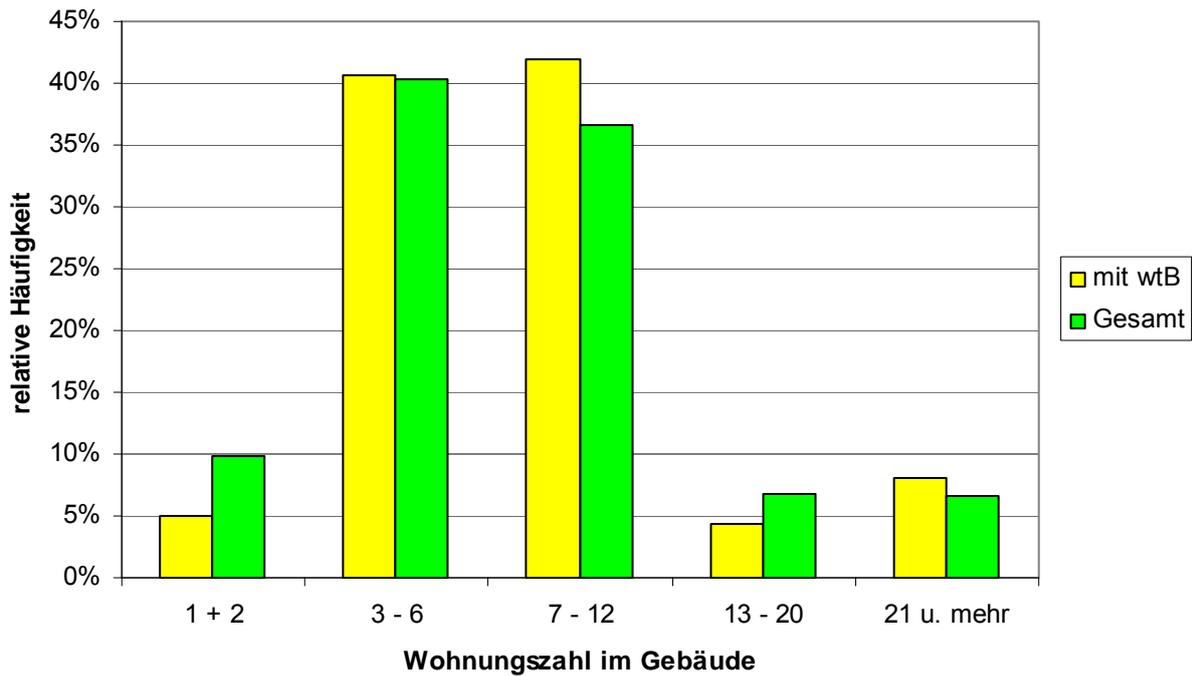


Abbildung 12: Vergleich der Teilstichprobe von Gebäuden mit wärmetechnischer Beschaffenheit (wtB) mit der Gesamtstichprobe in Bezug auf die Anzahl der Wohnungen im Gebäude

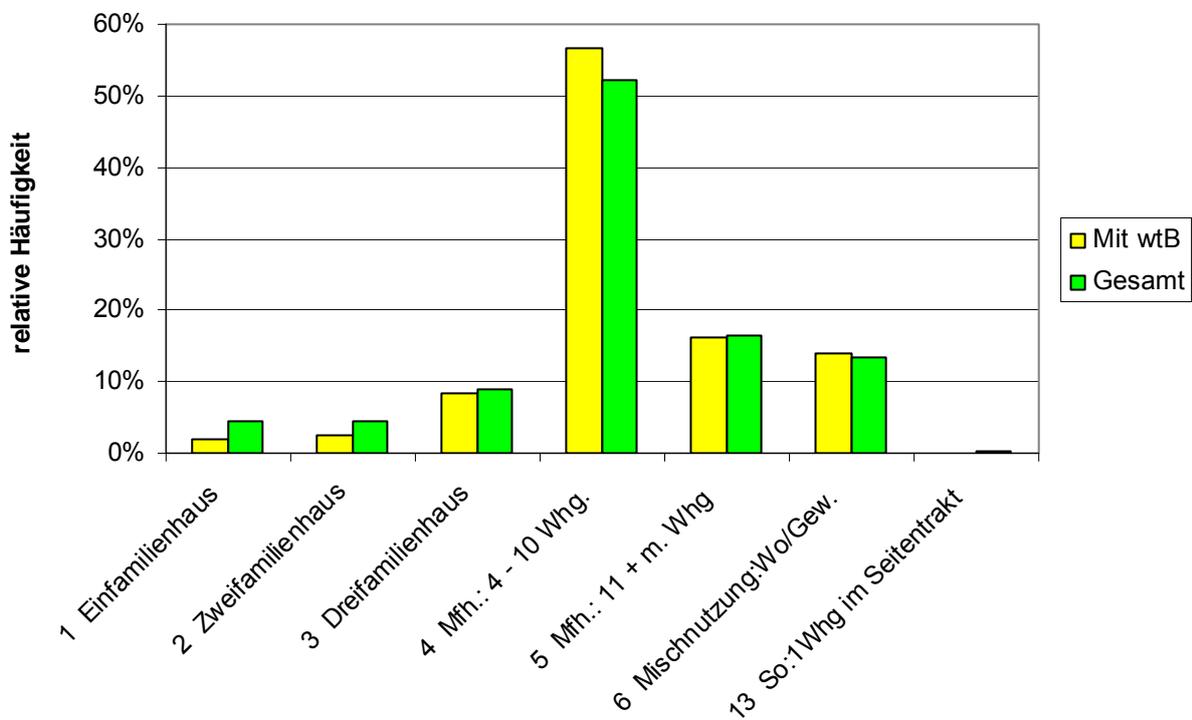


Abbildung 13: Vergleich der Teilstichprobe von Gebäuden mit wärmetechnischer Beschaffenheit (wtB) mit der Gesamtstichprobe in Bezug auf den Gebäudetyp

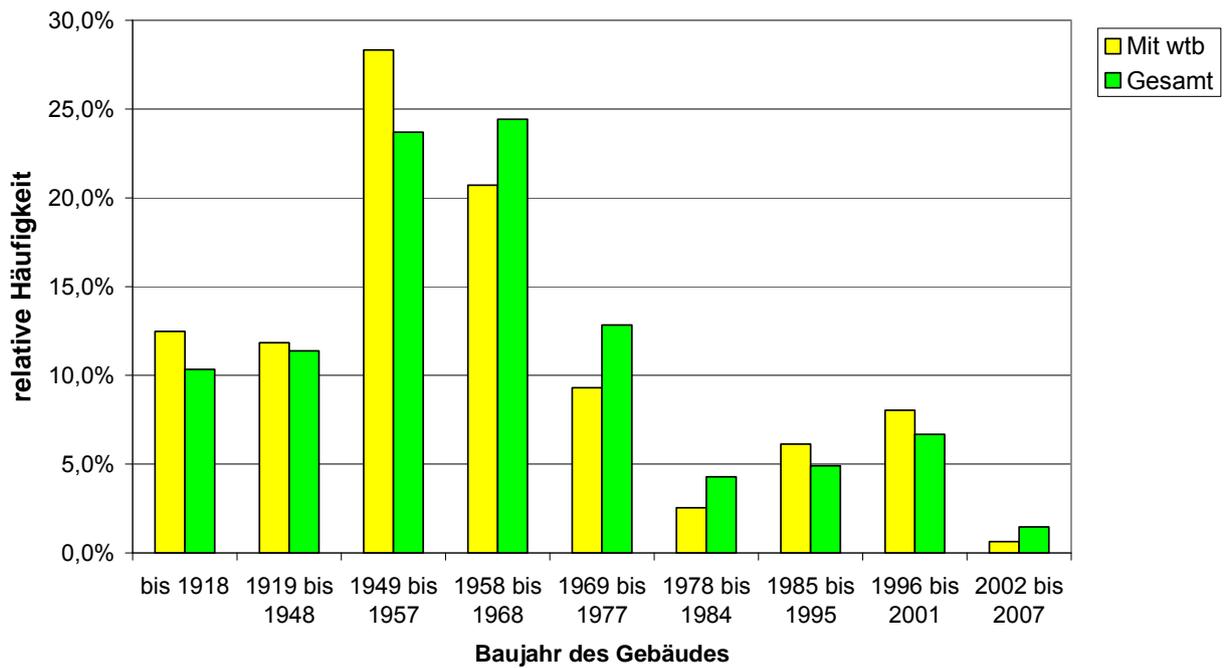


Abbildung 14: Vergleich der Teilstichprobe von Gebäuden mit wärmetechnischer Beschaffenheit (wtB) mit der Gesamtstichprobe in Bezug auf das Baualter des Gebäudes

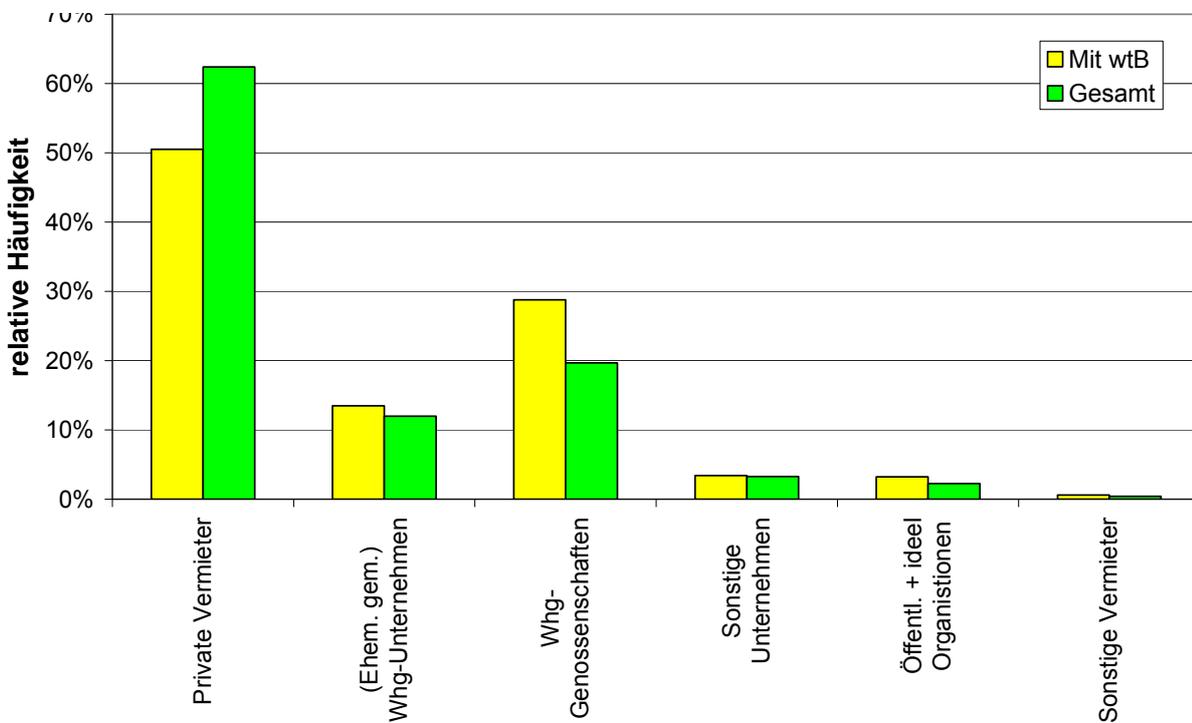


Abbildung 15: Vergleich der Teilstichprobe von Gebäuden mit wärmetechnischer Beschaffenheit (wtB) mit der Gesamtstichprobe in Bezug auf die Vermieterstruktur

