

Arbeitsgemeinschaft aus

bremer **energie** institut 

(Federführung) sowie



Institut für Statistik

gutachten

Clausnitzer, Diefenbach, Gabriel, Loga, Wosniok

**Effekte des KfW-CO₂-Gebäude-
sanierungsprogramms 2005 und 2006**

Arbeitsgemeinschaft

bremer **energie** institut 

bremer energie institut
Campus Ring 1
28759 Bremen

(Federführung)



Institut Wohnen und Umwelt GmbH
Annastraße 15
64285 Darmstadt



Institut für Statistik
FB Mathematik und Informatik
Universität Bremen
Postfach 33 04 40
28334 Bremen

auftraggeber

KfW-Bankengruppe, Frankfurt

gutachten

**Ermittlung von Effekten des KfW-CO₂-
Gebäudesanierungsprogramms**

**Entwicklung der Methodik und Ergebnisse
der Berichtsperioden 2005 und 2006**

Autoren:

bremer **energie institut**

Dr.-Ing. Klaus-Dieter Clausnitzer

Dr. rer.pol. Jürgen Gabriel

Institut Wohnen und Umwelt, Darmstadt

Dr. -Ing. Nikolaus Diefenbach

Dipl.-Phys. Tobias Loga

Institut für Statistik der Universität Bremen

Dipl.-Math. Werner Wosniok

Juli 2007

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	11
2	Der internationale und nationale Kontext	14
2.1	Der Klimaschutz nach Kyoto	14
2.2	Joint Implementation (JI).....	16
2.3	Emissionsfaktoren und Systemgrenze.....	19
2.4	Fazit in Bezug auf das KfW-CO ₂ -Gebäudesanierungsprogramm.....	20
3	Beschreibung des Modells für die Abschätzung der Endenergieeinsparung und CO ₂ -Reduktion	22
3.1	Datenerhebung	22
3.2	Einlesen der Fragebögen	22
3.3	Berechnung der eingesparten Endenergie und CO ₂ -Emissionen.....	23
3.4	Stichprobe „Vor-Ort-Check“	24
3.5	Hochrechnung der Energieeinsparungen und CO ₂ -Emissionsminderungen auf das Gesamtprogramm	24
4	Modernisierungsfortschritt: Zustand vor der Modernisierung und durchgeführte Energiesparmaßnahmen.....	26
4.1	Wärmedämmmaßnahmen	26
4.2	Fenster/Verglasungen	30
4.3	Lüftungsanlagen	32
4.4	Beheizung der Gebäude	32
4.5	Warmwasserbereitung	38
4.6	Thermische Solaranlagen	39
4.7	Allgemeine Informationen	40
5	Vor-Ort-Check.....	43
6	Abschätzung der Energieeinsparung und der CO ₂ -Emissionsminderung für die untersuchte Stichprobe	48
7	Hochrechnung auf Darlehensfälle 2005 und 2006.....	51
7.1	CO ₂ -Reduktion und Endenergieeinsparung (in allen Sektoren)	51
7.2	Reine CO ₂ -Reduktion im Haushaltssektor und in anderen Sektoren	55

7.3	Hochrechnung für die einzelnen Bundesländer.....	56
7.4	Fehlerabschätzung	57
8	Beschäftigungseffekte.....	60
8.1	Ziel und Methodik	60
8.2	Ergebnisse.....	61
9	Zusammenfassung	69
9.1	Einleitung, Ziel + Methodik.....	69
9.2	Überblick über die durchgeführten Energiesparmaßnahmen	70
9.3	CO ₂ -Reduktion und Endenergieeinsparung.....	71
9.4	Beschäftigungseffekte	74
10	Definitionen	76
11	Literaturverzeichnis	77

Anlagen

Anlage 1	Aktualisierung der Maßnahmenpakete
Anlage 2	Details der Methodik des Vor-Ort-Checks
Anlage 3	Begehungsprotokoll Vor-Ort-Check
Anlage 4	Details zur Methodik der schriftlichen Befragung von Darlehensnehmern
Anlage 5	Fragebogen der schriftlichen Befragung von Darlehensnehmern
Anlage 6	Zum verwendeten Rechenverfahren zur Berechnung des Endenergiebedarfs
Anlage 7	Erläuterungen zur Methodik der Beschäftigungsanalyse

Abbildungen

Abbildung 1	Aufteilung des Emissionsbudgets für 2008 - 2012.....	15
Abbildung 2	Systemgrenze des KfW-CO ₂ -Gebäudesanierungsprogramms.....	20
Abbildung 3	Stichprobenergebnis 2005 u. 2006: Anteil der wärmegeprägten Gebäudebauteile vor und nach Modernisierung.....	27
Abbildung 4	Stichprobenergebnis 2005 u. 2006: Dämmstoffstärken der 2005 und 2006 durchgeführten Modernisierungsmaßnahmen (tatsächliche Werte).....	28
Abbildung 5	Stichprobenergebnis 2002-2004, 2005, 2006: Mittlere Dämmstoffdicken modernisierter Bauteile.....	29
Abbildung 6	Stichproben 2005 und 2006: Anteile der Verglasungsarten vor der Modernisierung bezogen auf Fensterfläche vor Modernisierung.....	31
Abbildung 7	Stichprobe 2005 und 2006: Anteile der Verglasungsarten nach der Modernisierung bezogen auf Fensterfläche nach Modernisierung.....	31
Abbildung 8	Stichprobe 2005 und 2006: Erneuerung der Heizung im Rahmen der Nutzung des KfW-CO ₂ -Gebäudesanierungsprogramms.....	32
Abbildung 9	Stichprobe 2005/2006: Art des Hauptwärmeerzeugers der Zentral-/Etagenheizung vor der Modernisierung.....	34
Abbildung 10	Stichprobe 2005/2006: Art der Ofenheizung vor der Modernisierung.....	34
Abbildung 11	Stichprobe 2005/2006: Art des (Haupt-)Wärmeerzeugers, wenn vorhandener Wärmeerzeuger beibehalten wurde.....	36
Abbildung 12	Stichprobe 2005/2006: Art des (Haupt-)Wärmeerzeugers nach der Modernisierung, wenn Wärmeerzeuger modernisiert wurde.....	37
Abbildung 13	Stichprobe 2005/2006: Art des Warmwasserbereitungssystems vor der Modernisierung.....	38
Abbildung 14	Stichprobe 2005/2006: Art des Warmwasserbereitungssystems nach der Modernisierung.....	39
Abbildung 15	Stichprobe 2005/2006: Einbau neuer Solaranlagen zur Warmwasserbereitung (Solar WW) bzw. zur kombinierten Heizungsunterstützung und Warmwasserbereitung (Solar H + WW).....	40
Abbildung 16	Stichprobe 2005/2006: Baujahr der geförderten Einfamilienhäuser.....	41
Abbildung 17	Stichprobe 2005/2006: Baujahr der geförderten Mehrfamilienhäuser.....	42
Abbildung 18	Vor-Ort-Check: Erfüllung der Anforderungen bezüglich Vorhandensein der vorgeschriebenen Regelung.....	46

Abbildung 19	Vor-Ort-Check: Erfüllung der Anforderungen bezüglich Vorhandensein der vorgeschriebenen Rohrdämmung	47
Abbildung 20	Vor-Ort-Check: Erfüllung der Anforderungen bezüglich Dicke der Rohrdämmung	47
Abbildung 21	Gesamtbeschäftigungseffekte in Personenjahren	63
Abbildung 22	Gesamt-CO ₂ -Reduktion in allen Sektoren 2005 bis 2012 gegenüber 2005 durch Investitionen, an deren Finanzierung das KfW-CO ₂ -Gebäudesanierungsprogramm maßgeblich beteiligt ist.....	73
Abbildung 23	Gesamtbeschäftigungseffekte in Personenjahren	75
Abbildung 24	Beschäftigungseffekte 2006 aufgeteilt nach Bundesländern	75

Tabellen

Tabelle 1	Nutzung des Programms 2005 und 2006	12
Tabelle 2	Emissionsfaktoren.....	19
Tabelle 3	Stichprobenergebnis 2005 u. 2006: Anteile verschiedener Wärmeleitfähigkeitsgruppen	28
Tabelle 4	Stichprobenergebnis 2002-2006: Vergleich der bedingten Anforderungen der EnEV an die Bauteil-U-Werte für Bestandsgebäude mit den Ergebnissen der Stichprobe des KfW-CO ₂ -Gebäudesanierungsprogramms.....	30
Tabelle 5	Stichprobe 2005: Anteil Zentralheizungen	33
Tabelle 6	Stichprobe 2006: Anteil Zentralheizungen	33
Tabelle 7	Vor-Ort-Check 2007: Vergleich von Angaben der Gebäudeeigentümer im Fragebogen mit der Situation bei Vor-Ort-Check, hier: Flächenanteile Außenwanddämmung für Darlehensfälle der Jahre 2002 bis 2006	43
Tabelle 8	Vor-Ort-Check 2007: Vergleich von Angaben der Gebäudeeigentümer im Fragebogen mit der Situation bei Vor-Ort-Check, hier: Flächenanteile der Kellerdeckendämmung für Darlehensfälle der Jahre 2002 bis 2006	43
Tabelle 9	Vor-Ort-Check 2007: Vergleich von Angaben der Gebäudeeigentümer im Fragebogen mit der Situation bei Vor-Ort-Check, hier: Flächenanteile der Fenstererneuerung für Darlehensfälle der Jahre 2002 bis 2006	44
Tabelle 10	Vor-Ort-Check 2007: Vergleich von Angaben der Gebäudeeigentümer im Fragebogen mit der Situation bei Vor-Ort-Check, hier: Dämmstoffdicke Außenwand für Darlehensfälle der Jahre 2002 bis 2006	44
Tabelle 11	Vor-Ort-Check 2007: Vergleich von Angaben der Gebäudeeigentümer im Fragebogen mit der Situation bei Vor-Ort-Check, hier: Dämmstoffdicke Kellerdeckendämmung für Darlehensfälle der Jahre 2002 bis 2006	44
Tabelle 12	Vor-Ort-Check 2007: Vergleich von Angaben der Gebäudeeigentümer im Fragebogen mit der Situation bei Vor-Ort-Check, hier: Wärmeleitfähigkeit Außenwand-Dämmstoff für Darlehensfälle der Jahre 2002 bis 2006	45
Tabelle 13	Vor-Ort-Check 2007: Vergleich von Angaben der Gebäudeeigentümer im Fragebogen mit der Situation bei Vor-Ort-Check, hier: Wärmeleitfähigkeit Kellerdeckendämmstoff für Darlehensfälle der Jahre 2002 bis 2006	45
Tabelle 14	Stichprobe 2005/2006: Verwendete Treibhausgas-Emissionsfaktoren.....	49

Tabelle 15	Stichproben 2005 und 2006: jährliche CO ₂ -Emissionsminderungen (CO ₂ -Äquivalente inklusive Vorketten)	49
Tabelle 16	Stichproben 2005 und 2006: Endenergieeinsparung in kWh/a.....	50
Tabelle 17	Darlehensfälle 2005: Daten zu den ausgereichten Darlehen	52
Tabelle 18	Darlehensfälle 2006: Daten zu den ausgereichten Darlehen	52
Tabelle 19	Vergleich von Stichprobe und Grundgesamtheit	52
Tabelle 20	Darlehensfälle 2005: CO ₂ -Reduktion (CO ₂ -Äquivalente inkl. Vorketten) aller im KfW-CO ₂ -Gebäudesanierungsprogramm geförderten Modernisierungsvorhaben	53
Tabelle 21	Darlehensfälle 2006: CO ₂ -Reduktion (CO ₂ -Äquivalente inkl. Vorketten) aller im KfW-CO ₂ -Gebäudesanierungsprogramm geförderten Modernisierungsvorhaben	53
Tabelle 22	Darlehensfälle 2005: Endenergiebedarf vor und nach der Modernisierung, Anteile der Energieträger sowie Endenergieeinsparung.....	54
Tabelle 23	Darlehensfälle 2006: Endenergiebedarf vor und nach der Modernisierung, Anteile der Energieträger sowie Endenergieeinsparung.....	54
Tabelle 24	Darlehensfälle 2005: Durch die geförderten Gebäudemodernisierungen erreichte CO ₂ -Reduktion und Endenergieeinsparung nach Bundesländern.....	56
Tabelle 25	Darlehensfälle 2006: Durch die geförderten Gebäudemodernisierungen erreichte CO ₂ -Reduktion und Endenergieeinsparung nach Bundesländern.....	57
Tabelle 26	Relative und absolute Stichprobenfehler	58
Tabelle 27	Beschäftigungseffekte 2005 und 2006.....	62
Tabelle 28	Gesamt-Beschäftigungseffekte nach Bundesländern.....	64
Tabelle 29	Beschäftigungseffekte im Mittelstand	65
Tabelle 30	Gebietstypologie nach dem Grad der Verstädterung in 2003.....	65
Tabelle 31	Gebietstypische Verteilung von Aufträgen.....	66
Tabelle 32	Hochrechnung: Beschäftigungseffekte nach Gebietstypen	67
Tabelle 33	Nutzung des Programms 2005 und 2006	69
Tabelle 34	Emissionsminderung der Darlehensfälle 2005 und 2006 gegenüber Zustand vor Modernisierung.....	72

1 Einleitung

Der Schutz des Klimas, die Sicherung der Energieversorgung und auch die Ermöglichung von niedrigen Energiepreisen gehören zu den zentralen Aufgaben der europäischen wie der nationalen Politik. Ihr steht dabei ein Bündel von Instrumenten in drei Bereichen zur Verfügung:

- a) Ordnungspolitische Instrumente (Gesetze, z.B. die Energieeinsparverordnung),
- b) Finanzierungsinstrumente (z.B. steuerliche Berücksichtigung und Förderprogramme),
- c) Motivations- und Informationsinstrumente (z.B. Energieberatung und Informationsbroschüren).

Gerade im Haushaltssektor und darin besonders im Bereich Raumwärme bestehen immer noch große Energiesparpotenziale. Dieser Bereich ist geprägt von einer Vielzahl an Handlungsorten (ca. 20 Mio. Gebäude, 38 Mio. Wohnungen), einer großen Zahl von Akteuren (Hauseigentümer und Nutzer) und einer großen Bandbreite an Möglichkeiten, Energie einzusparen.

Angesichts dieser Vielfalt ist es kein Wunder, dass mehrere Instrumente benötigt werden, um Energieeinsparung und CO₂-Reduktion anzuregen. Eine zentrale Rolle nimmt dabei die KfW Bankengruppe als Förderbank des Bundes und der Länder ein. Sie fördert seit 1990 die Energieeinsparung und CO₂-Minderung im Gebäudebereich. Seither wurden im Zeitraum 1990 bis Ende 2006 bei mehr als 2,5 Millionen Wohnungen zinsgünstige Darlehen für Maßnahmen der Energieeinsparung und CO₂-Reduktion eingesetzt. Einen guten Überblick über die Programme gibt [Matthäus-Maier 2006].

Innerhalb der Darlehensprogramme nimmt das KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramm eine Schlüsselstellung ein. Seit 2001 ist es Bestandteil des Nationalen Klimaschutzprogramms. Ein besonderes Kennzeichen dieses Programms besteht in der Erfordernis einer umfangreichen Modernisierung eines Gebäudes. Bewusst wird jeweils immer ein Bündel von Maßnahmen in so genannten Maßnahmenpaketen gefördert. Dabei wurden und werden die organisatorischen, ökonomischen und technischen Randbedingungen der Förderung laufend den Erfordernissen des Marktes angepasst. Die aktuellen Konditionen können auf den Internetseiten unter www.kfw.de abgerufen werden; die Tabelle 1 gibt einen Überblick zu den Darlehensfällen der Jahre 2005 und 2006 und die Anlage 1 beschreibt die geförderten Maßnahmenpakete sowie wichtige Änderungen der technischen Anforderungen.

	Einheit	2005	2006
Darlehenszusagen	n	24.429	43.451
Betroffene Wohneinheiten	n	70.088	155.404
Betroffene Wohnfläche	m ²	ca. 6,4 Mio.	ca. 13,0 Mio.
Ausgereichtes Kreditvolumen	Mrd. €	ca. 1,1	ca. 3,4
durchschnittliches Kreditvolumen pro Darlehenszusage	T€	ca. 46.900	ca. 77.200
durchschnittliche Zahl der betroffenen Wohnungen pro Darlehenszusage	n	2,87	3,58
durchschnittlich Wohnfläche pro Kreditzusage	m ²	263	298

Tabelle 1 Nutzung des Programms 2005 und 2006
zusammengestellt nach [KfW 2007], Stand 05.03.2007¹

Aufgabe

Die Aufgabe bestand in der Entwicklung eines Modells zur Abschätzung der positiven Effekte, die durch die im KfW-CO₂- Gebäudesanierungsprogramm geförderten Modernisierungsvorhaben bewirkt werden, und zwar bezüglich

- CO₂-Reduktion,
- Endenergieeinsparung und
- Beschäftigung.

Dieses Modell war auf die Darlehensfälle der Jahre 2005 und 2006 anzuwenden und die genannten Wirkungen für diese Jahre abzuschätzen.

In den Folgejahren sollen die Effekte für Darlehensfälle der Jahre 2007, 2008 und 2009 ermittelt werden. Dabei ist das Modell gegebenenfalls an geänderte Rahmenbedingungen und Förderkonditionen anzupassen.

Methodik

Die Abschätzung der CO₂-Reduktions- und Endenergieeinsparungseffekte geschieht im Wesentlichen durch ein gestuftes Verfahren. Dieses wurde so gestaltet, dass es auch bei künftigen Änderungen von Programmbedingungen und künftig anderen Ausgangszuständen der Gebäude anwendbar ist.

Im Kern wird für Gebäude einer geschichteten Zufallsstichprobe von Darlehensfällen der Endenergiebedarf vor und nach der Modernisierung berechnet und die CO₂-Emission über Emissionsfaktoren der eingesetzten Energieträger abgeschätzt.

Die Stichprobe wurde sorgfältig gewählt: Sie umfasst 1.972 Darlehensfälle aus den Jahren 2002 bis 2006.²

¹ Es wurden nur tatsächlich an Endkreditnehmer ausgereichte Darlehen ausgewiesen. Grundlage sind also nicht die beantragten, sondern die an Endkreditnehmer tatsächlich ausgereichten Darlehen.

Die KfW hat keine Daten, die den Ist-Zustand oder den modernisierten Zustand der Gebäude für ein Energiebilanzierungsmodell hinreichend genau wiedergeben. Deshalb mussten diese Daten von den Hauseigentümern eingeholt werden, und zwar durch eine schriftliche Befragung. Die Anlage 4 nennt die Einzelheiten der Vorgehensweise bei der Befragung.

Um das Verständnis des Fragebogens und die Richtigkeit der Angaben bei Hauseigentümern zu verifizieren, wurde für 167 Darlehensfälle ein Vor-Ort-Check durch ausgewählte Energieberater durchgeführt.

Letztlich wurde aus der Stichprobe der schriftlichen Befragung auf die Grundgesamtheiten (Darlehensfälle 2005 bzw. Darlehensfälle 2006) hochgerechnet. Einzelheiten der Methodik werden in den Kapiteln 3, 6 und 7 erläutert.

Bei der Abschätzung der Endenergieeinsparung und der CO₂-Reduktion sind internationale und nationale Randbedingungen zu beachten. Diese Randbedingungen werden in Kapitel 2 näher erläutert.

Die Methodik der Abschätzung der Beschäftigungseffekte wird in Abschnitt 8.1 beschrieben.

² Darlehensfälle der Jahre 2002 bis 2004 wurden einbezogen, um für die Modellbildung eine breite Basis aus tatsächlich abgeschlossenen Modernisierungsprojekten zu erhalten.

2 Der internationale und nationale Kontext

2.1 Der Klimaschutz nach Kyoto

Viele Staaten der Vereinten Nationen haben sich 1997 in Kyoto (Japan) auf eine Reduzierung der Treibhausgase verständigt. Das Protokoll trat am 16.2.2005 verbindlich in Kraft. Inzwischen (Stand 30.5.2007) ist das Protokoll von 172 Staaten ratifiziert worden [UNFCCC 2007]. Mit dem Inkrafttreten des Protokolls von Kyoto besteht für die Industriestaaten eine völkerrechtlich verbindliche Verpflichtung, ihre Treibhausgas-Emissionen im Zeitraum 2008 bis 2012 um 5 % gegenüber 1990 zu senken [BMU 2005].³ Einige Staaten und Staatengemeinschaften sind dabei höhere Verpflichtungen eingegangen: So hat sich die Europäische Union zu einer Reduktion um 8 % verpflichtet. Diese Reduktionsverpflichtung wird nicht von jedem EU-Mitgliedstaat in gleicher Höhe erbracht. Im Rahmen der „Burden Sharing-Vereinbarung“ hat sich Deutschland verpflichtet, seine jährlichen Treibhausgasemissionen von sechs Treibhausgasen im Zeitraum 2008-2012 um durchschnittlich 21 % gegenüber 1990 / 1995 zu reduzieren [BMU 2005], [NAP II 2006].⁴

Bundestag und Bundesregierung haben in Gesetzen, Verordnungen und Programmen Einzelheiten der Ziele und der Wege zur Zielerreichung genannt.⁵

Für die Periode, in der die Untersuchungsjahre 2005 und 2006 fallen, ist zunächst das Zuteilungsgesetz 2007 [ZuG 2007] maßgeblich. Da die mit den KfW-CO₂-Gebäude-sanierungsprogramm-Darlehen getätigten Investitionen überwiegend Wirkungen in künftigen Jahren entfalten, werden weiter unten auch die Emissionsziele für den Zeitraum 2008 -2012 betrachtet.⁶

Im [ZuG 2007] wird ein Emissionsziel von 859 Mio. Tonnen CO₂ je Jahr der Periode 2005 bis 2007 genannt, wovon 503 Mio. Tonnen auf den Sektor Energie und Industrie und 356 Mio. Tonnen CO₂ auf „andere Sektoren“, darunter auf „Verkehr und Haushalte“ 298 Mio. Tonnen und auf Gewerbe/Handel/Dienstleistungen 58 Mio. Tonnen entfallen sollten.

Inzwischen wurde die Berechnungsmethodik international angeglichen, so dass neuere Gesetze andere Zahlen nennen. Im Juni 2007 wurde vom Deutschen Bundestag ein Zuteilungsgesetz für die Periode 2008 bis 2012 beschlossen⁷; weitere wichtige Dokumente sind der Zweite Nationale Allokationsplan [NAP II 2006] und das Klimaschutzprogramm 2006.

Die obere Grenze an Emissionsrechten (Emissionsbudget bzw. Assigned Amount Units, AAU) beträgt für Deutschland 973,6 Mio. Tonnen an CO₂-Äquivalenten im Durchschnitt

³ Da sich die Erstunterzeichner USA und Australien nicht zu einer Ratifikation des Protokolls entschließen konnten, ergibt sich aus den länderbezogenen Reduktionsbegrenzungen als Gesamtziel für die verbleibenden Annex-B-Länder eine Emissionsminderung um weniger als 5%.

⁴ Basisjahr für die Kohlendioxyd-(CO₂), Methan- (CH₄) und Distickstoffoxyd- (N₂O) Emissionen ist 1990, für perfluorierte Kohlenwasserstoffe (PFK), Kohlenwasserstoffe (HFC) und Schwefelhexafluorid- (SF₆) Emissionen das Jahr 1995.

⁵ vgl. [ZuG 2007], [NKP 2005], [NAP II 2006], [Pro MechG 2005], [TEHG 2004] u.a.

⁶ für die Zuteilungszeiten ab 2013 liegen noch keine Gesetzentwürfe vor.

⁷ Beschluss des deutschen Bundestags am 22.6.2007. Zum Zeitpunkt der Abfassung dieses Gutachtens war das Gesetzgebungsverfahren (Zustimmung Bundesrat bzw. erneute Behandlung im Bundestag, Unterzeichnung Bundespräsident, Veröffentlichung) noch nicht abgeschlossen. Angaben insofern unter Vorbehalt.

der Jahre 2008 bis 2012. Diese Grenze bezieht sich auf reale Emissionen unter Einschluss von Witterungs-, Produktions- und Verbrauchsschwankungen. Die Abbildung 1 zeigt, wie Deutschland dieses Budget aufteilen wird.

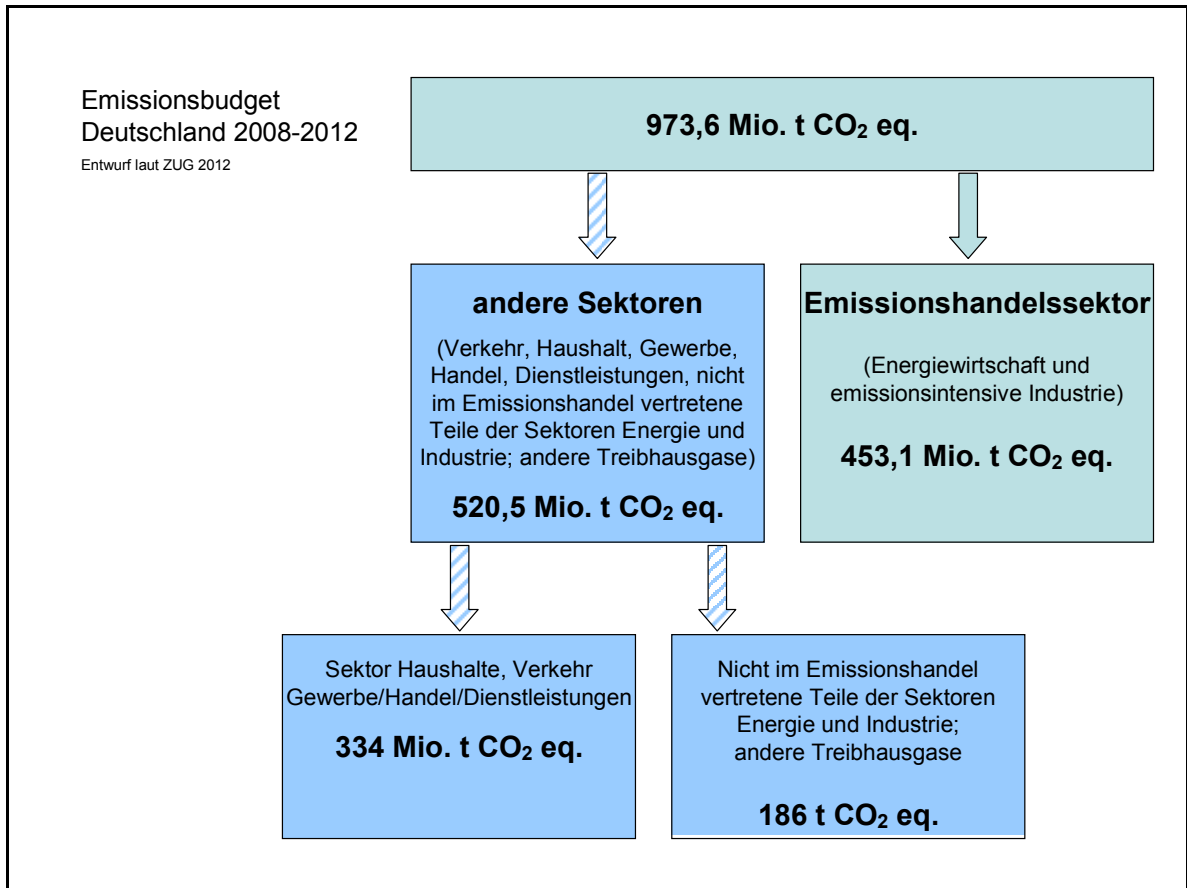


Abbildung 1 Aufteilung des Emissionsbudgets für 2008 - 2012
erstellt nach [ZuG 2012]

Die Abbildung 1 zeigt auch, dass zwischen „CO₂“ und „CO₂ eq.“ zu unterscheiden ist. Im Sektor Haushalte, Verkehr, Gewerbe/Handel/Dienstleistungen geht es rechnerisch um „reines CO₂“, nicht um weitere Treibhausgase. Hieraus ergibt sich als wichtige Rahmenbedingung für die vorliegende Untersuchung, dass die Reduktion von „reinen“ CO₂-Emissionen am Ort des Verbrauchers von besonderem Interesse ist.

Für den Bereich private Haushalte, Verkehr und Gewerbe/Handel/Dienstleistungen besteht für die Periode 2008-2012 ein Emissionsziel von zusammen maximal 334 Millionen Tonnen CO₂ pro Jahr. Dieser Wert bezieht sich ebenfalls auf reale Emissionen, die gerade im Haushaltsbereich auch von Wetterbedingungen abhängen.

Die Emissionen der privaten Haushalte konnten von 1990 bis 2004 von 129 Mio. Tonnen CO₂ im Jahr 1990 auf 118,3 Mio. Tonnen CO₂ im Jahr 2004 reduziert werden [BMW 2007b]; im Jahr 2005 sogar auf 113,0 Mio. Tonnen CO₂ [BMW 2007b].⁸

⁸ Im [NAP II 2006] wurde noch von 115,6 Mio. t CO₂ für 2004 ausgegangen; die Emissionen dort beruhen auf anderen Quellen. Die Emissions-Zahlen der letzten Jahre 2002 ff werden ggf. noch auf der Basis zusätzlicher Erkenntnisse fortgeschrieben.

Beginnend mit dem Klimaschutzprogramm 2005, später mit dem [NAP II 2006] sowie dem 8-Punkte-Plan⁹ hat die Bundesregierung eine Reihe zusätzlicher Maßnahmen angekündigt, um eine Reduktion der Emissionen in Höhe von 5,3 Mio. Tonnen gegenüber dem Trendwert 2005 im Bereich Haushalte [NAP II 2006] bzw. 41 Mio. t CO₂ durch Gebäudesanierung, effiziente Heizungsanlagen und in Produktionsprozessen [Gabriel 2007] zu erzielen. Nach [NAP II 2006] wird der größte Beitrag dabei von Förderprogrammen für den Gebäudebereich erwartet, die eine Minderung von durchschnittlich 2,8 Mio. Tonnen CO₂ pro Jahr erschließen sollen. An erster Stelle werden im [NAP II 2006] die KfW-Programme im Gebäudebereich genannt.