7.3 Lösungsansätze

Angesichts des Problems der fehlenden Werte stehen nun bei den statistischen Analysen zur Mietspiegelerstellung folgende Optionen zur Auswahl:

- Man verwendet nur die Fälle, bei denen Vermieter- und Mieterdaten vorliegen (so genannte *listwise deletion* oder *complete case analysis*) [Allison 2001; Seite 1f.]. Dies kann die Zahl der verfügbaren Fälle beträchtlich reduzieren und somit die Genauigkeit des Mietspiegels beeinträchtigen. Den Befragten und den Auftraggebern ist es zudem schwer vermittelbar, dass trotz hoher Befragungskosten für jeden einzelnen Fall nur ein Teil der Fälle genutzt wird. Schließlich ist zu berücksichtigen, dass Unterschiede bei der Wahrscheinlichkeit, welcher Vermietertyp antwortet, zu einer weiteren Verzerrung des Datensatzes auch in den nicht-energetischen Fragen führt.
- Man verwendet alle Fälle trotz vorhandener Lücken. Dies geht allerdings nur bei Regressionsmietspiegeln. Für die Ermittlung der Regressionsgleichung, in der die Miete durch die Wohnwertmerkmale beschrieben wird, benötigt man Mittelwerte, Standardabweichungen und Korrelationsmatrizen, die aus dem Datensatz berechnet werden. Diese Größen werden nun so berechnet, dass jeweils nur die bekannten Werte herangezogen werden (*pairwise deletion*). Dieses Verfahren erzeugt jedoch Verzerrungen, sobald die Teilstichprobe mit ausschließlich bekannten Werten nicht MCAR ist. Es wird deshalb nur bei Merkmalen mit vereinzelt fehlenden Werten herangezogen, d. h. bei anderen Variablen außerhalb der wärmetechnischen Beschaffenheit.
- Man verwendet alle Fälle und behandelt die Lücken als eigene Kategorie (Tabellenspalte in Tabellenmietspiegeln oder Dummyvariable in der Regressionsanalyse). In Tabellenmietspiegeln ist damit gegenüber der *listwise deletion* nichts gewonnen, in der Regressionsanalyse sind die Verzerrungen noch größer als bei der *pairwise deletion* [Allison 2001; Seite 10 ff].
- Man verwendet alle Fälle und füllt die Lücken bei den energetischen Vermieterangaben durch plausible Werte. Diese Werte sollten es ermöglichen, dass die Informationen der Fälle mit Vermieterangabe in allen anderen Variablen genutzt werden können, gleichzeitig aber die neu eingefügten Werte selbst keine Verzerrungen hinzufügen. Dieses Verfahren ist bei der Mietspiegelerstellung geeignet. Das Verfahren der korrekten Auffüllung der Werte heißt **Imputation**.

7.4 Die Imputation der Werte

7.4.1 Mögliche Imputationsverfahren

In der Praxis sind verschiedene Imputationsverfahren in der Anwendung, wobei zu berücksichtigen ist, dass deren Aufwand und Qualität unterschiedlich ist:

- Mittelwertimputation: Eine Imputation des Mittelwertes (aller bekannten Primärenergiekennwerte) ist relativ einfach, führt aber zu einer massiven Nivellierung der energetischen Unterschiede. Insbesondere die Varianz nimmt stark ab. Eine Verbesserung kann durch eine Einteilung in bestimmte Gruppen erreicht werden. Beispielsweise können anhand der Baualtersklassen Durchschnitte gebildet werden und dann klassenweise imputiert werden.

- Einfache Regressionsimputation: Besser ist die Imputation der fehlenden Werte über eine zweite Regressionsgleichung: die Imputationsregression. Dabei werden anhand der vorhandenen Vermieterfragebögen die angepassten Primärenergiekennwerte in Abhängigkeit von weiteren Informationen wie Gebäudealter, Ausstattungsstandard des Gebäudes und Größe des Gebäudes modelliert (*einfache Regressionsimputation*). Auch hier tritt eine – allerdings deutlich reduzierte – Nivellierung der Daten auf.

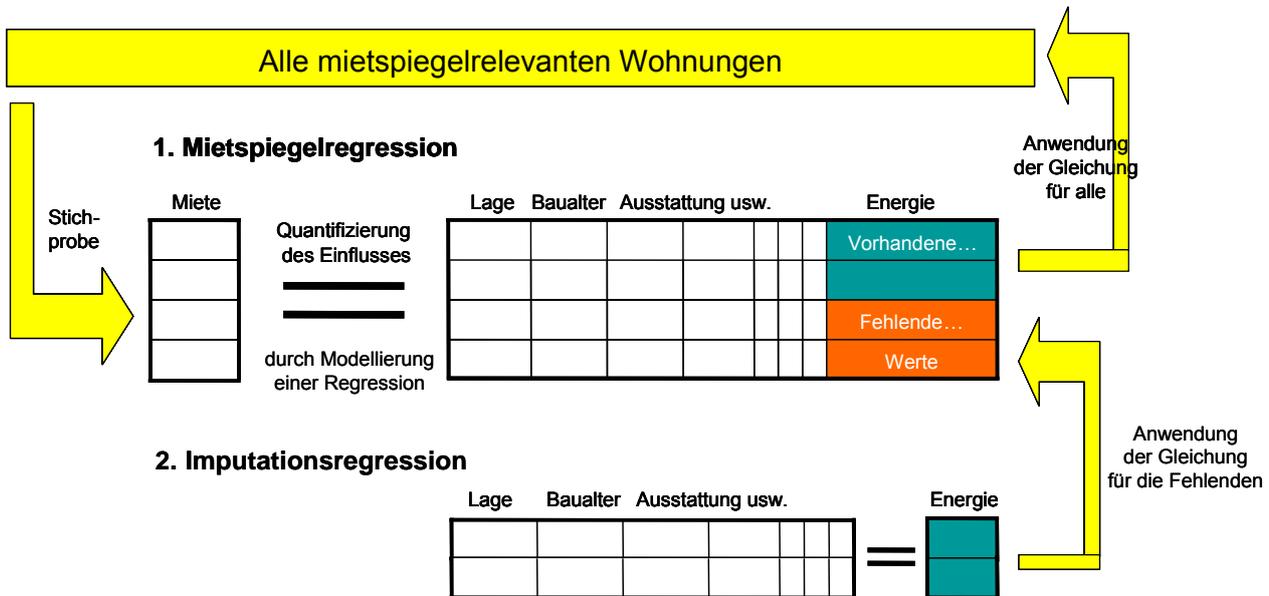


Abbildung 16: Verfahren der einfachen Regressionsimputation

- Expectation-Maximation-Algorithmus: Diese reduzierte Nivellierung kann durch den – inzwischen auch in der statistischen Standardsoftware implementierten – *Expectation-Maximation-Algorithmus* [vgl. Allison 2001] gedämpft werden. Der *Expectation-Maximation-Algorithmus* (kurz: EM) ist ein iteratives Verfahren, welches nach Festlegung eines einfachen Imputationsverfahrens die Residuen simuliert, darauf aufbauend eine neue Imputationsgleichung (mit allen Fällen, den bekannten und den simulierten) berechnet, dann wieder Residuen simuliert usw. Nach einer bestimmten Zahl von Iterationen konvergiert der Algorithmus gegen den gesuchten Wert der Koeffizienten.
- Multiple Imputation: Alternativ können Zufallskomponenten auch parallel für den gleichen Ausgangsdatensatz mehrmals ergänzt werden. Die Berechnung der Mittelwerte, Standardabweichungen und Korrelationsmatrizen erfolgt dann auf Basis des vervielfältigten Datensatzes und simuliert somit die Ungenauigkeit bei der Imputation. Das Verfahren wird als *Multiple Imputation* (MI) bezeichnet und findet derzeit den Eingang in die statistische Standardsoftware.

Da die *einfache Regressionsimputation* zusätzlich die Möglichkeit einer Plausibilitätskontrolle der Koeffizienten unter energiefachlichen Aspekten ermöglichte, wurde neben dem *EM-Algorithmus* auch auf dieses Verfahren zurückgegriffen. Ergebnisse von Schätzgleichungen für die Modellierung des angepassten Primärenergiekennwertes aus Daten zu den Gebäudeeigenschaften werden im Folgenden noch gezeigt.

7.4.2 Modellspezifikation für die Imputationsgleichung

Modelliert wird der Primärenergiekennwert mit Hilfe einer normalen linearen Regressionsgleichung (Ordinary Least Squares). Dabei wird – ähnlich wie in der Mietspiegelregression auch – quadratmeterbezogen modelliert. Die erklärte Variable ist also der Primärenergiekennwert in kWh/(m²a).