National wie international werden zur Erreichung der Emissionsziele mehrere Instrumente eingesetzt. Für die Bereiche Energieumwandlung und Industrie kommt dem Instrument des *Emissionshandels* besondere Bedeutung zu: Die Betreiber von Kraftwerken und anderen Industrieanlagen erhielten Zertifikate, in der Periode 2005 bis 2007 in Deutschland kostenlos.¹⁰ Diese berechtigen die Besitzer zum Ausstoß einer festgelegten Menge an CO₂. Verursacht eine Anlage mehr Emissionen z.B. durch eine erhöhte Produktion, müssen weitere Zertifikate hinzugekauft werden. Die Gesamtmenge an Zertifikaten ist allerdings begrenzt. Wer Emissionen vermeidet, kann Zertifikate verkaufen, wer zusätzliche Emissionen verursacht, muss Emissionsberechtigungs-zertifikate kaufen.

Neben dem Instrument des Emissionshandels gibt es die projektbasierten Mechanismen *Clean Development Mechanism (CDM)* und *Joint Implementation (JI)*. Die Anwendung dieser Instrumente regelt das [ProMechG 2005]. CDM spielt für den Kontext dieser Untersuchung keine Rolle, weil es dabei um Investitionen in Nicht-Vertragsstaaten geht. Dagegen kann JI von Belang sein, nämlich wenn es um CO₂-reduzierende Maßnahmen geht, die im Gastgeberland Deutschland im Wohngebäudebereich von bzw. mit einem ausländischen Projektträger getätigt werden.¹¹ JI wird in Abschnitt 2.2 kurz betrachtet.

Nationale (Ausgleichs-) Projekte sind in der Periode bis 2012 nicht vorgesehen.

2.2 Joint Implementation (JI)

JI ist wie der Emissionshandel ein Instrument, um den internationalen Klimaschutz voranzubringen. JI ermöglicht Annex-I-Staaten, die sich dem Klimaschutz gemäß des Kyoto-Protokolls verpflichtet haben, den Erhalt von Emissionsreduktionsgutschriften durch Maßnahmen, die sie (bzw. Unternehmen dieses Staates) in anderen Annex-I-Staaten durchgeführt haben. Gedacht wurde dabei in erster Linie an Maßnahmen von Industrieländern in Transformationsländern. Die Emissionsberechtigungen werden dabei dem Land gutgeschrieben, aus dem der Investor kommt; sie werden dem Land abgezogen, in dem das Projekt stattfindet. Es muss sich allerdings um Maßnahmen handeln, die nicht Anlagen betreffen, die bereits im Emissionshandel verpflichtet sind. Möglich wären also z.B. Projekte im Bereich der Wärmeversorgung von Gebäuden.

⁹ Regierungserklärung Bundesumweltminister Gabriel vom 26.4.2007 [Gabriel 2007]

¹⁰ Für die Zuteilungsperiode 2008 bis 2012 hat sich der Deutsche Bundestag am 22. Juni 2007 für eine Versteigerung von knapp 10 % der Zertifikate ausgesprochen. Für die Zeit ab 2013 wird innerhalb der Regierungsfractionen eine 100%igen Auktionierung diskutiert.

¹¹ Da die Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHST) bisher (Stand 20.6.2007) noch keinen JI-Projekten mit Deutschland als Gastgeberland zugestimmt hat (s. http://www.dehst.de/cln_027/nn_76410/DE/JI_CDM/JI_CDM_node.html_nnn=true, dort "Übersicht Anträge Klimaschutzprojekte", sind Beispiele für JI-Projekte mit Deutschland als Gastgeberland noch nicht vorhanden.

Innerhalb des JI gibt es zwei Verfahrenswege. Die beiden Wege werden „JI First Track“ und „JI Second Track“ genannt. Welcher Weg beschritten werden kann, hängt davon ab, ob die beteiligten Staaten alle oder nur die Mindest-Anforderungen für JI erfüllen [UNFCCC 2004] [BMU 2007c] Im Mai 2007 prüfte das Internationale Klimaschutzsekretariat die Erfüllung der sog. Eligibility—Kriterien durch Deutschland; der Ergebnisbericht liegt allerdings noch nicht vor.¹² Für Staaten wie Deutschland und Niederlande oder Frankreich kommt grundsätzlich der First Track in Frage. Im Rahmen des JI First Track besteht für die beteiligten Länder die Möglichkeit, *eigene Regeln zur Durchführung* aufzustellen [Betz et al. 2005]. Im JI Second Track dagegen sind einige Regeln international vorgeschrieben. Ob Deutschland Track1-berechtigt sein wird, steht zurzeit noch nicht fest.

Die Deutsche Emissionshandelsstelle wird voraussichtlich im Sommer 2007 Informationen zur Möglichkeit von JI-Projekten mit Deutschland als Gastgeberland herausbringen.¹³

Last but not least ist zu beachten, dass es sich stets um eine *zusätzliche* Emissionsminderung handeln muss. Das ist nach der gesetzlichen Definition in [ProMechG 2005, § 2] „eine Emissionsminderung, soweit sie diejenige Menge an Emissionen unterschreitet, die ohne die Durchführung der Projektstätigkeit entstanden wäre (Referenzfallemissionen)“

Deutschland hat solche Regeln grob im [ProMechG 2005] festgelegt. Eine Rechtsverordnung mit detaillierten Ausführungsvorschriften gibt es nicht.¹⁴

Die Auswertung des [ProMechG 2005] ergibt,

- dass es keine expliziten technischen Anforderungen an die energetische Modernisierung von Gebäuden stellt (z.B. eine bestimmte Dämmstärke), die in einem möglichen JI-Projekt mit Deutschland als Gastgeberland erfüllt werden müssten,
- dass es kaum / wenig / bzw. nicht absehbare Auswirkungen auf eine Verstärkung der Aktivitäten zur Modernisierung von Gebäuden in Deutschland haben dürfte.

Zu beachten bei JI-Projekten in Deutschland sind auch folgende Bestimmungen des [ProMechG 2005], in denen es heißt:

„§ 5 Abs. 1: Wird eine Projektstätigkeit durch öffentliche Fördermittel der Bundesrepublik Deutschland finanziert, ist der Anteil derjenigen Emissionsminderung der Projektstätigkeit, der durch öffentliche Fördermittel finanziert wird, Bestandteil der Referenzfallemissionen; dies gilt nicht, wenn die öffentlichen Fördermittel der Absicherung der Investitionen dienen.“

§ 6, Abs. 1: „Die zuständige Behörde hat den Verifizierungsbericht zu bestätigen, wenn ...3. der Verifizierungsbericht ergibt, dass Doppelzählungen auf Grund unmittelbarer oder mittelbarer Emissionsminderungen oder Doppelbegünstigungen auf Grund einer Finanzierung durch öffentliche Fördermittel im Sinne des § 5 Abs. 1. Satz 4 und 5 ausgeschlossen sind.“

¹² pers. Mitteilung DEHST, Juni 2007

¹³ pers. Mitteilung DEHST, Juni 2007.

¹⁴ pers. Auskunft Herr T. Forth, Joint Implementation Koordinierungsstelle im Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

Die Beurteilung, ob im Sinne § 5 ProMechG im Falle eines JI-Projekts mit Deutschland als Gastgeberland eine zusätzliche Emissionsminderung anerkannt werden kann, ist nicht ganz einfach. Dabei müssten u.a. folgende Fragen geklärt werden:

- a) Wurden im Rahmen des KfW-Programms öffentliche Fördermittel verwendet? Zur Zeit ist dies eindeutig zu bejahen, denn der Bund stellt Haushaltsmittel zur Senkung der Zinsen, Zuschüsse und für Teilschulderlasse bereit. Falls dies einmal nicht mehr der Fall sein sollte, also eine Eigenfinanzierung der KfW vorliegt, könnte die gesamte Emissionsminderung geltend gemacht werden (soweit andere Voraussetzungen erfüllt werden).
- b) Wird bei der Modernisierung eine energetische Modernisierung durchgeführt, die über die durch die öffentliche Förderung generierte Reduktion der sechs Kyoto-relevanten Treibhausgase hinausgeht? Ein Beispiel für eine solche zusätzlichen Emissionsreduktion wäre: Der Projektträger nimmt einen mit Bundesmitteln geförderten verbilligten Kredit aus dem KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramm für bestimmte Maßnahmen in Anspruch, führt aber außerdem noch nicht geförderte Maßnahmen durch. Dann würden die Emissionen, die durch diese zusätzlichen Maßnahmen zustande kommen, anrechenbar sein, aber nur, sofern die anderen Voraussetzungen für ein JI-Projekt gegeben sind. Zu diesen anderen Voraussetzungen gehört u.a., dass es sich um zusätzliche Maßnahmen handeln muss, vgl. z.B. [Betz et al 2005].
- c) Geht die Emissionsminderung über das hinaus, was durch Anforderungen des Gastgeberlandes verlangt wird? Beispiel: Die Dämmung der obersten Geschossdecke wird unter bestimmten Bedingungen durch die Energieeinsparverordnung ohnehin gefordert. Die Durchführung dieser Maßnahme erfüllt noch nicht das Kriterium der Zusätzlichkeit; jedoch könnte die Wirkung einer über die gesetzlich erforderliche Mindest-Dämmstärke hinausgehende Wirkung anrechenbar sein.
- d) Handelt es sich bei den CO₂ - reduzierenden Maßnahmen um solche, bei denen bedingte ordnungsrechtliche Anforderungen bestehen? Beispielsweise fordert der Bund nicht generell eine nachträgliche Dämmung von Außenwänden; wenn sie aber durchgeführt wird, gibt es Mindestanforderungen an die Ausführung. Auch wenn das KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramm für eine solche Dämmung nicht genutzt würde, ist es fraglich, ob die CO₂-Minderung einer solchen Dämmung nicht, teilweise oder in vollem Umfang als „zusätzlich“ gelten kann. Zumindest die CO₂-Reduktion durch die Dämmung, die erheblich über Mindestanforderungen hinausgeht, sollte als „zusätzlich“ gelten.

Bei JI-Projekten muss vorab eine Schätzung zur Emissionsreduktion unter Berücksichtigung von Baseline, Trend und Additionality vorgenommen werden. Später werden die Zertifikate jedoch nicht anhand der Schätzung, sondern auf Basis realer Emissions-Reduktionen ermittelt (unter Einschluss von tatsächlicher Witterung, Nutzung und Produktion). Für kleine Projekte kann dies einen erheblichen Aufwand bedeuten: Deshalb ist man international bemüht, für so genannte „small scale projects“ vereinfachte Verfahren mit standardisierten Werten zu entwickeln und zuzulassen.

2.3 Emissionsfaktoren und Systemgrenze

Für die Abschätzung der CO₂-Reduktion in den Sektoren Haushalte bzw. Energie sind zurzeit die Emissionsfaktoren nach Tabelle 2 zu verwenden.¹⁵

Direkte CO ₂ -Emissionsfaktoren			
Stand: 11/2006			
Energieträger		Direkte CO ₂ -Emissionsfaktoren	
		kg/TJ	g/kWh
Brennstoffe	Heizöl EL	74.000	266,40
	Erdgas H (Verbund)	56.000	201,60
	Flüssiggas	65.000	234,00
	Steinkohle (Mix)	98.629	355,07
	Braunkohle (Braunkohlenbrikett)	99.700	358,92
	Holz	0	0,00
Nah-/Fernwärme aus KWK	fossiler Brennstoff *	41.364	148,91
	erneuerbarer Brennstoff	0	0,00
Nah-/Fernwärme aus Heizwerken	fossiler Brennstoff *	76.818	276,55
	erneuerbarer Brennstoff	0	0,00
Strom	Strom-Mix	171.389	617,00
* vorläufige Schätzung, bis UBA hierzu die Werte vorlegt.			
Die angegebenen Emissionsfaktoren gelten ab dem Jahr 1998. Der Emissionsfaktor für den Steinkohle-Mix gilt für das Jahr 2002, der Emissionsfaktor für den Strom-Mix gilt für das Jahr 2005 (beide können bei Erscheinen einer aktuelleren Energiebilanz aktualisiert werden).			

Tabelle 2 Emissionsfaktoren

Quelle: [BMU 2007] unter Berufung auf Umweltbundesamt

In Abbildung 2 wird versucht, die Einflussmöglichkeiten des KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramms aufzuzeigen. Durch das KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramm ist im Wesentlichen nur der Energiebedarf bzw. -verbrauch am Standort des Gebäudes beeinflussbar, jedoch kaum die Vorketten.¹⁶ Das KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramm kann nur einen Teil des Endenergiebedarfs beeinflussen: ein Mindestluftwechsel ist ebenso erforderlich wie warmes Wasser zum Duschen. Durch das Programm ist im Wesentlichen die Bausubstanz und die Anlagentechnik beeinflussbar, dies aber nur, soweit die Förderbedingungen dies vorsehen.¹⁷ Die Abbildung 2 verdeutlicht diese so genannte Systemgrenze am Beispiel eines Einfamilienhauses. Durch die Nutzung des KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramms werden vor allem der Transmissionswärmeverlust und die

¹⁵ Die angegebenen Emissionsfaktoren geben den im Mai 2007 verfügbaren aktuellen Stand wieder.

¹⁶ Eine Beeinflussung des Brennstoffs ist allerdings dadurch gegeben, dass mit dem Programm die Substitution von Brennstoffen mit hohen CO₂-Emissionen (wie Kohle) durch andere, weniger CO₂-emittierende Brennstoffe gefördert wird.

¹⁷ Programmbedingt war z.B. nur die Substitution von Heizkesseln mit Baujahren vor 1982 förderbar.

Verluste der Anlagentechnik beeinflusst; nicht dagegen der Bereich Haushaltsstrom, (wohl aber der Betriebsstromverbrauch, weil dieser vom Heizsystem abhängt).

Zusätzlich wird ggf. nicht nur Vor-Ort am Standort des Gebäudes Energie und CO₂ gespart: Zum Beispiel sinkt die Emission am Standort des Kraftwerks, wenn ein strombeheiztes Gebäude besser wärmedämmt wird.

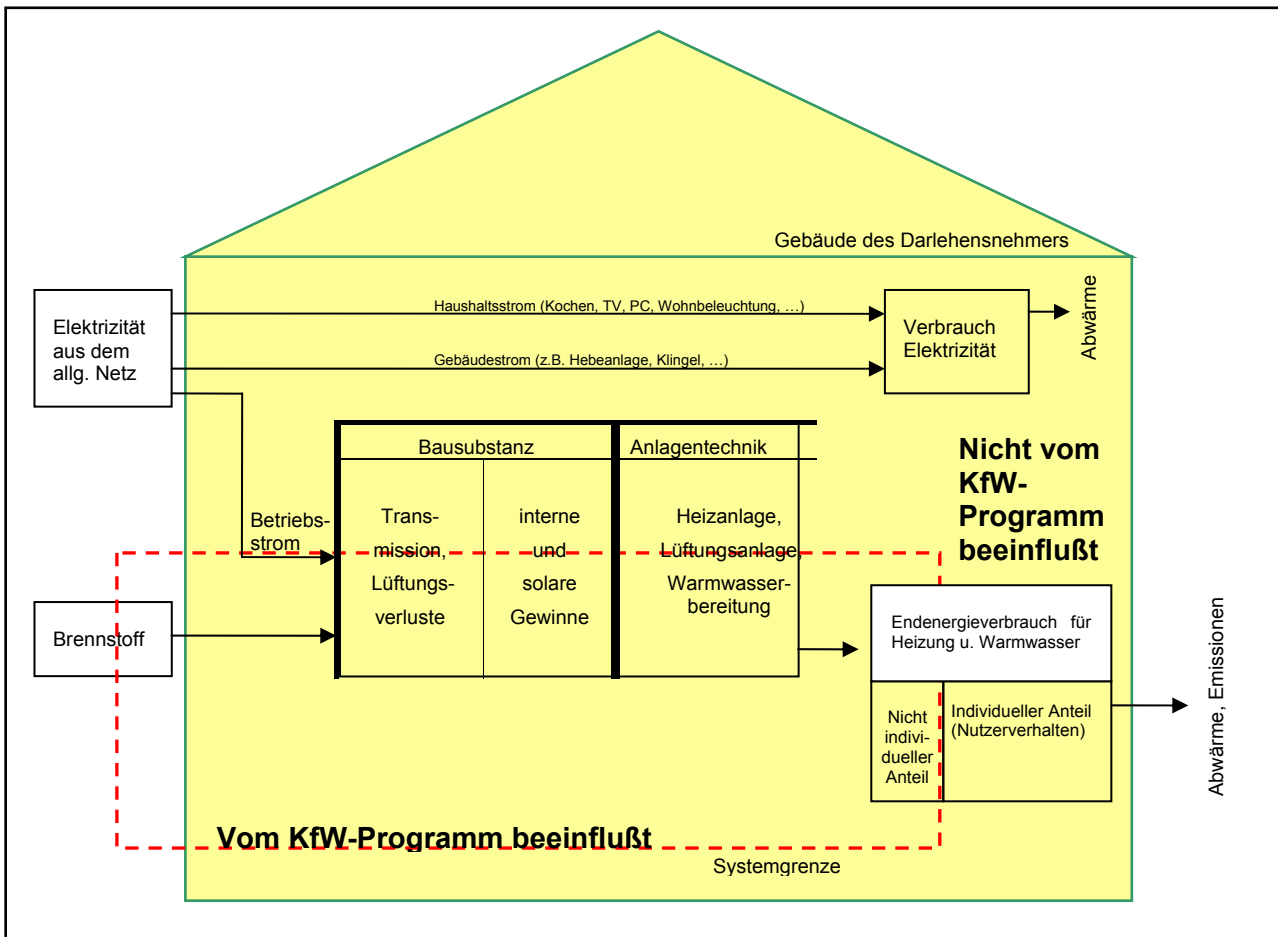


Abbildung 2 Systemgrenze des KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramms

2.4 Fazit in Bezug auf das KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramm

Deutschland hat sich anspruchsvolle Ziele zur Reduktion von Treibhausgasen gesetzt. Für den Bereich der Gebäude ist das KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramm eines der Instrumente, mit denen diese Ziele erreicht werden sollen.

Direkte Anforderungen an die Durchführung der Untersuchung der Wirkungen des KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramms gibt es aus den Programmen, Gesetzen und Verordnungen nicht.

Auch andere Klimaschutzinstrumente haben Wirkungen im gleichen Bereich wie das KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramm. Bezüglich des internationalen Instruments „Joint Implementation“ (JI) ist es so, dass JI nicht Einfluss auf die Wirkung des KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramms hat, sondern umgekehrt das KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramm die Anrechenbarkeit von Emissionsreduktionen eines JI-Projekts mit Deutschland

als Gastgeberland beeinflusst. Dies gilt immer dann, wenn für die JI-Projektstätigkeit in Deutschland auch Mittel aus dem KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramm eingesetzt werden. Der Gesetzgeber hat, um Doppelzählungen zu vermeiden, im [ProMechG] vorgegeben, dass der mit öffentlichen Mitteln finanzierte Teil der Emissionsminderungen Bestandteil der Referenzfallemissionen ist. Wenn also eine JI-Projektstätigkeit mit Deutschland als Gastgeberland im Bereich Wohngebäudebestand durchgeführt und hierbei das KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramm zur (Mit-)Finanzierung eingesetzt würde, wären im JI-Projekt nur Emissionen anrechenbar, die über die durch das KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramm verlangten Emissionsreduktionen *zweifelsfrei* hinausgehen.

Anforderungen z.B an die Abschätzung der Baseline sind nicht detailliert vorgeschrieben; vielmehr muss ein JI – Projekt selbst eine Baseline ermitteln. Internationale Vorgabe ist, dass relevante nationale oder branchenbezogene Politiken und Bedingungen einbezogen werden müssen.

Reduktionen im Haushaltssektor und in anderen Bereichen

Bei der Abschätzung der CO₂-Reduktion ist insbesondere zu differenzieren nach der CO₂-Reduktion, die im Haushaltssektor verbucht wird und der CO₂-Reduktion im Emissionshandelssektor (Energiewirtschaft und emissionsintensive Industrie, vgl. Abbildung 1). Von dieser Differenzierung betroffen sind die Energieträger Strom und Fernwärme für Raumwärme, Warmwasser und Hilfsenergie.

Diese Unterscheidung ist notwendig, um Doppelzählungen zu vermeiden. Beispiel: Wird bei einem Gebäude eine elektrische Nachtspeicherheizung durch eine Gasheizung ersetzt, erbringt der Sektor „Haushalte“ eine CO₂-Minderungsleistung. Diese wird aber im Sektor „Emissionshandel“ verbucht, weil nun dort weniger Strom produziert wird. Solche in Gebäuden erbrachten Minderungsleistungen erleichtern somit dem Sektor „Emissionshandel“, die für ihn gesetzten Ziele zu erreichen – ohne dass dieser Sektor hierfür investieren muss. Im Sektor Haushalte kommt es dagegen in diesem Fall zu einer höheren CO₂-Emission, weil nun Erdgas verheizt wird, was eine CO₂-Emission bedingt. Für die Umwelt ist allerdings die Differenz zwischen beiden Anlagen und Energieträgern wichtig. Die mit einer bestimmten Maßnahme erreichten Emissionsminderungen sind die relevante Größe. Eine rechnerische Fokussierung auf den Sektor „Haushalte“ würde die Emissionsminderungsleistungen von Investitionen, die mit dem KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramm finanziert werden, unterschätzen.

3 Beschreibung des Modells für die Abschätzung der Endenergieeinsparung und CO₂-Reduktion

3.1 Datenerhebung

Die Datenerhebung erfolgte durch eine schriftliche Befragung von Fördermittelempfängern im KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramm. Die Fragen betrafen allgemeine Angaben zum Gebäude (z.B. Standort, Baujahr, Wohnfläche, Etagenanzahl, Anzahl der Wohnungen), zu den durchgeführten Energiesparmaßnahmen (Wärmeschutz: u.a. Dämmstoffstärken, Flächenanteile, Wärmeversorgung: z.B. Einbau neuer Wärmeerzeuger) sowie zum Zustand des Gebäudes vor der Modernisierung (Art der Wärmeversorgung, frühere Dämmmaßnahmen). Außerdem wurden die tatsächlich ermittelten Energieverbrauchswerte vor und nach der Modernisierung abgefragt. Der Fragebogen umfasst insgesamt 10 Seiten und ist in Anlage 5 wiedergegeben. Insgesamt wurden rund 7.500 Fragebögen durch die KfW versendet. Der Rücklauf betrug 1.972 Fragebögen, also ca. 26 %.¹⁸ Befragt wurden Fördermittelempfänger, deren Kreditantrag in den Jahren 2002-2006 genehmigt wurde.¹⁹ Da laut Aufgabenstellung die CO₂-Minderungen für die Jahre 2005 und 2006 zu ermitteln waren, ist der Rücklauf dieser Jahre von besonderem Interesse: Hier lagen 394 bzw. 551 Fragebögen zur Auswertung vor.²⁰

Fördermittelempfänger, denen Kredite für mehr als ein Gebäude im entsprechenden Jahrgang des KfW-Programms genehmigt worden waren, wurden gebeten, den Fragebogen für eines der Gebäude auszufüllen. Diese Regelung wurde getroffen, um in solchen Fällen den Aufwand für die Teilnahme an der Befragung in Grenzen zu halten und ein Absinken der Rücklaufquote zu verhindern.

3.2 Einlesen der Fragebögen

Die eingehenden Fragebögen wurden eingescannt. Mit Hilfe der Software „Teleform“ wurden die Ergebnisse in eine Excel-Datei übertragen. Dabei handelt es sich um ein Dialog-System: Falls das automatische Erkennungsprogramm keine eindeutigen Ergebnisse liefert (also z.B. nicht genau erkannt wird, ob ein Feld angekreuzt ist), wird der Bediener aufgefordert, die entsprechende Eingabe zu bestätigen bzw. zu korrigieren. Bei Zahlen wurde in der Mehrzahl der Fälle so verfahren, dass das Ergebnis des automatischen Einlesens - unabhängig von der programminternen Sicherheitsprüfung - immer vom Bediener bestätigt werden musste.

¹⁸ Darüber hinaus gab es einige „Spätnachzügler“, d.h. die Fragebögen trafen deutlich nach Abgabetermin und nach Beginn der Auswertungen ein. Diese konnten in den Auswertungen nicht mehr berücksichtigt werden. Insgesamt waren hier nur 35 Fälle betroffen.

¹⁹ Für die Jahre 2005 und 2006 wurden jeweils Förderfälle aus dem ersten Quartal herangezogen: Um Aussagen auf der Basis tatsächlich abgeschlossener Baumaßnahmen zu machen, können voraussichtlich auch in den Jahren 2007 bis 2009 nur Förderfälle jeweils des I. Quartals herangezogen werden, da Evaluationsergebnisse zeitnah bereits im 1. Halbjahr des Folgejahres zur Verfügung stehen sollen.

²⁰ Die Befragung der früheren Jahrgänge diente der näheren Untersuchung des verwendeten Berechnungsverfahrens (Vergleich mit dem tatsächlich gemessenen Energieverbrauch, vgl. Anlage 6).

Im Rahmen von Plausibilitätstests wurden die Ergebnisse dieses Einleseprozesses stichprobenartig mit den ursprünglichen Fragebögen verglichen. Es ergab sich, dass bei Ankreuz-Feldern mit einem Einlesefehler von weniger als 0,1 % (d.h. weniger als jedes 1.000ste Ankreuzfeld falsch erkannt) und bei Zahlen mit einem Fehler von weniger als 0,2 Prozent gerechnet werden kann.

3.3 Berechnung der eingesparten Endenergie und CO₂-Emissionen

Die Aufgabe bestand hier in der Entwicklung eines automatisierten Modells zur Ermittlung der Energieeinsparungen und CO₂-Emissionsminderungen.

Diese Berechnungen wurden mit dem am IWU entwickelten „Kurzverfahren Energieprofil“ durchgeführt [Loga et al 2005]. Dieses Verfahren basiert zu einem großen Teil auf der deutschen Gebäudetypologie [IWU 2003], d.h. die baulichen Eigenschaften, insbesondere die Kennwerte für den Wärmeschutz, werden auf Grundlage des Baualters und weiterer Konstruktionsmerkmale (Steildach/Flachdach, Holzbauweise/Massivbauweise) festgelegt. Gegenüber einem rein typologiebasierten Ansatz liegt aber eine entscheidende Verfeinerung vor: Es wird zur Auswertung nicht einfach ein Beispielgebäude der Typologie herangezogen, sondern die tatsächlichen Gegebenheiten des vorliegenden Gebäudes werden durch ein geometrisches Modell individuell berücksichtigt. Das heißt z.B., dass die Größe der wärmetauschenden Außenflächen (Dach, Obergeschossdecke, Außenwand, Kellerdecke/Fußboden und Fenster) auf Basis der jeweiligen Angaben (Wohnfläche, Etagenanzahl, freistehendes Gebäude oder Reihenhaus bzw. Blockbebauung, Angaben zum Ausbau von Keller- und Dachgeschoss) für jeden Einzelfall gesondert ermittelt wurden. Das „Kurzverfahren Energieprofil“ beinhaltet weiterhin eine Typologie aller gängigen Wärmeversorgungssysteme. Die Effizienz der Wärmeerzeugung und die Verluste der Wärmeverteilung werden auf Basis des Baualters sowie zusätzlicher Angaben zum System²¹ festgelegt. Auch Kombinationen verschiedener Wärmeerzeuger können berücksichtigt werden. Nähere Informationen zur angewendeten Berechnungsmethode finden sich in Anlage 6.

Vor der Anwendung des Berechnungsmodells war die Erstellung eines Verfahrens zur automatischen Übertragung der „Rohdaten“ der eingelesenen Fragebögen in den Eingabedatensatz des „Kurzverfahrens Energieprofil“ notwendig. Die Entwicklung und Anwendung dieses Verfahrens beinhaltete auch die Durchführung von Plausibilitätstests. Es wurden also diejenigen Fälle von der Untersuchung ausgeschlossen, in denen wichtige Eingangsdaten fehlten bzw. unplausible Angaben vorlagen. Die Anzahl der aussortierten Datensätze kann dabei von der untersuchten Fragestellung abhängen: Um z.B. den Anteil der neu installierten Solaranlagen zu ermitteln, können durchaus fehlende Angaben zum Gebäude-Wärmeschutz in Kauf genommen werden. Die Anzahl „n“ der Fälle, die der jeweiligen Untersuchung zu Grunde liegt, wird daher in den folgenden Auswertungen jeweils gesondert angegeben.

Besonders streng waren die Plausibilitätsanforderungen bei der Ermittlung der erreichten Endenergieeinsparungen und CO₂-Minderungen: Hier mussten die Datensätze sowohl für die Wärmeversorgung als auch für den Wärmeschutz, und zwar wiederum sowohl für den Ursprungszustand als auch für den modernisierten Zustand vollständig und plausibel sein. Von den insgesamt 1.972 Fragebögen entsprachen n=1.375 (also ca. 70 %) diesen Anforderungen. Darin waren 267 Fragebögen für das Jahr 2005 und 404 Fragebögen für das Jahr 2006 enthalten. Für diese Fälle wurden die Werte für den Energiebedarf sowie die

²¹ Angaben zum Typ des Wärmeerzeugers wie z.B. Konstanttemperatur-, Niedertemperatur- bzw. Brennwertkessel, Außenluft- bzw. Erdreich-Wärmepumpe, Angaben über nachträgliche Dämmung der Verteilleitungen, Warmwasserverteilung mit/ohne Zirkulation.

CO₂-Emissionen vor und nach der Modernisierung ermittelt. Es ist also zu beachten, dass immer die mit dem geförderten Modernisierungsvorhaben als Ganzes verbundenen Energie- und CO₂-Einsparungen angegeben werden.

3.4 Stichprobe „Vor-Ort-Check“

Um die Ermittlung der Endenergieeinsparung und der Reduktion der CO₂-Emissionen abzusichern, wurde ergänzend zur schriftlichen Befragung eine zusätzliche Stichprobe von Darlehensfällen einem Vor-Ort-Check am Gebäude unterzogen.