Nun sind die erklärenden Variablen, d. h. diejenigen Größen, anhand derer der Primärenergiekennwert modelliert wird, auszuwählen. Grundlage sind die im Rahmen des Mieterinterviews abgefragten Informationen. In Darmstadt und Frankfurt war die Mieterbefragung noch nicht auf diese Fragestellung abgestimmt, so dass keine Informationen zu energetischen Modernisierungen abgefragt wurden. Entsprechend muss die Imputationsregression im Folgenden ohne diese wichtigen Angaben durchgeführt werden. Hier liegt ein großes zukünftiges Verbesserungspotenzial. Für die Imputationsregressionsgleichung kommen folgende Variablengruppen aus dem Mieterfragebogen in Frage:

- Das Baualter in Klassen: Hier ist ein hoher Zusammenhang gegeben. Dies ergibt sich durch die im Zeitverlauf verschärften Mindestanforderungen an die energetische Qualität von Neubauten.
- Der Vermietertyp: Auch hier ist ein Zusammenhang gegeben, der zwar in der Imputationsregression, nicht aber in der nachfolgenden Mietspiegelregression verwendet werden darf (Näheres dazu unten).
- Gebäudeeigenschaften mit direktem Bezug zum Energiebedarf (insbesondere das A/V-Verhältnis). Die Größe des Gebäudes wird über die Zahl der Wohnungen, die Zahl der Geschosse oder den Dummy für ein Einfamilienhaus abgebildet, die Außenwandfläche über die Zahl der direkt angrenzenden Nachbargebäude.
- Gebäudeeigenschaften, die als Indikatoren für Modernisierungen dienen können, z. B. das Vorhandensein eines Aufzugs.
- Sinnvolle Wohnungseigenschaften: Der Primärenergiekennwert wird als Mittelwert für das Gebäude ermittelt. In der Mieterbefragung werden aber im Wesentlichen Wohnungseigenschaften erfragt. Diese können jedoch Hinweise auf den Modernisierungsgrad des Gebäudes geben und somit als Indikatorvariablen (Proxies) dienen. Die Deckenhöhe einer Wohnung legt die Vermutung nahe, dass ähnliche Deckenhöhen auch in den anderen Wohnungen des Gebäudes vorhanden sind.
- Nicht sinnvolle Etagen- und Wohnungseigenschaften sind klassischerweise die Wohnungstypen (Zahl der Zimmer, Küchentyp etc.) und die Größe der Wohnung. Sie geben keinen Hinweis auf den energetischen Zustand oder stattgefundene Modernisierungen und werden deshalb bei der Regressionsimputation ausgeschlossen.
- Komplexe Variablen: Sie werden gebildet, um Beziehungen zwischen den Variablen abzutesten. Beispielsweise ist davon auszugehen, dass das Vorhandensein von Aufzügen keine energetischen Auswirkungen hat. Für ganz bestimmte Gruppen von Gebäuden können sie jedoch auf eine Modernisierung hindeuten, so dass kombinierte Merkmale wie „Aufzug in Gebäuden mit bis zu vier Geschossen“ sinnvoll sein können.

7.4.3 Die Imputation von Werten anhand des Kombinationsdatensamples Frankfurt-Darmstadt

Die folgenden Analysen greifen nun auf ein bereinigtes Kombinationsdatensample aus Daten des Darmstädter und des Frankfurter Mietspiegels zurück. Hiermit wird ein gewisser Grad an Anonymität und eine breitere Datenbasis geschaffen. Zudem wurde auch eine stärkere Bereinigung des Datensatzes um seltene Wohnungs- und Vertragstypen vorgenommen, so dass insgesamt homogenere Daten vorliegen. Der Datensatz enthält u. a. keine Einfamilienhäuser, keine Dienst- und Werkswohnungen, keine Penthaus- und Split-Level-Wohnungen sowie keine Wohnungen mit drei oder mehr Zimmern und untypisch kleinen Küchenformen. Dies Konsequenz dieser Homogenisierung des Datensatzes ist allerdings, dass die Bestimmtheitsmaße der im Folgenden vorgestellten Regressionsanalysen niedriger liegen als in den in Frankfurt und Darmstadt durchgeführten Mietspiegelberechnungen. Grund hierfür ist die Tatsache, dass mit der Homogenisierung zwar die gesamte Varianz verringert wurde, in gleichem Umfang aber auch die erklärte Varianz.

Die Vereinigung der verwendbaren Fälle der beiden Städte ergibt einen Datensatz mit 3.609 Fällen, davon 2.604 in Frankfurt. Nach der Ausselektierung der seltenen Wohnungs- und Vertragstypen verbleiben 3.399 Fälle, davon 2.455 aus Frankfurt. Wie bereits erwähnt, liegen in Darmstadt für ca. 50 % der Fälle und in Frankfurt für knapp 20 % der Fälle Informationen über den Primärenergiekennwert aus der Vermieterbefragung vor. Nach Ausselektierung der seltenen Wohnungs- und Vertragstypen beinhalten 952 Fälle der genannten 3.399 Fälle einen Primärenergiekennwert, davon sind 471 Fälle in Frankfurt und 481 Fälle in Darmstadt.

Rückschlüsse auf die Anwendung des Mietspiegels in Darmstadt oder Frankfurt sind anhand der folgenden anonymisierten Ergebnisse des Kombidatensamples nicht möglich. Abgeleitet werden können aber methodische Rückschlüsse auf die Integration der wärmetechnischen Beschaffenheit sowie allgemeine Hypothesen über den Zusammenhang von wärmetechnischer Beschaffenheit, Miete und korrelierender Wohnwertmerkmale.

Im Folgenden wurden verschiedene Imputationsgleichungen als lineare Regressionsgleichungen berechnet, welche die im vorangegangenen Abschnitt diskutierten Merkmale einschließen. Die Tabelle 13 ist so lesen, dass in der Spalte Koeffizienten jeweils die Zu-/Abschläge in kWh/(m² a) stehen, die bei Erfüllung des Merkmals hinzugezählt werden. Im Falle metrischer Variablen (die auch andere Werte als vorhanden/nicht vorhanden annehmen können, z. B. Anzahl der Wohnungen im Gebäude) ist der Wert der Variablen – also die Anzahl der Wohnungen – mit dem Koeffizienten zu multiplizieren.

Gleichung 1a bezieht ausschließlich nicht-kombinierte Merkmale mit in die Modellierung ein. Dabei gibt es deutliche energetische Zuschläge beim Primärenergiekennwert für Substandardwohnungen (keine Heizung, Einzelöfen aller Art), die konsequenterweise alt und nicht energetisch saniert sein dürften. Auch der Anbaugrad des Gebäudes spielt die vorhergesagte Rolle. Die größte Bedeutung hat jedoch das Baualter. Erwartungsgemäß sind neue Gebäude energetisch besser als alte. Interessant ist jedoch die Tatsache, dass Gebäude der 50er Jahre energetisch besser sind als Gebäude der 60er Jahre. Ob dies an einem höheren Grad an energetischer Modernisierung liegt oder hier Effekte der Bau- bzw. Eigentümerstruktur eine Rolle spielen, muss offen bleiben. Keine signifikante Wirkung ergibt sich interessanterweise für die Fenster (Isolierglasfenster, Wärmeschutzfenster). Variablen zur Dämmung sowie zu Art und Alter der Zentralheizung wurden nur im Vermieterfragebogen abgefragt.

Problematisch an der Gleichung 1a ist die Tatsache, dass für die Effekte der Baustruktur lineare Effekte unabhängig von der Baualtersklasse angenommen werden. Dies ist unrealistisch, da der energetische Unterschied zwischen Einfamilienhäusern mit ungünstigem A/V-Verhältnis zu Geschosswohnungen in den neuen Baualtersklassen aufgrund der verbesserten Dämmung deutlich geringer ausfallen dürfte als in älteren Baualtersklassen. In Gleichung 1 b wurden deshalb kombinierte Merkmale zwischen Baualtersklassen und Gebäudestruktur (Zahl der angebauten Seiten, Zahl der Wohnungen pro Gebäude) gebildet. Die empirischen Ergebnisse bestätigen die aufgestellte Hypothese.

Problematisch an einer alleinigen Modellbildung über Baualter und Baustruktur ist nun die Tatsache, dass eine Verwendung als Imputationsgleichung zu einer starken Homogenisierung der modellierten Primärenergiekennwerte innerhalb der Baualtersklassen führt. Die nachträgliche Modernisierung von Beständen wird über diese Gleichung kaum abgebildet, so dass mit Hilfe der imputierten Werte in der Mietspiegelregression auch keine guten Ergebnisse bzgl. der Preiswirkungen energetischer Sanierungen zu erwarten sind. Deshalb wurde versucht, mit Hilfe von Indikatorvariablen aus dem Bereich Ausstattung und Beschaffenheit innerhalb der Baualtersklassen so zu differenzieren, dass unterschiedliche Modernisierungsklassen abgebildet werden können. Empirisch erfolgreich war dieser Ansatz im Bereich der Altbauwohnungen. Die in Gleichung 1c neu aufgenommene Kombivariablen „minderwertiger Altbau“ zeigt sich als hochgradig signifikant und mit hohem energetischen Zuschlag. In der Folge gibt es Veränderungen an den Koeffizienten der anderen Merkmale dieser Altersklasse, ohne dass damit aber eine kritische Multikollinearität verbunden wäre. Erfolglos war das Bemühen um Differenzierung in den stark besetzten Altersklassen der 50er und 60er Jahre. Offensichtlich sind Merkmale wie fehlende Balkone, hochwertige Fußböden, Leitungen über Putz, fehlende Toiletten im Badezimmer, fehlende Sprechanlage in großen Gebäuden oder fehlende Heizungen in einzelnen Räumen nicht in der Lage, signifikante Unterschiede zwischen energetisch modernisierten und nicht modernisierten Gebäuden aufzudecken.

Das korrigierte Bestimmtheitsmaß von 36,7 % ist dementsprechend auch verbesserungsfähig. Allerdings ist hier anzumerken, dass der Wert bei den berechneten Imputationsgleichungen im Mietspiegel Darmstadt über 40 % lag, da dort keine Homogenisierung der Fälle vorgenommen wurde (s. o.).