Durch den Vor-Ort-Check wurden Angaben der Hauseigentümer im schriftlichen Fragebogen durch Sachverständige vor Ort überprüft. Dabei war eine Reduktion auf einige leicht nachprüfbare Tatbestände notwendig, wie die Dämmstoffdicke bei Außenwänden. Ferner wurden einige Daten zusätzlich erhoben, z.B. das genaue Baujahr des ausgewechselten Heizkessels.

Eventuelle Abweichungen zwischen der Angabe der Hauseigentümer bei der schriftlichen Befragung und dem durch einen Experten beobachteten realen Zustand des Gebäudes sollten

- die Abschätzung der Energieeinsparung und der CO₂-Reduktion verbessern,
- Erkenntnisse für das Monitoring späterer Berichtsperioden liefern (z.B. Verbesserung der Fragebögen), und
- Probleme der Umsetzung von Förderbestimmungen und anderen Anforderungen (z.B. EnEV) aufzeigen.

Abweichungen zwischen Hauseigentümerangaben und Bauzustand können verschiedene Ursachen haben. Zum Beispiel könnten Besonderheiten des Gebäudes im Fragebogen ggf. nicht abgebildet werden oder Fragen nicht verstanden worden sein (z.B. Verwechslung von U-Wert eines Bauteils und Wärmeleitfähigkeit einer Bauteilschicht).

Die Anlage 2 beschreibt Details der Vorgehensweise beim Vor-Ort-Check; der benutzte Erhebungsbogen ist als Anlage 3 beigefügt.

Der Vor-Ort-Check wurde bei 170 Hauseigentümern vorgenommen, die sich vorab bereit erklärt hatten, sich bzw. ihr Gebäude zur Verfügung zu stellen. Die Gebäudebesichtigungen und der Einblick in Rechnungen und Lieferscheine wurde durch ausgewählte „Gebäudeenergieberater im Handwerk (HWK)“ vorgenommen, wobei diese aus solchen Bezirksschornsteinfegermeistern mit Zusatzausbildung „Gebäudeenergieberater im Handwerk (HWK)“ bestanden, die obendrein in ihren Innungen und Innungsverbänden Verantwortung haben und leitende Funktionen ausüben. Nach Bereinigung um drei Fälle verblieb eine bereinigte Netto-Stichprobe von 167 Fällen.

3.5 Hochrechnung der Energieeinsparungen und CO₂-Emissionsminderungen auf das Gesamtprogramm

Die berechneten Energieeinsparungen und CO₂-Minderungen der Förderfälle aus den Jahren 2005 und 2006 wurden vom IWU mit Hilfe der KfW-Förderstatistik auf den Gesamt-Jahrgang hochgerechnet. Die zunächst für jeden auswertbaren Fragebogen der beiden Jahrgänge individuell berechneten Einsparungen wurden in drei Gruppen zusammengefasst und ausgewertet (u.a. Ermittlung der durchschnittlichen CO₂-Reduktion pro m² Wohnfläche. Die drei Gruppen wurden getrennt behandelt und separat auf die Gesamtheit hochgerechnet.

Insbesondere wurden die Fälle mit einem Förderkredit von über 1 Mio. € gesondert behandelt. Diese Gruppe wurde bereits bei der Fragebogenaktion gezielt angeschrieben. Im Nachhinein wurde eine weitere Schichtung der Fälle mit einem Kreditvolumen unter 1 Mio. € nach der Gebäudegröße vorgenommen: Ein/Zweifamilienhäuser (also Gebäude mit bis zu zwei Wohnungen) und Mehrfamilienhäuser (ab drei Wohnungen) wurden jeweils getrennt untersucht und auf die Gesamtheit hochgerechnet.

4 Modernisierungsfortschritt: Zustand vor der Modernisierung und durchgeführte Energiesparmaßnahmen

Um belastbare Werte für die CO₂-Minderungen ermitteln zu können, ist eine möglichst gute Kenntnis der durchgeführten Energiesparmaßnahmen notwendig. Außerdem muss der Zustand des Gebäudes vor der Modernisierung bekannt sein, da nur so eine Aussage zum Ausgangs-Niveau des Energiebedarfs bzw. der CO₂-Emissionen getroffen werden kann. In der Befragung wurden daher detaillierte Abfragen sowohl zum Modernisierungsvorhaben als auch zum ursprünglichen Zustand des Gebäudes gestellt. In diesem Abschnitt wird ein Überblick über die Eigenschaften der Gebäude im Hinblick auf Wärmeschutz und Wärmeversorgung vor und nach der von der KfW geförderten Gebäudemodernisierung gegeben.

4.1 Wärmedämmmaßnahmen

Bei Inanspruchnahme des KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramms wird in den meisten Fällen auch eine Wärmedämmung durchgeführt. Im Jahr 2005 wurden in 67 % der Fälle Dämmmaßnahmen am Dach bzw. der Obergeschosdecke vorgenommen. Bei der Außenwanddämmung waren es 60 %, der Erdgeschossfußboden (bzw. die Kellerdecke) wurde in 47 % der Fälle isoliert. Für 2006 liegen die Zahlen mit 76 % (Dach/OGD), 66 % (Wand) und 49 % (Fußboden) noch etwas höher. Diese Angaben basieren auf 321 auswertbaren Fragebögen für das Jahr 2005 und 474 Fragebögen für das Jahr 2006²². Kleine Prozentzahlen (auch kleine Differenzen beim Vergleich von Prozentwerten) fallen hier in den Bereich statistischer Unsicherheiten.

In einigen Fällen waren bereits früher – d.h. vor Durchführung der von der KfW geförderten Modernisierung aber nach Errichtung der Gebäude – Wärmeschutzmaßnahmen durchgeführt worden. Die folgende Abbildung gibt eine Übersicht über die gedämmten Anteile von Dach/Obergeschosdecke, Wand und Fußboden/Kellerdecke vor und nach der Modernisierung für die gesamte Stichprobe²³. Die in den Jahren 2005 und 2006 geförderten Fälle sind dabei getrennt ausgewiesen. Bei der Darstellung wurde der gedämmte Flächenanteil berücksichtigt: Wenn also z.B. eine Außenwand nur teilweise gedämmt war, wurde sie auch nur entsprechend diesem Anteil im Gesamtergebnis berücksichtigt.

²² Diese Angaben für die Anzahl der auswertbaren Fragebögen gelten auch für die weiteren Auswertungen zum Wärmeschutz, zu den Fenstern und bei den Lüftungsanlagen.

²³ D.h. alle Förderfälle, unabhängig davon, ob Wärmeschutzmaßnahmen durchgeführt wurden oder nicht.

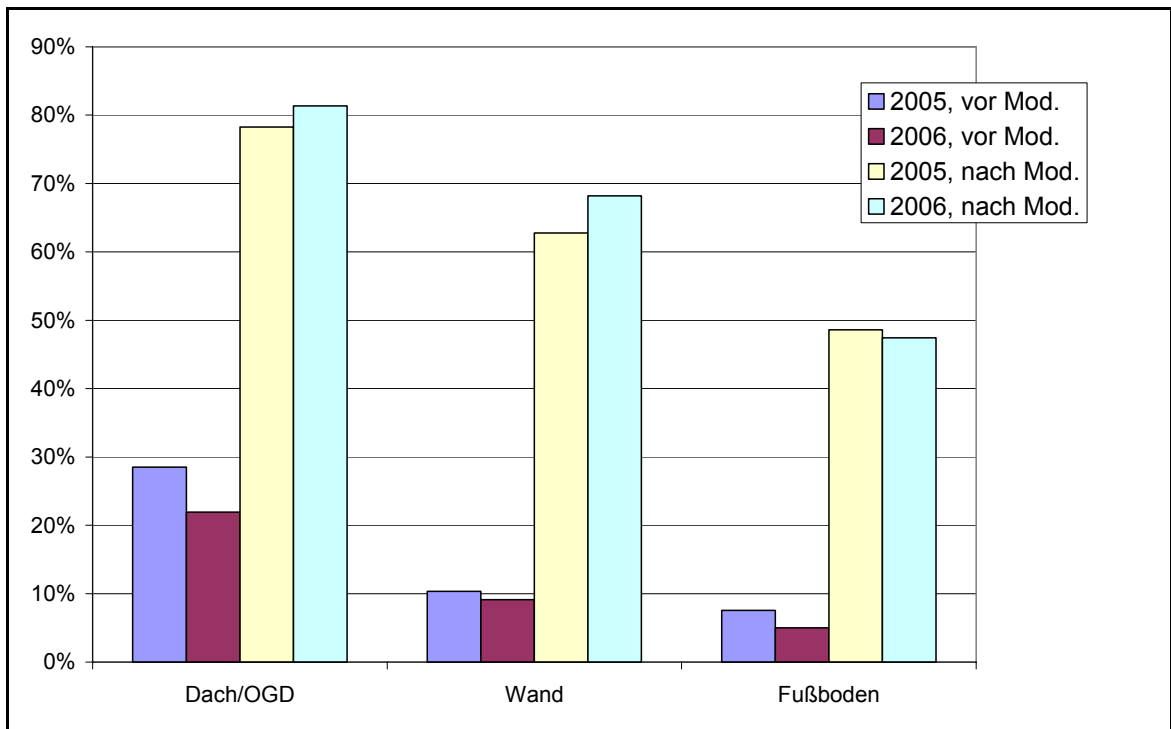


Abbildung 3 Stichprobenergebnis 2005 u. 2006: Anteil der wärmegeämmten Gebäudebauteile vor und nach Modernisierung

(unter Berücksichtigung des jeweiligen Flächenanteils der Wärmedämmung). Getrennte Darstellung für die Förderfälle 2005 (321 Fälle) und 2006 (474 Fälle). OGD = oberste Geschosdecke)

Aus der Abbildung 3 ist zu erkennen, dass die Dachflächen bzw. Obergeschossdeckenflächen der Gebäude bereits vor der Modernisierung zu etwa 25 % gedämmt waren. Dagegen wiesen nur 10 % der Außenwand- und etwas mehr als 5 % der Fußboden- bzw. Kellerdeckenflächen eine nachträglich aufgebraachte Dämmschicht auf.

Nach der Modernisierung im Rahmen des KfW-Programms sind etwa 80 % der Dächer/Obergeschossdecken und 65 % der Außenwände gedämmt. Die bei der Modernisierung angewendeten Dämmstoffstärken sind in der folgenden Abbildung in einer Häufigkeitsverteilung dargestellt. Die Jahre 2005 und 2006 sind dabei gemeinsam dargestellt.

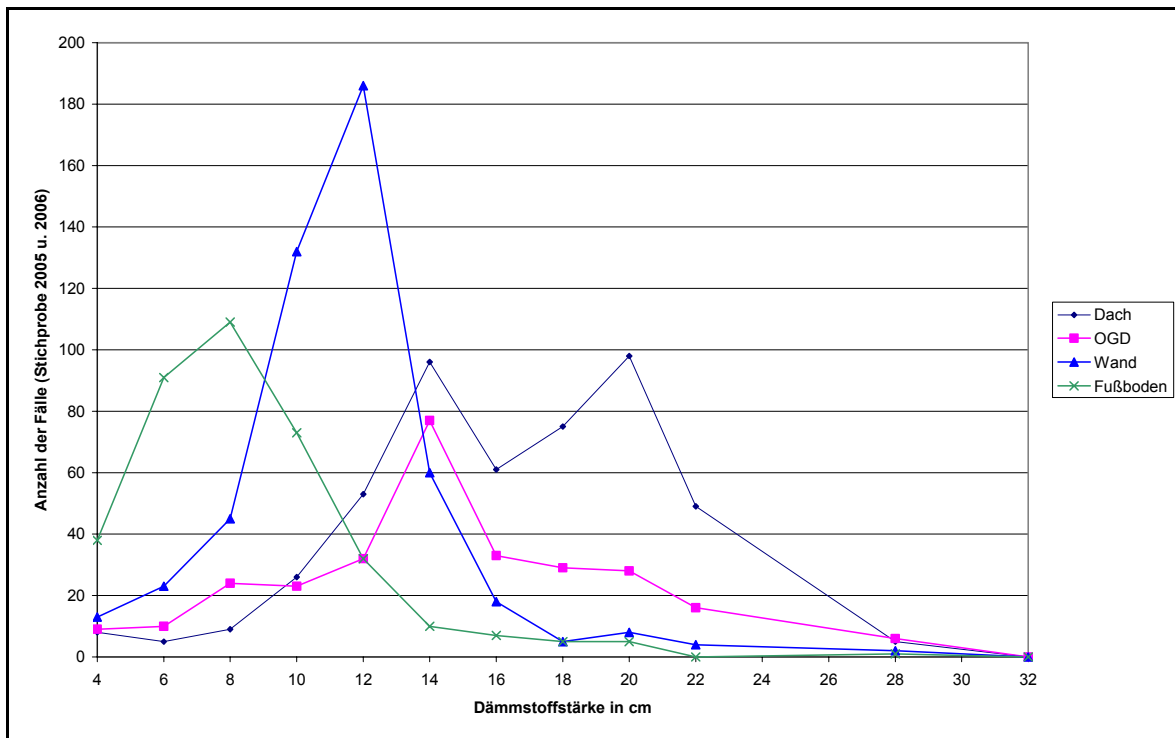


Abbildung 4 Stichprobenergebnis 2005 u. 2006: Dämmstoffstärken der 2005 und 2006 durchgeführten Modernisierungsmaßnahmen (tatsächliche Werte)

Die Qualität der Wärmedämmung hängt außer von der Dämmstoffstärke auch noch von der Wärmeleitfähigkeit des Dämmmaterials ab. Die Tabelle 3 zeigt die jeweiligen Anteile. Dabei steht z.B. 040 für eine Wärmeleitfähigkeit von $\lambda=0,04$ W/mK.

	Dach	OGD	Wand	Fußboden
<035	14%	5%	5%	14%
035	23%	37%	28%	30%
040	59%	54%	63%	52%
>040	4%	4%	4%	3%

Tabelle 3 Stichprobenergebnis 2005 u. 2006: Anteile verschiedener Wärmeleitfähigkeitsgruppen
bezogen auf die Anzahl der Fälle, in denen die entsprechenden Dämmmaßnahmen durchgeführt wurden

Die Abbildung 5 fasst die Qualität der Dämmmaßnahmen, die im Rahmen der geförderten Modernisierung durchgeführt wurden, noch einmal zusammen. Es wird – getrennt für 2005 und 2006 - eine mittlere Dämmstoffstärke der Wärmedämmung angegeben. Diese bezieht sich auf eine Wärmeleitfähigkeit von $\lambda = 0,04$ W/mK. Wenn also im Einzelfall eine andere Wärmeleitfähigkeit vorlag, wurde die Dämmstoffstärke für die Berechnung der Diagrammwerte so angepasst, dass sich dieselbe Dämmwirkung ergab. Bei der Festlegung der mittleren Dämmstoffstärke wurden nur die Bauteilflächen berücksichtigt, an denen die entsprechende Dämmmaßnahme durchgeführt wurde, d.h. Flächen ohne Dämmung gingen nicht in die Bewertung ein.

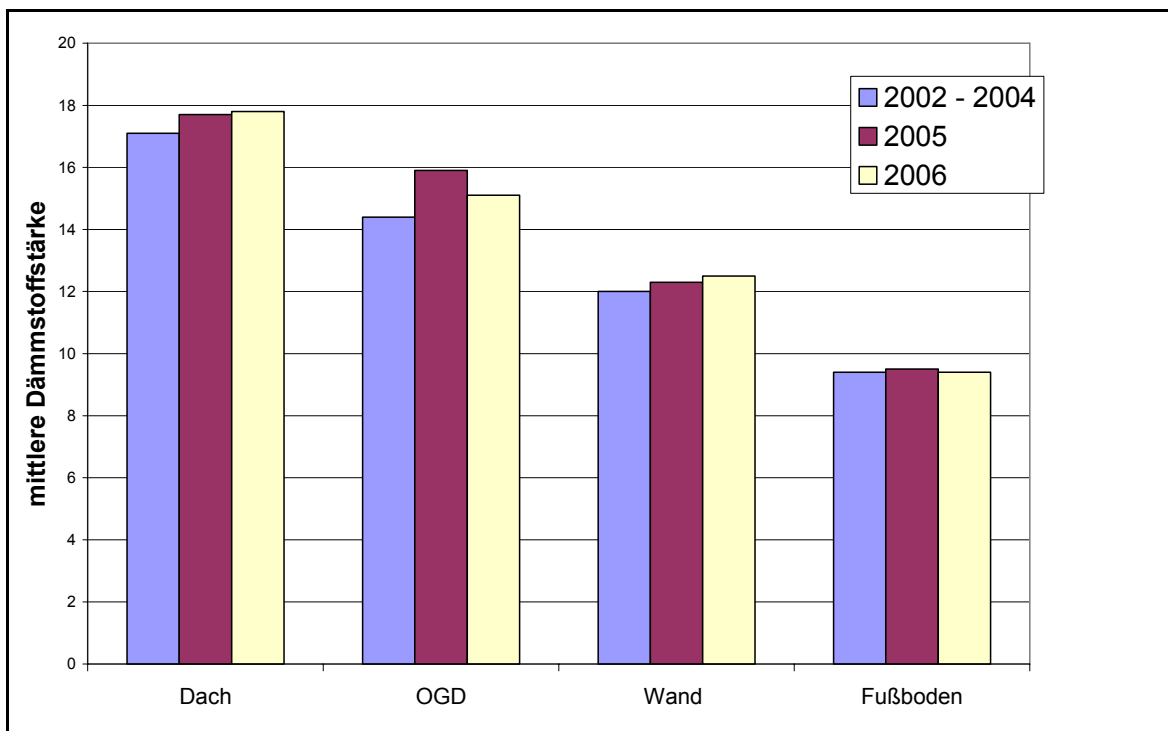


Abbildung 5 Stichprobenergebnis 2002-2004, 2005, 2006: Mittlere Dämmstoffdicken modernisierter Bauteile

für die Fälle, in denen die jeweiligen Maßnahmen durchgeführt wurden, bezogen auf eine typische Wärmeleitfähigkeit von 0,04 W/mK

Für die Fälle der Jahre 2002-2006, in denen im Rahmen der geförderten Modernisierung eine vollständige Dämmung der jeweiligen Bauteile durchgeführt wurde, konnte ein direkter Vergleich mit den Anforderungen der Energieeinsparverordnung (EnEV) an Bestandsgebäude durchgeführt werden. Diese Anforderungen definieren Mindeststandards (=Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten) für den Fall, dass Dämmstoffe an bestehenden Bauteilen angebracht oder eingebaut werden. Eine Verpflichtung, den Wärmeschutz der Bauteile überhaupt zu verbessern, liegt in der Regel nicht vor²⁴: Der „Vergleichsfall EnEV“ bedeutet hier also nicht, dass die Dämmmaßnahmen laut Verordnung hätten durchgeführt werden müssen, sondern bezieht sich allein auf die Qualität der Maßnahmen in dem Fall, dass sie durchgeführt werden.

Die Tabelle 4 zeigt einen Vergleich der EnEV-Vorgaben²⁵ mit den durchschnittlichen Wärmedurchgangskoeffizienten („U-Werten“) der Stichprobe. Es ist zu erkennen, dass die Höchstwerte der EnEV deutlich unterschritten werden, was positiv ist. Weiterhin ist angegeben, wie viele Zentimeter an zusätzlichem Dämmstoff dieser Unterschreitung entsprechen (bezogen auf eine Wärmeleitfähigkeit von 0,04 W/mK). In der letzten Spalte ist eingetragen, welche prozentuale Überschreitung der nach EnEV notwendigen Dämm-

²⁴ Solche Nachrüstverpflichtungen bestehen nur in Sonderfällen bei nicht begehbaren Dachböden und in Verbindung mit der Putzerneuerung von Außenwänden.

²⁵ Die Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten nach EnEV der Fußboden- bzw. Kellerdeckendämmung können je nach konkreter Situation 0,4 bzw. 0,5 W/m²K betragen. Bei bestimmten baulichen Restriktionen kann davon noch nach oben abgewichen werden.

stoffdicke durch die KfW-Förderfälle erreicht wird. Grob gesprochen werden im KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramm 40 – 60 % höhere Dämmstoffdicken realisiert als dies nach der Verordnung notwendig wäre.

	U-Werte in W/m ² K		Überschreitung der Dämmstärke nach EnEV	
	Anforderung nach EnEV	Mittelwerte KfW-Programm	in cm	
			in Prozent	
Steildach	0,30	0,20	6,7	60%
Flachdach	0,25	0,19	5,1	39%
Obergeschossdecke	0,30	0,21	5,7	59%
Außenwand	0,35	0,26	4,0	48%
Fußboden	0,40 - 0,50	0,34	1,8 - 3,8	24% - 68%

Tabelle 4 **Stichprobenergebnis 2002-2006: Vergleich der bedingten Anforderungen der EnEV an die Bauteil-U-Werte für Bestandsgebäude mit den Ergebnissen der Stichprobe des KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramms**

bezogen auf die Anzahl der Fälle, in denen die entsprechenden Dämmmaßnahmen für das gesamte Bauteil durchgeführt wurden. Dämmstärke bezogen auf eine Wärmeleitfähigkeit von 0,04 W/mK

4.2 Fenster/Verglasungen

Die Abbildung 6 zeigt die Anteile der verschiedenen Verglasungsarten (1-Scheiben-, 2-Scheiben- bzw. 3-Scheiben-Verglasungen) bei den geförderten Gebäuden vor der Modernisierung.²⁶ Bei den Mehrfachverglasungen ist außerdem das Baualter („bis 1994“ bzw. „ab 1995“) angegeben. Dieses dient der Identifizierung von Wärmeschutzverglasung bzw. Isolierverglasung. Die Unterscheidung wird den Gebäudeeigentümern häufig nicht bekannt sein und konnte daher nicht direkt abgefragt werden. Deshalb wurde hier die folgende grobe Vereinfachung vorgenommen: Wenn als Baujahr 1995 oder später angegeben wurde, wurde Wärmeschutzverglasung angesetzt. Es wird hier also davon ausgegangen, dass sich ab diesem Zeitpunkt diese verbesserte Verglasungsart mit speziellen Beschichtungen und ggf. Edelgasfüllung des Scheibenzwischenraums allgemein durchgesetzt hat. Bei älteren Fenstern wird eine einfache Isolierverglasung angenommen.

Die Abbildung 6 zeigt, dass bereits vor der Modernisierung die 2-Scheiben-Isolierverglasung mit mehr als 60 % den Hauptanteil an der Fensterfläche der geförderten Gebäude hat. Auch die Ein-Scheibenverglasung ist mit einem Anteil von knapp einem Viertel noch relativ häufig.

²⁶ Dabei wurden alle Fälle berücksichtigt, unabhängig davon, ob Maßnahmen an den Fenstern durchgeführt wurden.

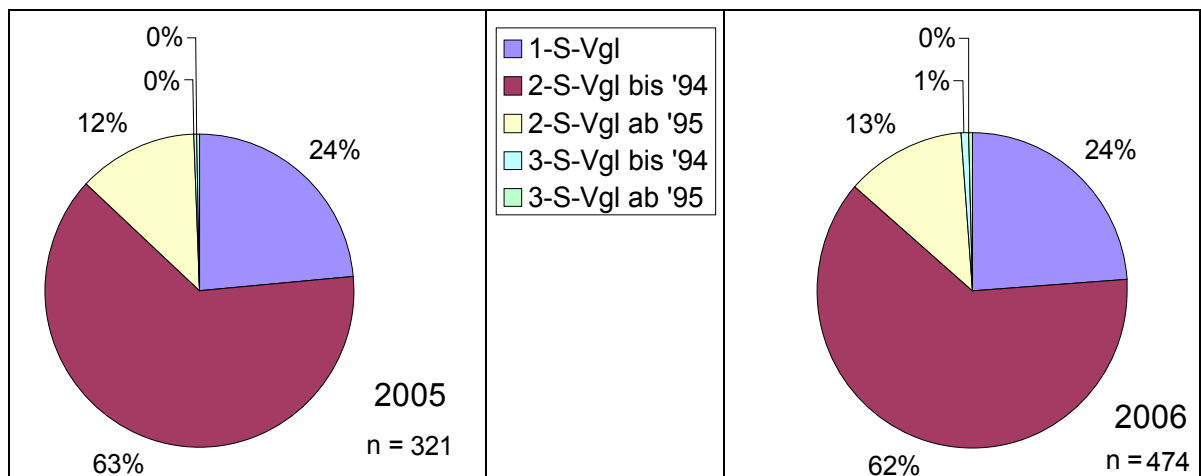


Abbildung 6 Stichproben 2005 und 2006: Anteile der Verglasungsarten vor der Modernisierung bezogen auf Fensterfläche vor Modernisierung

Die Abbildung 7 zeigt die Anteile der Verglasungen nach Fertigstellung der Modernisierungen. Eine Erneuerung der Fenster (vollständig oder teilweise) wurde in 71 % (2005) bzw. 73 % (2006) der Fälle durchgeführt. Dabei wurde der jeweils erneuerte Flächenanteil berücksichtigt.

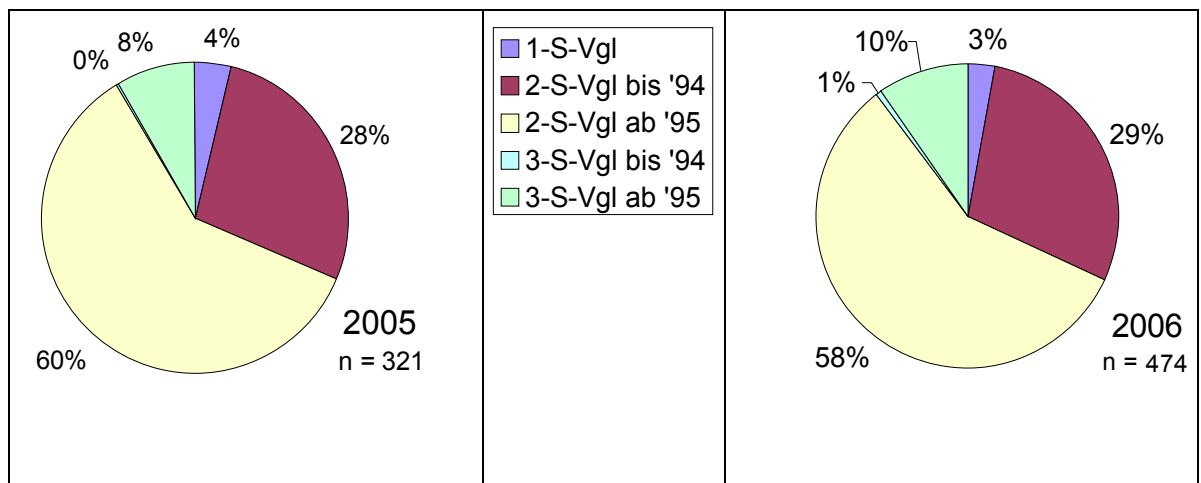


Abbildung 7 Stichprobe 2005 und 2006: Anteile der Verglasungsarten nach der Modernisierung bezogen auf Fensterfläche nach Modernisierung

Es ist zu erkennen, dass die Einscheiben-Verglasung bis auf einen sehr geringen Anteil von 3 – 4 % fast vollständig ersetzt wurde. Auch der Anteil älterer Zweischeiben-Verglasungen (also Isolier-Verglasungen) ist deutlich zurückgegangen. Dominierend sind neue 2-Scheiben-Wärmeschutzverglasungen. Der Anteil von Drei-Scheibenverglasungen ist mit 8 - 10 % ebenfalls beachtlich. Von den Drei-Scheiben-Fenstern ist ein Anteil²⁷ von 25 – 30 % mit einem hoch wärmedämmenden Fensterrahmen versehen. In diesem Fall handelt es sich also um Passivhausfenster.

²⁷ Aufgrund der geringen Fallzahlen in der Stichprobe ist nur eine sehr grobe Angabe möglich.

4.3 Lüftungsanlagen

Die Gelegenheit umfangreicherer Modernisierungsmaßnahmen, wie sie im Rahmen des KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramms gefördert werden, wird offenbar nur selten für den Einbau von Lüftungsanlagen genutzt. Im Jahr 2005 wurden bei 321 ausgewerteten Fällen 6 Abluftanlagen und 4 Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung eingebaut. Im Jahr 2006 waren es bei einer Stichprobe von insgesamt 474 Fragebögen 11 Abluftanlagen und 14 Anlagen mit Wärmerückgewinnung.

4.4 Beheizung der Gebäude

Die Abbildung 8 zeigt, dass in rund drei Viertel der geförderten Gebäude eine Erneuerung der Heizung stattfand. Damit ist hier gemeint, dass der Haupt-Wärmeerzeuger²⁸ der Heizung durch ein neues Gerät (möglicherweise auch durch einen völlig anderen Heizungstyp) ersetzt wurde.