Erklärte Variable: Primärenergiekennwert in kWh / m ² a (OLS-Schätzung)	Gleichung 1a		Gleichung 1b		Gleichung 1c	
	Koeff.	Sign.	Koeff.	Sign.	Koeff.	Sign.
(Konstante)	306,21	***	295,09	***	297,15	***
Baualter: 1918 und früher	41,82	***				
Baualter: 1919 bis 1948	21,13	***				
Baualter: 1958 bis 1968	16,51	**				
Baualter: 1978 bis 2001	-39,31	***				
Baualter: 2002 bis 2007	-54,33	*				
Überhaupt(!) keine Heizung vom Vermieter gestellt	64,11	***	64,55	***	33,67	*
Einzelöfen aller Art zusammengefasst	40,41	***	41,20	***	20,89	**
Mieter hat Wärmeliefervertrag	-18,39	*	-16,88	*	-17,52	*
Keine vom Vermieter gestellte Heizung im Bad	40,99	***	39,36	***	41,08	***
Eigentümer ist Wohnungsunternehmen, Wohnungsgenossenschaft oder Bauverein	-32,88	***	-30,74	***	-27,78	***
Eigentümer ist Bund, Land, Stadt/Gemeinde, sonstige Körperschaft, Anstalt des öffentlichen Rechts, Organisation mit ideellen Zielen			-26,85	*	-27,75	*
Eigentümer ist sonstiges Unternehmen oder Sonstiges	-33,83	**	-37,59	**	-38,09	***
Gebäude an 1 Seite direkt am Nachbargebäude	-12,39	*				
Gebäude an 2 Seiten direkt am Nachbargebäude	-36,91	***				
Gebäude an 2 Seiten direkt am Nachbargebäude und Baualter bis 1948			-35,93	***	-35,30	***
Gebäude an 2 Seiten direkt am Nachbargebäude und Baualter 1949 bis 1968			-21,63	***	-22,21	***
Anzahl Wohnungen im Gebäude	-1,30	***				
1 - 4 Wohnungen im Gebäude und Baualter bis 1948			76,82	***	66,69	***
1 - 4 Wohnungen im Gebäude und Baualter 1949 bis 1968			54,89	***	55,14	***
1 - 4 Wohnungen im Gebäude und Baualter 1995 bis 2007			-63,40	*	-64,07	*
5 und mehr Wohnungen im Gebäude und Baualter bis 1948			24,42	***	14,78	*
5 und mehr Wohnungen im Gebäude und Baualter 1978 bis 1994			-38,52	***	-40,13	***
5 und mehr Wohnungen im Gebäude und Baualter 1995 bis 2007			-68,48	***	-70,57	***
Einfache oder sehr einfache Wohnlage bzw. Industriegebiet (Gutachterausschuss)	16,54	**	20,31	***	20,17	***
Deckenhöhe 2,70 Meter und höher	16,49	*	19,53	**	16,19	**
Anzahl der Geschosse (ohne Unter- + Dachgeschoss)			-3,69	**	-4,00	**
Aufzug in Gebäuden mit bis zu 4 Geschossen	-39,44	**	-36,92	**	-37,59	**
Gegensprechanlage mit/ohne Videoüberwachung	-29,39	***	-27,03	***	-26,40	***
Minderwertiger Altbau: BA vor 1949 und mind. 1 Merkmal: Einzelöfen oder keine Heizung, kein Bad, kein Warmwasser					56,67	***
Korrigiertes Bestimmtheitsmaß (Korr. R²)	0,327		0,353		0,367	
Fallzahl n	952		952		952	

Die Sternchen bezeichnen die Signifikanzen auf dem 99 %-Niveau (***), auf dem 95 %-Niveau (**) bzw. auf dem 90 %-Niveau (*).

Tabelle 13: Ergebnisse einfacher Regressionsimputationsgleichungen zur Modellierung des Primärenergiekennwertes

Angesichts der Bestimmtheitsmaße der Gleichungen 1a bis 1c wurde in folgender Imputationsgleichung 2 hypothetisch unterstellt, dass auch die Vermieterangaben zur Bestimmung der Gleichung der Imputationsregression benutzt werden können. Dies ist an sich zwar unrealistisch, denn im Falle eines ausgefüllten Vermieterfragebogens könnte man jederzeit das Bilanzrechnungsverfahren durchführen. Insbesondere für die in Kapitel 8 gestellte Frage, wie sich die durch das korrigierte R^2 gemessene Qualität der Regressionsgleichung auf die Ausweisung im Mietspiegel auswirkt, ist es jedoch wichtig, die Auswirkungen verschiedener Imputationsgleichungen im Vergleich zu betrachten. Zudem gibt diese Berechnung Hinweise darauf, wie der Mieterfragebogen so verändert werden könnte, dass höhere Bestimmtheitsmaße in der Regressionsimputation erzielt werden.

In der Gleichung werden Dämmung und Fenster metrisch über den U-Wert modelliert, alle anderen Variablen sind Dummy-Variablen [0 – 1], die im Falle des Zutreffens des Merkmals für den genannten Zu- oder Abschlag sorgen.

Erklärte Variable: Primärenergiekennwert in kWh / m ² a (OLS-Schätzung)	Gleichung 2	
	Koeff.	Sign.
(Konstante)	67,07	***
Baualter vom Kessel ist ab 1995	-11,96	***
Brennwertnutzung	-23,37	***
Direktelektrische Beheizung	139,15	***
Elektrische Warmwasserbereitung	21,59	***
Dämmung der Außenwand, U-Wert in [W/(m ² K)]	76,06	***
Dämmung von Dach / oberster Geschosdecke U-Wert in [W/(m ² K)]	18,00	***
Dämmung von Kellerdecke/-fußboden U-Wert in [W/(m ² K)]	11,90	***
Wärmeschutzverglasung U-Wert in [W/(m ² K)]	12,51	***
Gebäude grenzt an 1 Seite direkt an Nachbargebäude	-11,11	***
Gebäude grenzt an 2 Seiten direkt an Nachbargebäude	-26,40	***
Baualter der Heizungsverteilung ist bis 1978, die Heizungsrohre verlaufen im unbeheizten Keller oder Dach	59,35	***
Baualter der Heizungsverteilung ist bis 1978, die Heizungsrohre sind nachträglich gedämmt und verlaufen im unbeheizten Keller oder Dach	37,09	***
Die beheizte Wohnfläche des gesamten Gebäudes	-0,02	***
Kehrwert der Vollgeschosse	154,31	***
Die Deckenhöhe der Wohnung ist überwiegend 3 m und höher	30,11	***
Korrigiertes Bestimmtheitsmaß (Korr. R²)	0,730	
Fallzahl n	950	

Die Sternchen bezeichnen die Signifikanzen auf dem 99 %-Niveau (***), auf dem 95 %-Niveau (**) bzw. auf dem 90 %-Niveau (*).

Tabelle 14: Ergebnisse von Regressionsimputationsgleichungen mit Vermieterdaten zur Modellierung des Primärenergiekennwertes

Mit Hilfe der Regressionsgleichungen 1c und 2 werden nun für alle Fälle ohne Rücklauf des energetischen Vermieterfragebogens die Primärenergiekennwerte über die Imputationsregression ermittelt. Parallel werden die in SPSS implementierten Verfahren der automatisierten einfachen Regressionsimputation und des *Expectation-Maximation-Algorithmus* angewandt.

Damit weist die Datenmatrix für die Mietspiegelregression keine größeren Lücken mehr auf. Vor der Modellierung der Miete in der Mietspiegelregression werden die Primärenergiewerte jedoch noch mit der in Abschnitt 3.3 beschriebenen Übertragungsmatrix umkodiert.

7.4.4 Qualitätsbeurteilung der Regressionsimputation

In der Literatur wird gemeinhin keine definitive Aussage getroffen, wann das Imputationsverfahren zu brauchbaren und qualitativ belastbaren Ergebnissen führt und wo die Grenzen der Anwendbarkeit liegen. Dies ist damit zu begründen, dass die Anwendungsfälle und die damit verbundenen Qualitätsanforderungen der Regressionsmethode und der Imputation so vielfältig sind, dass eine allgemeingültige Regel nicht angegeben werden kann. Allerdings können folgende Thesen aufgestellt werden:

- Je schlechter das Bestimmtheitsmaß der Imputationsgleichung, desto problematischer sind die Ergebnisse der Imputation. Insbesondere sinkt bei geringer Bestimmtheit der Imputationsgleichung bei der Anwendung einer einfachen Regressionsimputation die Varianz der Daten im betroffenen Feld. Verschiedene Imputationsmodelle oder –verfahren sorgen dann für hohe Abweichungen zwischen verschiedenen ergänzten Datensätzen.
- Je mehr Fälle imputiert werden müssen, desto unklarer sind die Daten des teilweise imputierten Feldes in ihrer Aussage. Dies wird in aller Regel dazu führen, dass der Koeffizient dieser Variable schwerer signifikant wird und dass die Varianz der Fälle bei der teilweise imputierten Variablen sinkt.
- Wie bei jeder Regressionsgleichung spielt die Zahl der Fälle bei der Regressionsimputation und der durch sie verursachten Varianz eine große Rolle.

In Kapitel 8.1 sollen deshalb anhand von Beispieldaten eines anonymisierten Kombidatensamples mit Fällen aus Frankfurt und Darmstadt die Auswirkungen von steigenden Anteilen an imputierten Werten und von schlechter werdenden Imputationsgleichungen empirisch ausgewertet werden.

Im Folgenden werden nun zunächst die Ergebnisse der manuellen einfachen Regressionsimputation selbst untersucht:

Trotz der zahlreichen signifikanten Variablen mit plausiblen Vorzeichen erreicht das Modell natürlich bei Weitem nicht die Qualität des in Kapitel 3.1 beschriebenen Berechnungsverfahrens. Hauptfehlerquellen dürften die fehlenden Angaben über Umfang und Qualität eventueller nachträglicher Dämmmaßnahmen oder die fehlende Information zur Effizienz der Heizungstechnik sein.

Vergleicht man bei der manuellen einfachen Regressionsimputation den über die Energiebilanz berechneten Wert und den über die Regressionsimputation (Gleichungen 1a bis 1c) modellierten Wert, so kommt man auf einen Korrelationskoeffizienten von ca. 60 %. Vergleicht man die Ergebnisse der verschiedenen der in Tabelle 13 vorgestellten Gleichungen miteinander, so ergeben sich Korrelationskoeffizienten von 92 %, 93 % und 98 %. Ähnliche Größenordnungen ergeben sich beim Vergleich zwischen den verschiedenen Imputationsverfahren (manuelle einfache Regressionsimputation, automatisierte einfache Regressionsimputation, Expectation-Maximation-Algorithmus). Der höhere Wert der Korrelation zwischen den Modellen gegenüber dem Vergleich statistisch modellierte zu energetisch berechneten Werten beruht auf der Tatsache, dass Ausreißer oder evtl. vorhandene falsche Antworten bei der Befragung in den Originaldaten für eine nicht modellierbare Varianz sorgen.