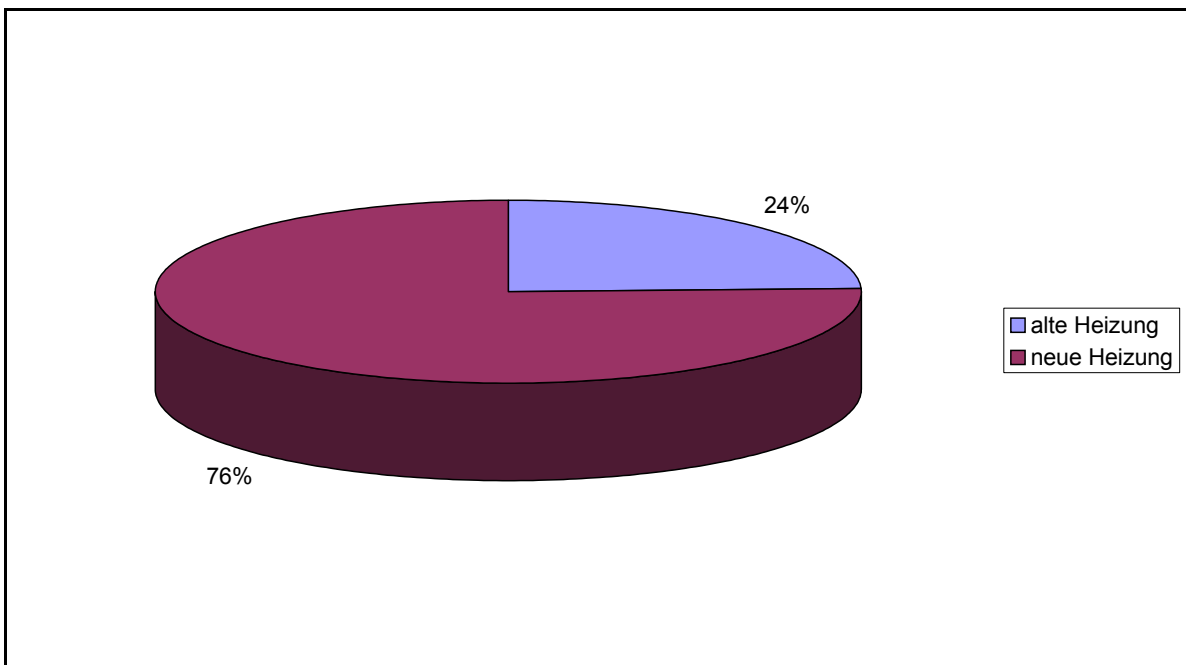


Abbildung 8 Stichprobe 2005 und 2006: Erneuerung der Heizung im Rahmen der Nutzung des KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramms

Die Ergebnisse gelten gleichermaßen für die Jahre 2005 und 2006 (Stichprobe insgesamt n = 386 und 2006 n = 538; Unterschiede nur im Nachkommabereich).

Die beiden folgenden Tabellen geben für die Jahre 2005 und 2006, getrennt für Einfamilien- und Mehrfamilienhäuser, Aufschluss über den Zentralisierungsgrad der Heizung, d.h. die Aufteilung auf Nahwärme/Fernwärme, Zentralheizung und Ofenheizung. In dieser Darstellung ist bei der Zentralheizung die wohnungsweise Beheizung („Etagenheizung“) mit eingeschlossen. Unter dem Begriff der Ofenheizung sind Kohle-, Holz- und Ölöfen ebenso wie Gas-Raumheizgeräte sowie direktelektrische Heizungen (inkl. Nachtspeicherheizungen) subsummiert.

²⁸ Neben dem Haupt-Wärmeerzeuger wird gelegentlich noch ein Zweit-Wärmeerzeuger (etwa zur Spitzenlastdeckung bei Wärmepumpen oder Blockheizkraftwerken) eingesetzt. Auch Solaranlagen werden als ergänzende Wärmeerzeuger angesehen und hier separat betrachtet.

	2005 vor der Modernisierung		nach der Modernisierung	
	EFH	MFH	EFH	MFH
Stichprobengröße <i>n</i>	266	55	274	72
Nah-/Fernwärme	0,0%	6,4%	0,4%	13,2%
Zentral-/Etagenheizung	80,8%	64,5%	98,5%	85,5%
Ofenheizung	19,2%	29,1%	1,1%	1,3%

Tabelle 5 Stichprobe 2005: Anteil Zentralheizungen

vor und nach der Modernisierung für die Förderfälle des Jahres 2005 (EFH: Einfamilienhäuser, MFH: Mehrfamilienhäuser)

	2006 vor der Modernisierung		nach der Modernisierung	
	EFH	MFH	EFH	MFH
Stichprobengröße <i>n</i>	378	98	387	121
Nah-/Fernwärme	0,0%	3,6%	0,3%	9,4%
Zentral-/Etagenheizung	80,7%	67,3%	97,2%	89,9%
Ofenheizung	19,3%	29,1%	2,6%	0,7%

Tabelle 6 Stichprobe 2006: Anteil Zentralheizungen

vor und nach der Modernisierung für die Förderfälle des Jahres 2006 (EFH: Einfamilienhäuser, MFH: Mehrfamilienhäuser)

Auch hier unterscheiden sich die Jahre 2005 und 2006 im Großen und Ganzen nicht sehr stark. Es fällt auf, dass in vielen Fällen eine Umstellung von Ofen- auf Zentralheizung stattfindet. Darüber hinaus nimmt im Bereich der Mehrfamilienhäuser der Anteil der Nah-/Fernwärme signifikant zu.

Die Bereiche der Zentralheizung und Ofenheizung werden im Folgenden näher analysiert. Dabei werden die Jahre 2005 und 2006 sowie die Einfamilienhäuser und Mehrfamilienhäuser gemeinsam betrachtet.²⁹

Die folgenden beiden Diagramme zeigen die Anteile der Arten der Hauptwärmeerzeuger der Zentral- und Etagenheizung vor der Modernisierung sowie die Verteilung der verschiedenen Ofenheizungsarten vor der Modernisierung.³⁰

²⁹ Förderfälle mit Ein- bzw. Mehrfamilienhäusern sind in der Stichprobe zur Auswertung der Heizsysteme mit Anteilen von rund 75 % bzw. 25 % vertreten. In der Grundgesamtheit liegen die Werte mit ca. 80 % bzw. 20 % in einer ähnlichen Größenordnung. Zur Gewinnung eines groben Gesamtüberblicks über die durchgeführten Maßnahmen kann daher die Stichprobe herangezogen werden, auch ohne dass eine separate Hochrechnung nach Einfamilien-/Mehrfamilienhäusern durchgeführt wird. Entsprechend wurde auch in den anderen Abschnitten des Kapitels 4 vorgegangen. Bei der Ermittlung der CO₂-Einsparungen in den folgenden Abschnitten wird dagegen eine genauere „geschichtete“ Analyse vorgenommen (Näheres s. Kap. 7).

³⁰ Häufig trat bei Ofenheizungen mehr als ein Typ gleichzeitig auf. Die Angaben sind entsprechend so umgerechnet, dass jeder Förderfall gleichgewichtig in die Berechnung eingeht. Bei gleichzeitiger Angabe von Ofen- und Zentralheizung wurde angenommen, dass die Zentralheizung die dominierende Rolle spielt, die Ofenheizungen wurden in diesem Fall also vernachlässigt.

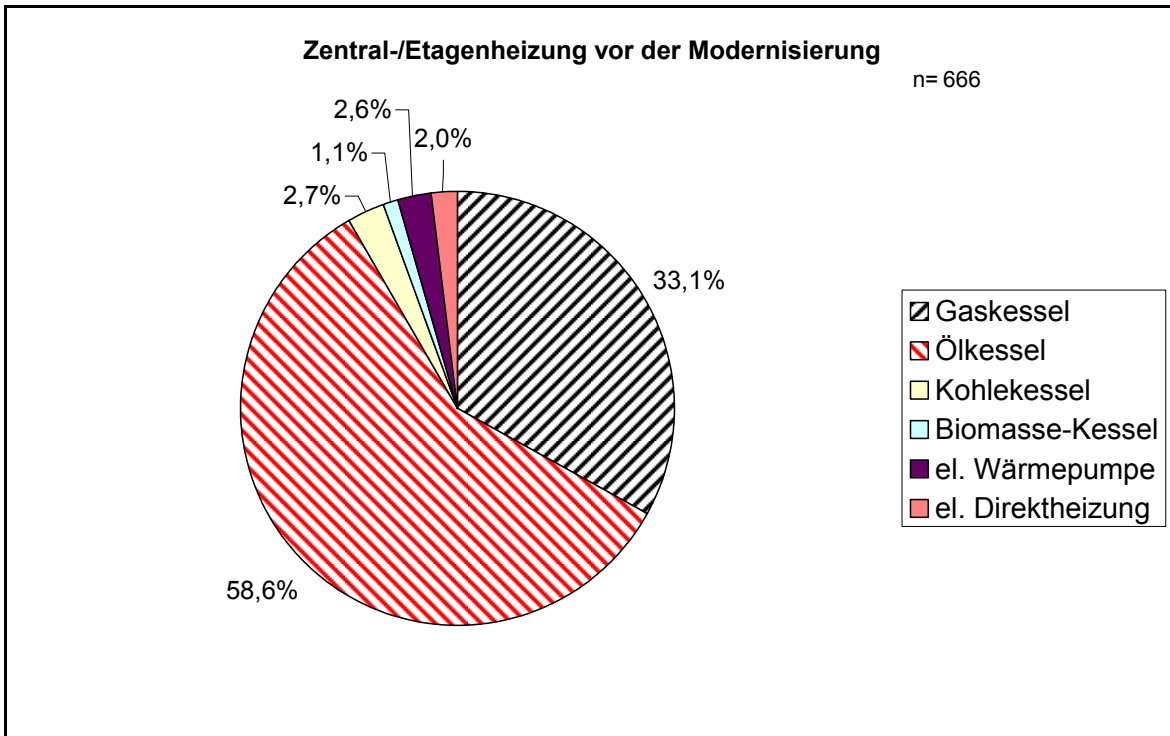


Abbildung 9 Stichprobe 2005/2006: Art des Hauptwärmeerzeugers der Zentral-/Etagenheizung vor der Modernisierung

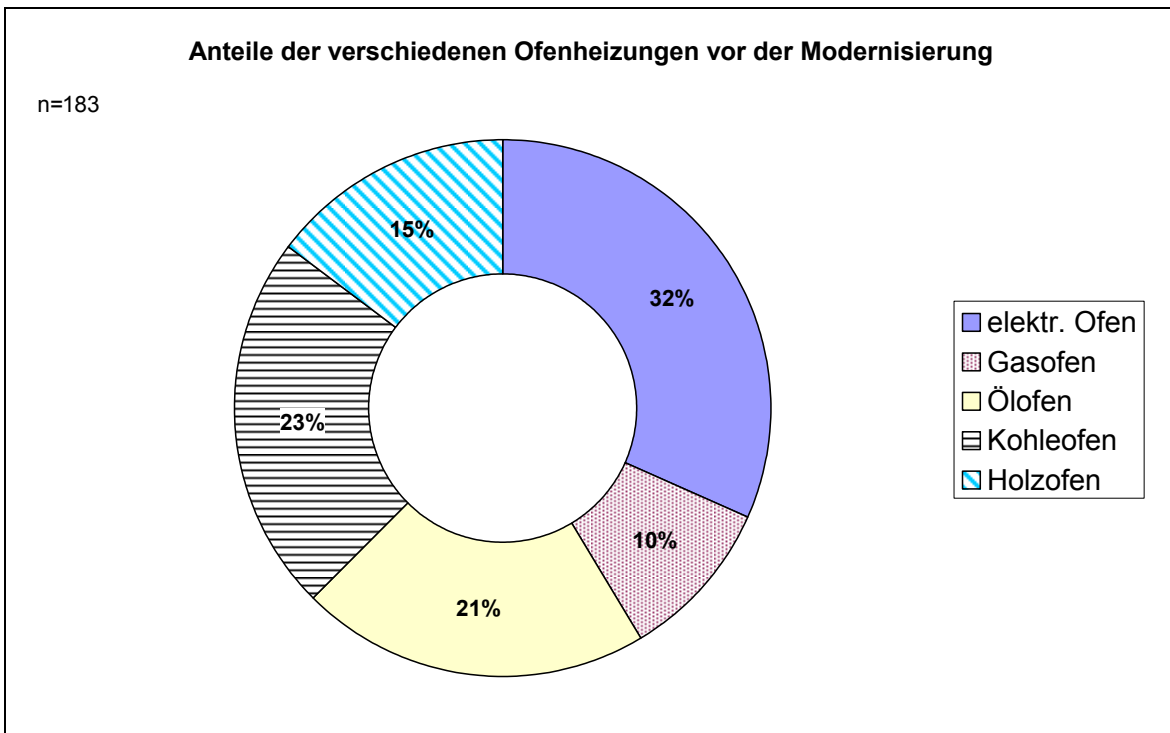


Abbildung 10 Stichprobe 2005/2006: Art der Ofenheizung vor der Modernisierung

Bei den Zentralheizungen (vor der Modernisierung) dominieren die Öl- und Gaskessel, wobei der Brennstoff Öl den deutlich größeren Anteil hat. Bei den Ölkesseln liegen zu

73 % Konstant-, zu 20 % Niedertemperatur- und zu 7 % Brennwertkessel vor; bei den Gaskesseln sind es 63 % Konstant-, 21 % Niedertemperatur- und 16 % Brennwertkessel.³¹ Etwa zwei Drittel der Heizkessel (genauer: 68 %) sind vor dem Jahr 1986 eingebaut worden, d.h. waren ca. 20 Jahre alt oder älter.

Im Fall der Wärmepumpenheizungen dominieren Anlagen mit Baujahr vor 1994.³² Meist handelt es sich um bivalente Anlagen, d.h. neben dem Haupt-Wärmeerzeuger Wärmepumpe wurde ein Zweit-Wärmeerzeuger zur Spitzenlastdeckung eingesetzt. Verwendet wurden Heizkessel (was zumeist der Fall ist) oder eine elektrische Zusatzheizung.

Im Fall der Ofenheizungen sind die verschiedenen Typen unterschiedlich verteilt, vgl. Abbildung 10. Den größten Anteil haben Strom und Kohle, d.h. die Energieträger mit den höchsten spezifischen CO₂-Emissionen.

Die Beheizung nach der Modernisierung wird hier getrennt für den Fall einer Beibehaltung des alten Heizsystems (ca. ein Viertel der Gebäude, s.o.) und für den Fall einer Erneuerung der Haupt-Wärmeerzeuger untersucht.

Wenn die alte Heizung beibehalten wurde (dies betrifft etwa ein Viertel der Darlehensfälle der Stichprobe), handelt es sich in 99 % der Fälle um Zentral-/Etagenheizung (92 %) bzw. Fernwärme (7 %) und nur in knapp 1 % um eine Ofenheizung.

Die Arten der beibehaltenen Wärmeerzeuger bei Zentral- bzw. Etagenheizung ist in der Abbildung 11 dargestellt.

³¹ Stichprobengröße n = 285 bei Ölkesseln und n = 152 bei Gaskesseln.

³² Aufgrund der geringen Fallzahlen werden hier keine quantitativen Angaben gemacht.