Die Frage ist nun, inwieweit die Abweichungen zwischen Modell und erhobenen Werten durchschlagen auf die klassifizierten Werte der wärmetechnischen Beschaffenheit – hier getestet in vier Klassen (siehe Tabelle 6).

Dabei gibt es je nachdem, welche Imputationsverfahren verglichen werden, Fehler von um die 43 %. Dieser sehr hohe Wert reduziert sich über das ganze Mietspiegel-Sample gesehen natürlich stark, wenn die Zahl der imputierten Fälle wiederum nur einen kleinen Teil der Fälle ausmacht. Grundsätzlich ist dabei ein „Trend in die Mitte“ zu beobachten. Das heißt, dass bedingt durch das relativ niedrige Bestimmtheitsmaß der Regressionsimputation hohe und niedrige erhobene Werte nicht in diesem Grad an Differenziertheit modelliert werden können. Anders sieht die Situation natürlich aus, wenn das Bestimmtheitsmaß höher liegt, d.h. wenn der Vergleich zwischen den energetisch berechneten Werten und den mit Hilfe der Gleichung 2 statistisch modellierten Werten durchgeführt wird. Hier ergeben sich hohe Übereinstimmungen bei der Klasse der wärmetechnischen Beschaffenheit.

7.4.5 Fazit zur Qualitätsbeurteilung der Regressionsimputation

Insgesamt bieten die gefundenen Regressionsgleichungen ein probates Mittel, befragungsbedingte Ausfälle im Datensatz anhand von bekannten Einflussfaktoren, die zudem alle plausible Vorzeichen aufweisen, zu ergänzen. Allerdings sollte das Bestimmtheitsmaß der Imputationsgleichung deutlich verbessert werden. Hierzu wird zu klären sein, wie die weiteren wichtigen Einflussfaktoren der energetischen Beschaffenheit (z. B. die Dämmung) einbezogen werden können. Sie wurden bislang im Mieterfragebogen nicht erfragt, weil die Mieter für nicht ausreichend informiert gehalten wurden. Es ist deshalb zu klären, inwieweit hierfür Proxy-Variablen gefunden werden können, die auf die entsprechenden energetischen Maßnahmen hinweisen und dem Mieter bekannt sind. Bei der Regressionsimputation ist grundsätzlich auch ein höheres Maß an Subjektivität und Unschärfe bei der Klasseneinteilung durch den befragten Mieter tolerierbar, als dies in der zentralen Mietspiegelgleichung möglich ist. Beispielsweise könnte die völlig undifferenzierte Mieteraussage *gedämmt – ja/nein* durchaus als Indikator für die fehlenden Fälle einer genauen wärmetechnischen Beschaffenheit verwendet werden, während die Anwendung derart unpräziser Einflussfaktoren in der energetischen Modellierung oder der Mietspiegelregression nicht geeignet ist.

Zu diskutieren ist auch die Frage, wie standortabhängig die gefundene Imputationsgleichung ist. Führt man Analysen getrennt für den Darmstädter und den Frankfurter Teil des Datensatzes durch, so ergeben sich keine großen Unterschiede.

8 Mögliche Ausweisungen der wärmetechnischen Beschaffenheit im Mietspiegel

8.1 Dichotomisierte Ausweisung im Mietspiegel

8.1.1 Anwendungsbezogene Aspekte der Klassengrenzen und der Wahl der Referenzkategorie

In Tabelle 6 wurde eine Einteilung der metrischen Größe „angepasster Primärenergiekennwert“ in vier diskrete Klassen anhand typischer Sanierungsschritte in einem typischen Mehrfamilienhaus vorgenommen.

Im Darmstädter Mietspiegel – ebenso wie im hier verwendeten Kombinationsdatensample – wurden jedoch die besten und die zweitbesten energetischen Klassen (Klassen I und II) fusioniert, da nur so eine ausreichende Zahl an Fällen in allen Klassen vertreten war.

In der Regressionsanalyse wird bei diskreten Variablen eine Kategorie als Referenzklasse deklariert. Alle anderen Kategorien werden dann als Dummyvariable modelliert. Der berechnete Koeffizient gibt dann den Zu- oder Abschlag gegenüber der Referenzkategorie an. Im Tabellenmietspiegel werden alle Kategorien als eigene Tabellenfelder behandelt.

Die Wahl der Referenzkategorie hat neben mathematischen Aspekten eine wichtige Anwendungskomponente. Ein Abschlag im Mietspiegel würde zu Schwierigkeiten bei der Akzeptanz bei den Interessensverbänden und bei der Anwendung führen. Wäre ein Mieter z. B. der Meinung, dass ein Abschlag für eine schlechte „wärmetechnische Beschaffenheit“ für sein Gebäude zutreffend wäre, müsste er dies über einen Energiebedarfsausweis (Bilanzberechnung) überprüfen bzw. nachweisen. Hierzu bräuchte er Angaben vom Vermieter zum Gebäude, die er unter Umständen nicht bekommt. Ein mathematisch modellierter Abschlag ist in der Praxis also nur schwer umzusetzen. Aus dem Grund wird bei den Untersuchungen auf Modellierung eines Abschlags verzichtet. Die Qualität des Mietspiegelmodells wird hierdurch nicht wesentlich beeinflusst. Die empirischen Analysen zeigen, dass der Bereich der sehr schlechten energetischen Beschaffenheit relativ gut durch Substandardmerkmale (Einzelöfen, keine Heizung, ein Raum ohne Heizung, kein Bad etc.) abgebildet wird. Diese Substandardmerkmale korrelieren also mit der schlechten energetischen Beschaffenheit, so dass hierüber indirekt die Auswirkungen eines Abschlags abgebildet werden.

Als Referenzkategorie werden sowohl im Darmstädter Mietspiegel als auch im Kombidatensample nur Zuschläge für energetisch verbesserte Gebäude modelliert. Dies hat zudem den Vorteil, dass nur für 30 bis 45 % der Gebäude gegebenenfalls ein Energiebedarfsausweis erforderlich wird. Die Kopplung an einen Zuschlag führt zudem dazu, dass die möglicherweise erforderliche Ausstellung eines Energiebedarfsausweises an eine höhere Vergleichsmiete und damit zusätzliche Mieteinnahmen gekoppelt ist.

8.1.2 Ergebnisse

Die Modellierung der wärmetechnischen Beschaffenheit erbrachte in Darmstadt 2008 einen Zuschlag von 37 ct/m² für die „mittlere wärmetechnische Beschaffenheit“ (z. B. teilgedämmte Gebäude mit Niedertemperaturkessel) und von 49 ct/m² für die verbesserte wärmetechnische Beschaffenheit (z. B. entsprechend EnEV 2007 Altbauanforderungen vollständig gedämmte Gebäude mit Niedertemperaturkessel).

In Frankfurt wurden die Analysen zum Einfluss der wärmetechnischen Beschaffenheit auf die Netto-Miete (ökologischer Mietspiegel) angesichts des geringen Rücklaufs bei der energetischen Vermieterbefragung und der damit verbundenen Unsicherheiten bei der Imputation nicht weiter verfolgt.

Im Folgenden werden exemplarische Ergebnisse für das oben beschriebene Kombidatensample mit 952 Fällen gezeigt, bei denen die wärmetechnische Beschaffenheit bekannt ist. Eine Imputation ist hier nicht nötig. Dabei werden – anders als in den Mietspiegeln Darmstadt und Frankfurt – Konstante und Wohnungstypen als absolut und auf die ganze Wohnung bezogen modelliert, die anderen Variablen als quadratmeterbezogen. Zudem wurde das Modell von der Zahl der Einflussfaktoren gegenüber Frankfurt und Darmstadt vereinfacht. Damit verbunden ist eine leichtere Anschauung, aber ein geringeres Bestimmtheitsmaß des Modells.

Rückschlüsse auf die Anwendung des Mietspiegels in Darmstadt oder Frankfurt sind anhand dieser anonymisierten und vereinfachten Ergebnisse des Kombidatensamples nicht möglich. Abgeleitet werden können aber methodische Rückschlüsse auf die Integration der wärmetechnischen Beschaffenheit sowie allgemeine Hypothesen über den Zusammenhang von wärmetechnischer Beschaffenheit, Miete und korrelierender Wohnwertmerkmale.

Das korrigierte Bestimmtheitsmaß R^2 liegt in den Gleichungen 3a und 3b niedriger als in den Mietspiegeln Darmstadt und Frankfurt, da einerseits der Datensatz homogenisiert wurde (s. o.) und andererseits nur relativ wenige Standardvariable in die Untersuchung einbezogen wurden. Eine Aussonderung nicht-signifikanter Werte fand allerdings nicht statt, um die Vergleichbarkeit zwischen den Gleichungen zu gewährleisten.

Gleichung 3a zeigt die Ergebnisse ohne wärmetechnische Beschaffenheit. Durch Integration der wärmetechnischen Beschaffenheit in Gleichung 3b steigt das korrigierte R^2 um 1,6 Prozentpunkte auf 59,1 %. Die Koeffizienten der anderen Variablen ändern sich teilweise, ohne aber unplausible Ergebnisse hervorzurufen. Die wesentlichen Veränderungen ergeben sich:

- beim Baualter vor 1918 (höherer Zuschlag, da sie beliebt, aber im Regelfall energetisch schlecht sind),
- beim Baualter nach 1995 (Korrelation zwischen hohem Wohnwert und energetischer Qualität),
- bei den kleinen Wohnungen (im Regelfall in nicht modernisierten Gebäuden mit veralteten Grundrisstypen) und
- bei den Aufzügen in Gebäuden mit bis zu vier Geschossen (Modernitätsindikator, Korrelation mit der energetischen Qualität, Zuschlag sinkt deshalb).

Erklärte Variable: Miete der Wohnung in € (OLS-Schätzung)	Flächen- bezug	Gleichung 3a		Gleichung 3b	
		Koeff.	Sign.	Koeff.	Sign.
(Konstante)	Ganze Wohnung	335,88	***	315,79	***
Appartement		-107,34	***	-93,17	***
1-Z-Wohnung mit Küche		-89,58	***	-78,67	***
2-Z-Wohnung mit Küche		-42,26	***	-38,86	***
4-Z-Wohnung mit Küche		22,62	*	22,77	*
Wohnfläche in m ²	m ² Wohn- fläche	0,01	***	0,01	***
Baualter: 1918 und früher		0,60	***	0,74	***
Baualter: 1919 bis 1948		-0,47	***	-0,40	**
Baualter: 1995 bis 2007		1,21	***	0,96	***
Einzelöfen aller Art zusammengefasst		-0,64	***	-0,56	***
Überhaupt(!) keine Heizung vom Vermieter gestellt		-0,98	**	-0,85	**
Sehr gute bzw. gute Wohnlage (Gutachter- ausschuss)		1,76	***	1,80	***
Kürzere Seite des vom Vermieter gestellten Badezimmers ist mindestens 2,00 Meter breit		0,51	***	0,48	***
Kürzere Seite des vom Vermieter gestellten Badezimmers ist mindestens 3,00 Meter breit		0,15		0,23	
Badezimmer ist an allen Wänden mindestens halbhoch gekachelt		0,41	***	0,37	***
Badewanne und separate Duschwanne im Badezimmer vom Vermieter gestellt		0,14		0,12	
Mindestens zwei räumlich getrennte Toiletten innerhalb der Wohnung vorhanden		0,51	***	0,42	**
Kleinster Wohnraum größer 15 m ² bei 2 oder mehr Wohn-/Schlafräume		0,28	**	0,26	*
Größter Wohnraum 25 m ² oder größer bei 2 oder mehr Wohn-/Schlafräume		0,14		0,11	
In über 50% der Wohn-/Schlafräume Fußboden mit Echtholzparkett, Massivholzdielen, Marmor oder gleichwertigen Natursteinen oder keramischen Bodenfliesen/Platten		0,69	***	0,65	***
In mindestens 1 Wohn-/Schlafräum liegen unverkleidete Wasser-, Gas- oder Heizungs- leitungen auf Putz		-0,34	**	-0,33	**
Umfangreiche Einbauküchenmöbel in der Küche		0,54	*	0,60	**
Aufzug in Gebäuden mit bis zu 4 Geschossen		0,51		0,37	
Gute bis sehr gute wärmetechnische Gebäude- beschaffenheit (Klassen I und II)				0,67	***
Verbesserte wärmetechnische Gebäude- beschaffenheit (Klasse III)				0,54	***
Korrigiertes Bestimmtheitsmaß (Korr. R²)		0,575		0,584	
Fallzahl n		952		952	

Die Sternchen bezeichnen die Signifikanzen auf dem 99 %-Niveau (***), auf dem 95 %-Niveau (**) bzw. auf dem 90 %-Niveau (*).

Tabelle 15: Ergebnisse vereinfachter Mietpreisregressionen für die Fälle mit bekannter wärmetechnischer Beschaffenheit

Es zeigt sich also, dass zwischen der wärmetechnischen Beschaffenheit und den Wohnwertmerkmalen doch Abhängigkeiten bestehen, ohne dass deshalb aber eine problematische Multikollinearität auftritt. Die Zuschläge für die wärmetechnische Beschaffenheit liegen bei 54 ct/m² und 67 ct/m² und somit über den Darmstädter Werten.

8.1.3 Einfluss der Imputation auf die Ergebnisse der Miete

Die Frage ist im Folgenden, welchen Einfluss die Wahl des Imputationsverfahrens, der Anteil der imputierten Werte und die Qualität der Regressionsimputation auf die Mietspiegelregression haben.

Der parallele Vergleich der Imputationsverfahren "einfache manuelle Regressionsimputation", EM und "einfache automatische Regressionsimputation" liefert jeweils quasi identische Koeffizienten, der Unterschied betrug bei Tests in Darmstadt (50 % originale Werte, 50 % imputierte Wert) jeweils ca. 1 – 2 Cent pro Quadratmeter bei den Koeffizienten. Gleiches ist für die Verwendung verschiedener (aber in sich relativ ähnlicher) Gleichungen der manuellen Regressionsimputation zu erwarten. Angesichts der Tatsache, dass die Ergebnisse, die durch die verschiedenen Imputationsgleichungen 1a bis 1c modelliert wurden, mit über 90 % korrelieren (siehe Kapitel 7.4.4), ist dies auch nicht weiter verwunderlich.

Die zweite Frage ist nun, wie sich die Mietspiegelgleichung verändert, wenn in zunehmendem Umfang Werte imputiert werden, wobei der Zufallsauswahl überlassen bleibt, welche Werte imputiert werden.

Hierzu wird wiederum das Sample mit den vollständig bekannten Primärenergiekennwerten und der darauf aufbauenden Klassifizierung der wärmetechnischen Beschaffenheit verwendet. Die Ergebnisse der Mietpreisregression mit diesem Sample wurden in Gleichung 3b wiedergegeben. Nun wird die Datenbasis für die Gleichung 3b dergestalt verändert, dass zunächst bei 10 % der Werte das modellierte Ergebnis der Imputationsgleichung eingesetzt wird, dann bei 20 %, dann bei 30 % und so weiter. Hierbei lassen sich drei Grundtendenzen feststellen:

- Die zunehmende Imputation von Werten bei der energetischen Beschaffenheit hat auf alle anderen Koeffizienten nur eine vernachlässigbare Wirkung – und das auch bei der Imputation von 75 % der Werte der energetischen Beschaffenheit.
- Je stärker imputiert wird, desto geringer wird der Zuschlag für die verbesserte (Tabelle 6; Klasse III) bzw. die gute wärmetechnische Beschaffenheit (Tabelle 6; Klasse I + II). Dies ist einleuchtend: Durch den „Trend zur Mitte“, den Imputationsgleichungen bei der Schätzung des Primärenergiebedarfs erzeugen, werden manche Gebäude mit guter wärmetechnischer Beschaffenheit und mit hoher Nettomiete fälschlicherweise dem Segment „verbesserte wärmetechnische Beschaffenheit“ zugeordnet (aber nicht bzw. höchst selten anders herum). Diese Fälle steigern den Preis im Segment „verbessert“ und reduzieren somit die preisliche Spreizung zwischen „gut“ und „nicht modernisiert“ (Tabelle 6; Klasse IV) um bis zu 50 %. Der niedrigere Zuschlag für die verbesserte wärmetechnische Beschaffenheit tendiert bei hohen Anteilen imputierten Werte deshalb dazu, nicht mehr signifikant zu werden. Dieses Ergebnis ist insofern hinzunehmen, da offensichtlich wird, dass Überschätzungen des Einflusses der wärmetechnischen Beschaffenheit durch das Imputationsverfahren nicht vorkommen. Unterschätzungen des Einflusses der wärmetechnischen Beschaffenheit sind hingegen eine Art „sanfter Einstieg“ in die energetische Differenzierung von Mietspiegeln. Auch wenn die Preiswirkungen der energetischen Differenzierung sich noch nicht vollständig in den Ergebnissen widerspiegeln, so sind die Ergebnisse dennoch deutlich genauer als Mietspiegelergbnisse ohne energetische Differenzierung.

- Es zeigt sich allerdings, dass bei einem R^2 der Imputationsgleichung von ca. 40 % bei zunehmendem Anteil (zufällig ausgewählter) imputierter Werte die Varianz der errechneten Koeffizienten für die gute wärmetechnische Beschaffenheit (Tabelle 6; Klasse I + II) zwischen verschiedenen Zufallsimputationen stark zunimmt. Interessanterweise ist dies nur bei der guten wärmetechnischen Beschaffenheit ein Problem, da hier die Fallzahl mit 180 Fällen relativ gering ist (gegenüber 308 Fällen bei der verbesserten wärmetechnischen Beschaffenheit). Allerdings findet in der Realität eine Zufallsauswahl der imputierten Fälle nicht statt, da eine erfolgreiche Untersuchung auf MAR bei der „kleinen“ Stichprobe Voraussetzung ist, um überhaupt das Imputationsverfahren anzuwenden. Die Probleme der Varianz der Koeffizienten in Abhängigkeit von der Zufallsauswahl werden somit bei dieser Evaluierung im Vergleich zur Realität überschätzt. Dennoch werden hierzu im folgenden dritten Untersuchungskomplex genauere Überprüfungen durchgeführt.

In dem dritten Untersuchungskomplex wird nun auch der Einfluss der Höhe des Bestimmtheitsmaßes der Imputationsgleichung auf die Standardabweichung des Koeffizienten für die gute wärmetechnische Beschaffenheit untersucht (die Standardabweichungen der anderen Koeffizienten, d.h. auch der verbesserten wärmetechnischen Beschaffenheit sind wie oben beschrieben in jedem Fall vernachlässigbar). Da das Ergebnis von der Auswahl der durch imputierte Werte ersetzten Primärenergiekennwerte abhängt, wird in einer programmintern Simulation 50mal durch eine Zufallsauswahl entschieden, welche Werte imputiert werden und welche nicht. In jedem Durchlauf der Simulation können dann die Koeffizienten der Mietspiegelregression berechnet werden.

Es zeigt sich, dass ein Korrigiertes R^2 der Imputationsgleichung von gut 70 % auch bei einem Anteil imputierter Werte von 75 % in der Mietspiegelregression hervorragende Ergebnisse mit Standardabweichungen im Bereich weniger Cent pro Quadratmeter liefert. Bei einem Bestimmtheitsmaß (Korr. R^2) von nur 40 % sind die Ergebnisse deutlich volatiler mit dem genannten Trend hin zu einer Verkleinerung des Zuschlags für die gute wärmetechnische Beschaffenheit. Insofern dürfte auch der Zuschlag von 49 Cent pro Quadratmeter in Darmstadt eher unterschätzt sein (und somit die Basismiete leicht überschätzt). Im Vergleich zum energetisch nicht differenzierten Mietspiegel ist der Zuwachs an Genauigkeit trotzdem hoch.

Ein besseres Bestimmtheitsmaß der Imputationsgleichung dürfte die Möglichkeiten zur Imputation fehlender Werte deutlich ausweiten. Ein Bestimmtheitsmaß von 70 % ist dabei als Idealfall anzusehen. Verbesserungspotenziale existieren jedoch gegenüber dem in Darmstadt erreichten Bestimmtheitsmaß von 41 %, indem zukünftig auch Fragen nach einer Wärmedämmung auch bei den Mieterinterviews gestellt werden.

Als zentrales Ergebnis sei nochmals wiederholt, dass die Imputation keine schädlichen Auswirkungen auf die Koeffizienten anderer Variabler hat und dass die Koeffizienten für den energetischen Zuschlag im Falle der Kombination aus geringer Fallzahl, geringem R^2 der Imputationsgleichung und hohem Anteil imputierter Werte volatil werden mit Trend zur Unterschätzung des Zuschlags.

8.2 Metrische Ausweisung im Mietspiegel

Ein einzelner Zuschlag bildet den Markt gerade in dem Bereich, der nahe an der Schwelle zum Zuschlag liegt, nur ungenau ab. Zudem besteht kein Anreiz, die energetische Qualität des Gebäudes über den Grenzwert hinaus zu erhöhen. Deshalb soll im Folgenden untersucht werden, ob eine stetige Definition des Zuschlages abhängig vom erreichten Primärenergiekennwert möglich ist. Dazu wird der angepasste Primärenergiekennwert nach Abschnitt 6.2 ohne Transformation in die klassifizierte wärmetechnische Beschaffenheit in die Regressionsgleichungen eingeführt. Dabei war ein negativer linearer Zusammenhang zu vermuten, d. h. bei hohem Primärenergiekennwert fällt ein geringer oder sogar negativer Zuschlag zur Miete an, bei niedrigem Primärenergiekennwert ein entsprechend hoher Zuschlag.

Die empirischen Untersuchungen zeigten dann, dass der lineare Zu-/Abschlag nicht signifikant wurde. Der Analyse der Residuen legte nahe, dass es sich um einen nicht-linearen Zusammenhang handelt. Denn bei energetischen Verbesserungen im energetisch guten Bereich resultierten hohe Steigerungen der Miete, während im energetisch schlechten Bereich nur noch ein Zusammenhang mit geringer negativer Steigung zwischen Miete und Primärenergiekennwert festzustellen war. Deshalb wurde der Kehrwert des „angepassten“ Primärenergiekennwertes ($\frac{1}{aPEK}$) als

Variable in das Modell eingeführt. Dieser Zusammenhang ist auch praktisch begründbar, da sich die derart modellierten Grenzerlöse der Mietsteigerung auch in den Grenzkosten für die energetische Modernisierung wiederfinden dürften. Energetische Verbesserungen von 250 auf 150 kWh/(m²a) sind mit geringeren Kosten zu realisieren als Verbesserungen von 150 auf 50 kWh/(m²a).

Das Ergebnis zeigt Tabelle 16 für den Datensatz ohne imputierte Werte (Gleichung 5). Die Zuschläge erreichen dabei höhere Werte als im diskreten Fall. Dies geht zu einem Teil auf den Sachverhalt zurück, dass hier in jedem Fall (also auch dem energetisch schlechten) ein Zuschlag erteilt wird und die Konstante demnach geringer ausfällt. Dennoch beginnen die Zuschläge, unter 125 kWh/(m² a) unplausibel zu werden, da zu wenig Gebäude mit geringen Primärenergiekennwerten in der Stichprobe enthalten sind. Die Tatsache, dass eine fallende Kurve mit Linkskrümmung im vorliegenden Fall signifikantere Ergebnisse erzielt als die lineare Modellierung, kann jedoch als Ergebnis festgehalten werden.

Erklärte Variable: Miete der Wohnung in € (OLS-Schätzung)	Flächen- bezug	Gleichung 5	
		Koeff.	Sign.
(Konstante)	Ganze Wohnung	290,218	***
Appartement		-84,044	***
1-Z-Wohnung mit Küche		-70,530	***
2-Z-Wohnung mit Küche		-34,935	***
4-Z-Wohnung mit Küche		22,620	*
Wohnfläche in m ²	m ² Wohn- fläche	0,011	***
Baualter: 1918 und früher		0,727	***
Baualter: 1919 bis 1948		-0,419	***
Baualter: 1995 bis 2007		0,815	***
Einzelöfen aller Art zusammengefasst		-0,532	***
Überhaupt(!) keine Heizung vom Vermieter gestellt		-0,847	**
Sehr gute bzw. gute Wohnlage (Gutachterausschuss)		1,835	***
Kürzere Seite des vom Vermieter gestellten Badezimmers ist mindestens 2,00 Meter breit		0,457	***
Kürzere Seite des vom Vermieter gestellten Badezimmers ist mindestens 3,00 Meter breit		0,230	
Badezimmer ist an allen Wänden mindestens halbhoch gekachelt		0,368	***
Badewanne und separate Duschwanne im Badezimmer vom Vermieter gestellt		0,138	
Mindestens zwei räumlich getrennte Toiletten innerhalb der Wohnung vorhanden		0,462	***
Kleinster Wohnraum größer 15 m ² bei 2 oder mehr Wohn-/Schlafräume		0,244	*
Größter Wohnraum 25 m ² oder größer bei 2 oder mehr Wohn-/Schlafräume		0,070	
In über 50% der Wohn-/Schlafräume Fußboden mit Echtholzparkett, Massivholzdielen, Marmor oder gleichwertigen Natursteinen oder keramischen Bodenfliesen/Platten		0,644	***
In mindestens 1 Wohn-/Schlafräum liegen unverkleidete Wasser-, Gas- oder Heizungsleitungen auf Putz		-0,289	*
Umfangreiche Einbauküchenmöbel in der Küche		0,597	**
Aufzug in Gebäuden mit bis zu 4 Geschossen		0,279	
Kehrwert des Missing-ergänzten gewichteten Primärenergiekennwerts		202,376	***
Korrigiertes Bestimmtheitsmaß (Korr. R²)			0,585
Fallzahl n		952	

Die Sternchen bezeichnen die Signifikanzen auf dem 99 %-Niveau (***), auf dem 95 %-Niveau (**) bzw. auf dem 90 %-Niveau (*).

Tabelle 16: Ergebnisse vereinfachter Mietpreisregressionen mit der Modellierung des Kehrwerts des Primärenergiekennwertes. Gleichung 4 verwendet das ausschließlich aus Originalwerten bestehende „kleine“ Sample.

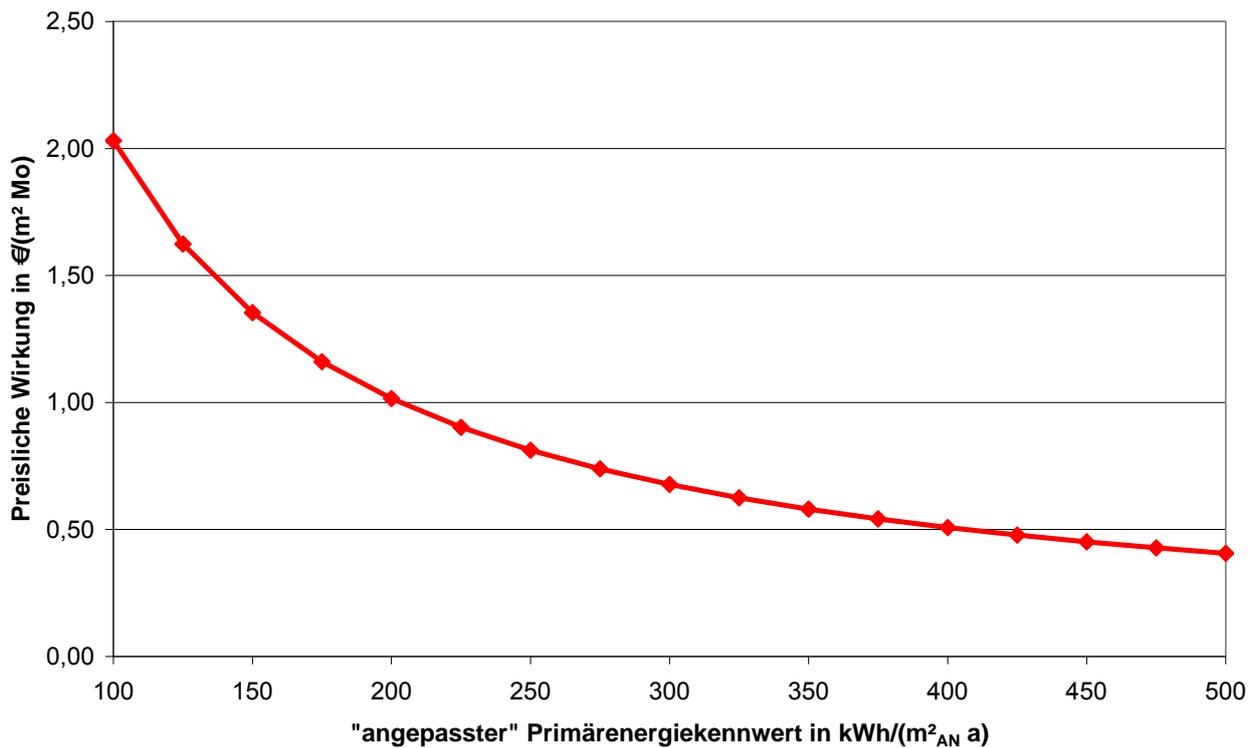


Abbildung 17: Preisliche Wirkungen der angepassten Primärenergiekennwerte bei stetiger Modellierung mittels einer 1/x-Funktion

Um die bei stetiger Modellierung nachgewiesenen Preiseffekte mit den bisherigen Zuschlägen (dichotomen Modellierung; z. B. zu Tabelle 15) zu vergleichen, werden aus der stetigen Funktion aus Abbildung 17 Mittelwerte für gewisse Bereiche des Primärenergiekennwerts gebildet. Es werden nur Primärenergiekennwerte zwischen 125 und 500 kWh/(m²a) betrachtet, da außerhalb dieser Grenzen nicht mehr genug Gebäude in der Stichprobe vorhanden sind. Die mittleren preislichen Wirkungen der betrachteten Intervalle sind in Tabelle 17 dargestellt.

"angepasster" Primärenergiekennwert in kWh/(m ² _{AN} a)	mittlere preisliche Wirkung bei metrischer Modellierung in €/m ²
125 bis 175	1,38
175 bis 250	0,97
250 bis 500	0,57

Tabelle 17: Mittlere preisliche Wirkung für Intervalle des „angepassten“ Primärenergiekennwertes berechnet aus der Modellierung in metrischer Form

Wird die Differenz zum Primärenergiekennwertintervall 500 bis 250 kWh/(m²_{AN} a) gebildet, ergeben sich die in Tabelle 18 dargestellten Zuschläge.

	"angepasster" Primärenergiekennwert in kWh/(m ² _{AN} a)	Zuschlag bei metrischer Modellierung in €/m ²
verbesserte wärmetechnische Beschaffenheit (Klasse III)	250 bis 175	0,40
gute bis sehr gute wärmetechnische Beschaffenheit (Klassen I + II)	125 bis 175	0,81

Tabelle 18: Aus metrischer Modellierung abgeleitete Zuschläge für die wärmetechnische Beschaffenheit

Der Vergleich dieser Zuschläge mit den Werten aus Tabelle 15 zeigt eine ähnliche Größenordnung. Unterschiede können u. a. darauf zurückgeführt werden, dass in Tabelle 18 keine fallzahl-gewichtete Mittelbildung vorgenommen wurde.

Aus dem Kurvenverlauf von Abbildung 17 kann ein stetiges Zuschlagsmodell für den Mietspiegel abgeleitet werden. Auch bei diesem Ansatz wird davon ausgegangen, dass nur Zuschläge für Gebäude mit einem Primärenergiekennwert unter 250 kWh/(m²_{AN} a) ausgewiesen werden, d. h. für Gebäude mit einem gegenüber dem üblichen Standard verbesserten energetischen Standard. Ein stetiges Modell hat den Vorteil, dass Sprünge im Zuschlag vermieden werden (Ausnahme bei 250 kWh/(m²_{AN} a)). Zudem wird die Verbesserung der energetischen Gebäudequalität zumindest bis zum Ende des (derzeitigen) Definitionsbereichs von 125 kWh/(m²_{AN} a) mit einem stetig ansteigenden Zuschlag bewertet.

Unter 125 kWh/(m²_{AN} a) lagen bei der Ableitung des funktionalen Zusammenhangs zu wenig Fälle vor, so dass der Definitionsbereich entsprechend eingeschränkt wird. Für Gebäude mit einem angepassten Primärenergiekennwert unter 125 kWh/(m²_{AN} a) kann der Zuschlag von 125 kWh/(m²_{AN} a) geltend gemacht werden.

Berechnet werden könnten die Zuschläge nach folgender Formel

$$z = \frac{202}{aPEK} - 0,57 \text{ €/m}^2 \quad \text{für } 125 \text{ kWh/(m}^2_{AN} \text{ a)} \leq aPEK < 250 \text{ kWh/(m}^2_{AN} \text{ a)}$$

$$z = 0 \text{ €/m}^2 \quad \text{für } aPEK \geq 250 \text{ kWh/(m}^2_{AN} \text{ a)}$$

$$z = 1,05 \text{ €/m}^2 \quad \text{für } aPEK < 125 \text{ kWh/(m}^2_{AN} \text{ a)}$$

mit

z €/m² Zuschlag für die wärmetechnische Beschaffenheit

$aPEK$ kWh/(m²_{AN} a) „angepasster“ Primärenergiekennwert nach Kapitel 6.2

Die sich berechnenden Zuschläge sind in Abbildung 18 dargestellt.

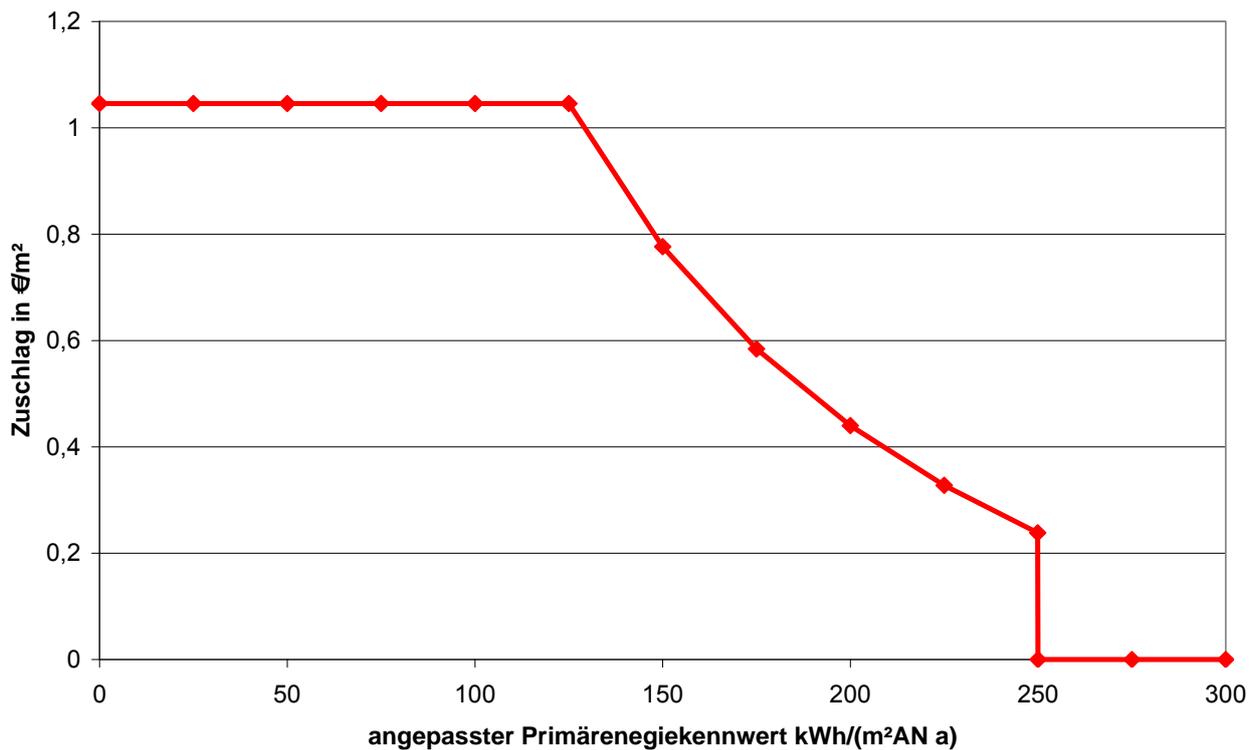


Abbildung 18: Zuschlag für die wärmetechnische Beschaffenheit bei stetiger Modellierung des Preiseffektes entsprechend Abbildung 17

Soll für die möglichst einfache Anwendung des Mietspiegels auf die Berechnung des Zuschlags verzichtet werden, kann der Zusammenhang natürlich auch als Stufenfunktion in einer Tabelle im Mietspiegel ausgewiesen werden.

Die stetige Definition des Zuschlags ist also zumindest im vorliegenden Fall möglich. Ob dies bei der konkreten Mietspiegelerstellung umgesetzt wird, ist von den an der Mietspiegelerstellung beteiligten Kreisen zu diskutieren und statistisch im Einzelfall zu überprüfen.

9 Literatur

- [AGFW] Arbeitsgemeinschaft für Wärme und Heizkraftwirtschaft - AGFW - e. V.: jährlicher Fernwärmepreisvergleich; Stresemannallee 28; D-60596 Frankfurt am Main
- [Allison 2001] Allison, Paul D.: Missing Data; Thousand Oaks, 2001
- [BMVBS 2002] Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen: Hinweise zur Erstellung von Mietspiegeln. Berlin, 2002
- [BMVBS 2007] Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung: Bekanntmachung der Regeln zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Wohngebäudebestand vom 26. Juli 2007.
- [BMW 2007] Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie: Energiedaten – Nationale und Internationale Entwicklung; Tabelle: Entwicklung von Energiepreisen und Preisindizes; Stand 19.11.2007
- [CARMEN 2007] Regelmäßige Preiserhebungen - Centrales Agrar-Rohstoff-Marketing- und Entwicklungs-Netzwerk e. V.; Straubing (www.carmen-ev.de)
- [Enseling/Hinz 2008] Enseling, Andreas; Eberhard Hinz: Wirtschaftlichkeit energiesparender Maßnahmen im Bestand vor dem Hintergrund der novellierten EnEV; Institut Wohnen und Umwelt; Darmstadt, 2008
- [EPHW 1997] Loga, Tobias; Ulrich Imkeller-Benjes: Energie-Pass Heizung/Warmwasser; Institut Wohnen und Umwelt; Darmstadt, 1997
- [EuroStat] Statistisches Amt der Europäischen Gemeinschaft: Halbjährliche Endverbraucherpreisstatistik für Erdgas und Strom
- [HBO 2007] Hessische Bauordnung, August 2002
- [HMWi 2007] Kostenvergleich (Richtwerte) verschiedener Heizsysteme für ein Einfamilienhaus (Stand November 2007); Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung; Wiesbaden, 2007
- [NBVO 2002] Verordnung über Nachweisberechtigte für bautechnische Nachweise nach der Hessischen Bauordnung, Dezember 2002
- [Knissel et al. 2001] Knissel, Jens; Roland Alles; Iris Behr; Eberhard Hinz; Tobias Loga; Joachim Kirchner: Mietrechtliche Möglichkeiten zur Umsetzung von Energiesparmaßnahmen im Gebäudebestand; Institut Wohnen und Umwelt; Darmstadt, 2001
- [Knissel/Alles 2003] Knissel, Jens; Roland Alles: Empirische Untersuchung über den möglichen Zusammenhang zwischen der Höhe der Vergleichsmiete und der wärmetechnischen Beschaffenheit des Gebäudes; Institut Wohnen und Umwelt; Darmstadt 2003
- [Knissel et al. 2006] Knissel, Jens; Roland Alles, Rolf Born, Tobias Loga, Konny Müller, Verena Stercz: Vereinfachte Ermittlung von Primärenergiekennwerten – zur Bewertung der wärmetechnischen Beschaffenheit in ökologischen Mietspiegeln; Institut Wohnen und Umwelt; Darmstadt 2006

[Loga et al. 2005] Loga; Tobias; Nikolaus Diefenbach, Jens Knissel, Rolf Born: Kurzverfahren Energieprofil – Ein vereinfachtes, statistisch abgesichertes Verfahren zur Erhebung von Gebäudedaten für die energetische Bewertung von Gebäuden; Fraunhofer IRB-Verlag; Stuttgart 2005

[MWV] Mineralölwirtschaftsverband; Steindamm 55; 20099 Hamburg: Jahresbericht - Mineralölzahlen