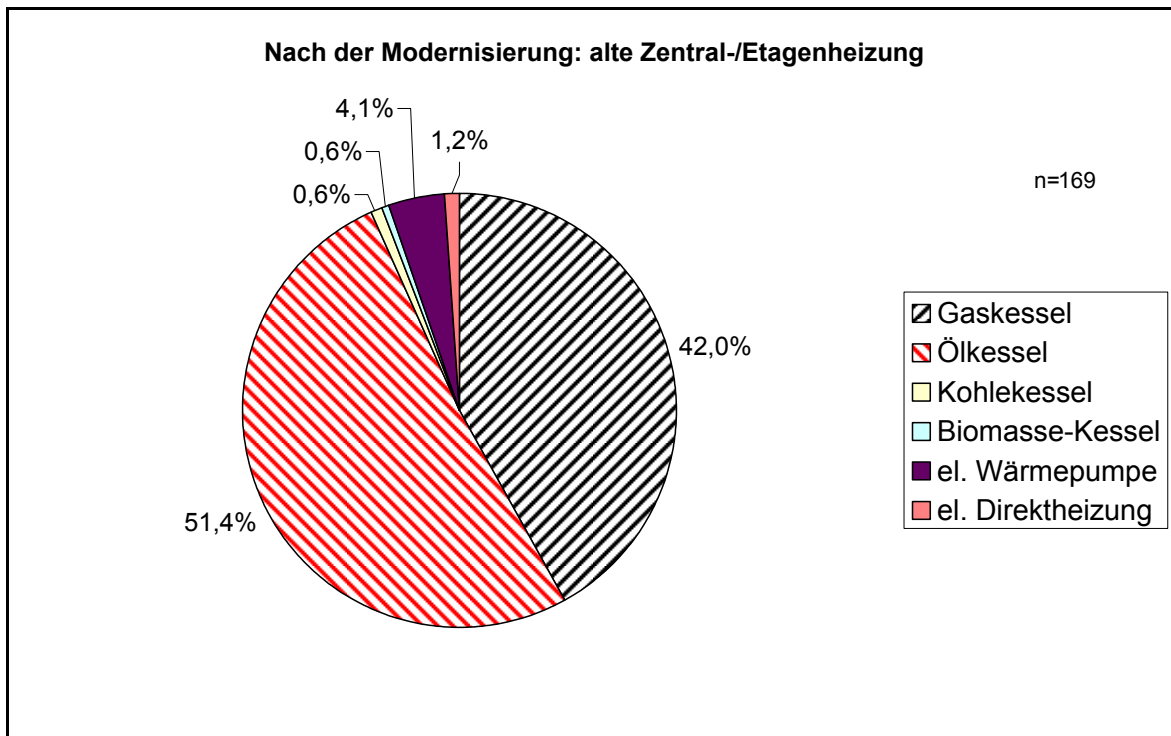


Abbildung 11 Stichprobe 2005/2006: Art des (Haupt-)Wärmeerzeugers, wenn vorhandener Wärmeerzeuger beibehalten wurde³³

In den Fällen, in denen die alte Heizung beibehalten wurde, dominieren die Kessel prozentual gesehen noch stärker als bei der Verteilung vor der Modernisierung, wobei die Gaskessel ihren Anteil noch deutlich erhöhen konnten: Offenbar werden also Ölheizungen in der Tendenz eher ersetzt als Gasheizungen.

In etwa 75 % der Fälle wurden neue Wärmeerzeuger eingebaut. Die Abbildung 12 zeigt die Verteilung für alle Heizungsarten.

³³ Es sei darauf hingewiesen, dass sehr kleine Anteile abhängig von der Stichprobengröße hier und auch bei den anderen Darstellungen nur ungenau wiedergegeben werden können: Ein Anteil von 0,6 % entspricht im vorliegenden Beispiel nur einem einzigen Fall innerhalb der Stichprobe von n = 169.

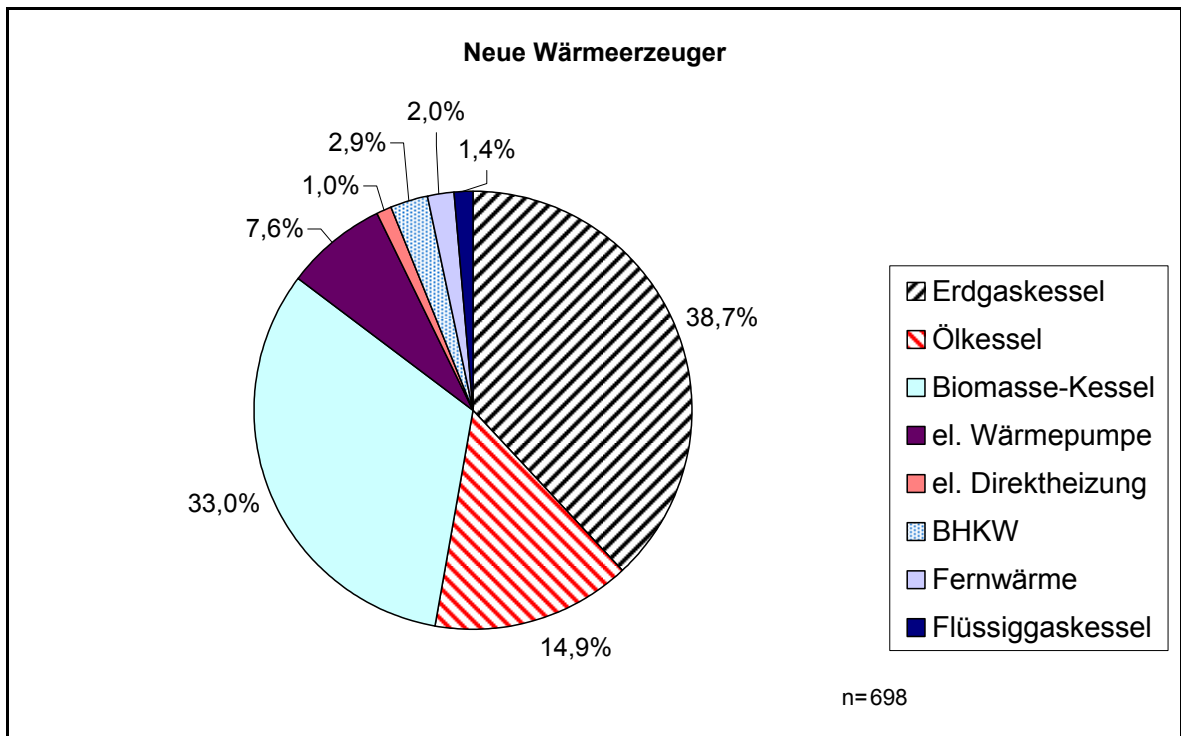


Abbildung 12 Stichprobe 2005/2006: Art des (Haupt-)Wärmeerzeugers nach der Modernisierung, wenn Wärmeerzeuger modernisiert wurde

Der zumeist eingebaute neue Wärmeerzeuger ist ein Erdgaskessel. Der Anteil des Ölkesels ist (im Gegensatz zur Verteilung vor der Modernisierung) deutlich geringer. Sehr hoch ist auch der Anteil der Biomasse-Heizkessel, die in etwa einem Drittel der Fälle installiert wurden. Nennenswerte Anteile kommen auch der elektrischen Wärmepumpe und Blockheizkraftwerken³⁴ zu.

Bei den Erdgaskesseln handelt es sich in ca. 90 % der Fälle um Brennwertkessel, bei den Ölkeseln sind Brennwert- und Niedertemperaturkessel etwa mit gleichen Anteilen vertreten, allerdings auch hier mit einer leichten Dominanz der Brennwertkessel (54 %).

Die neuen Wärmepumpen sind meist monovalente Anlagen (55 %), ergänzende Heizkessel kommen in 20 %, elektrische Heizstäbe in 25 % der Fälle zum Einsatz. Als Wärmequelle wird in rund 65 % der Fälle Erdreich bzw. Grundwasser, in 30 % der Fälle Außenluft und in etwa 5 % der Fälle die Abluft einer Lüftungsanlage genutzt.³⁵

Die Blockheizkraftwerke verwenden zu 50 % Erdgas als Brennstoff, zu 40 % ist es Heizöl und zu 10 % Biomasse.³⁶

Vielfach werden auch Solaranlagen zur Heizungsunterstützung eingebaut. Da diese Systeme gleichzeitig der Warmwasserbereitung dienen, werden sie im Abschnitt 4.6 separat behandelt.

³⁴ Hier handelt es sich – im Gegensatz zur Nah- bzw. Fernwärme - um die direkt im Gebäude installierten Blockheizkraftwerke (BHKW).

³⁵ Hier wurden, um eine größere Stichprobe (n = 80) zu erhalten, alle in den Jahren 2002-2006 installierten Anlagen analysiert.

³⁶ Ebenfalls alle Jahrgänge 2002-2006 ausgewertet (n = 57).

4.5 Warmwasserbereitung

Die Abbildung 13 zeigt die Art der Warmwasserbereitung vor der Modernisierung. In den meisten Fällen liegt eine Kombination mit der vorhandenen Zentral- bzw. Etagenheizung³⁷ vor. In knapp der Hälfte der Fälle erfolgt die Warmwasserbereitung in separaten Anlagen. Direktelektrische Wärmeerzeuger (ohne Wärmepumpe) haben dabei den größten Anteil (etwa zwei Drittel bei den separaten Anlagen, bzw. ein Drittel bezogen auf alle untersuchten Systeme).

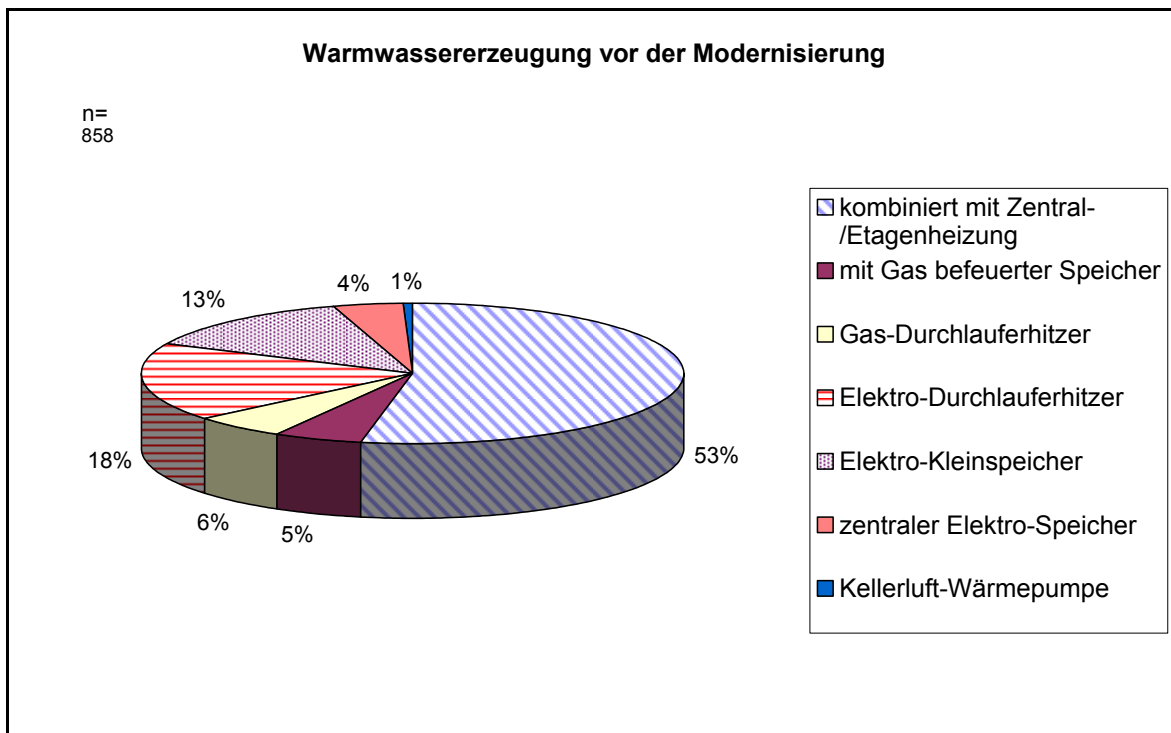


Abbildung 13 Stichprobe 2005/2006: Art des Warmwasserbereitungssystems vor der Modernisierung

Die Abbildung 14 zeigt im Vergleich dazu die Warmwasserbereitung nach der Modernisierung. In der überwiegenden Zahl der Fälle liegt eine Kombination mit dem neu eingebauten Heizsystem vor.

³⁷ Dabei ist hier gegebenenfalls auch die Nah-/Fernwärme mit eingeschlossen.

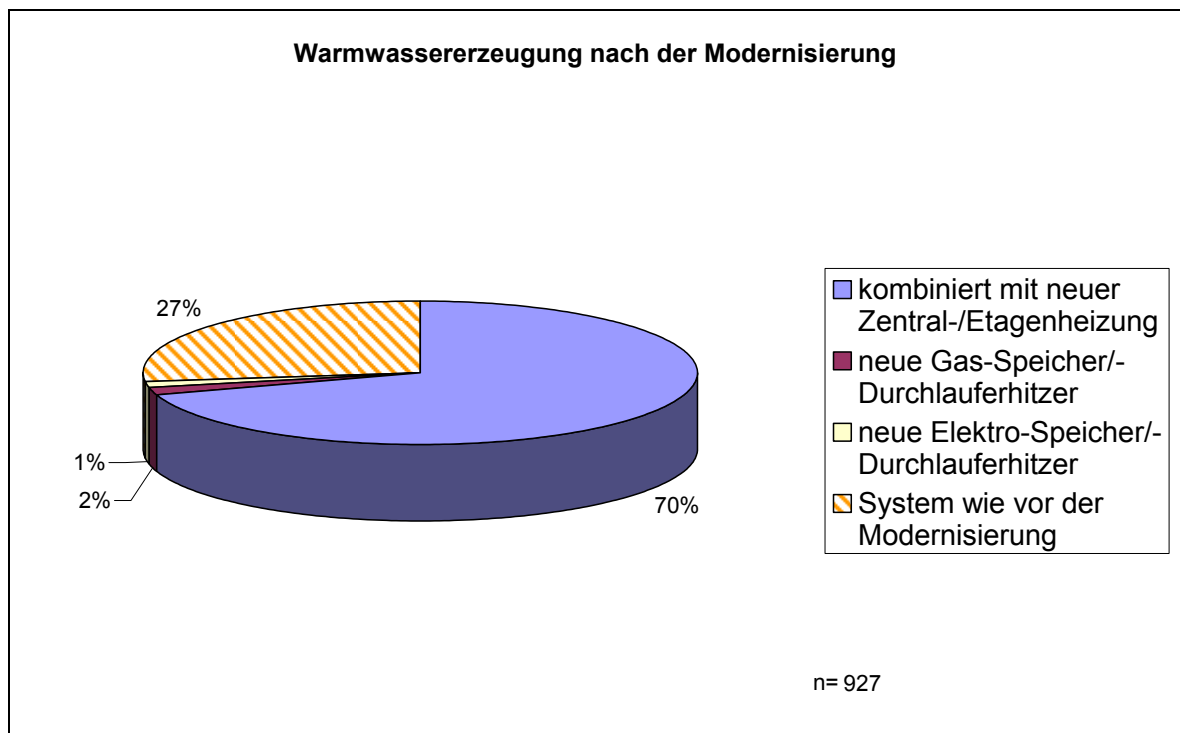


Abbildung 14 Stichprobe 2005/2006: Art des Warmwasserbereitungssystems nach der Modernisierung

Häufig werden ergänzend auch Solaranlagen zur Warmwassererzeugung eingesetzt. Dies wird im folgenden Kapitel näher untersucht.

4.6 Thermische Solaranlagen

Bereits vor der Modernisierung lagen in etwa 2,5 % der Förderfälle thermische Solaranlagen vor.³⁸ Im Zuge der Modernisierung wurden, wie die Abbildung 15 zeigt, bei etwa 30 % der Gebäude neue Solaranlagen eingebaut, und zwar jeweils ungefähr zur Hälfte Anlagen mit bzw. ohne Heizungsunterstützung.

³⁸ Es wird hier unterstellt, dass es sich bei solchen älteren Systemen um Anlagen zur Brauchwassererwärmung handelt. Um eine größere Stichprobe (n= 1.742) zu erhalten, wurden zur Ermittlung dieses Prozentwerts alle Fälle der Jahre 2002-2006 herangezogen.

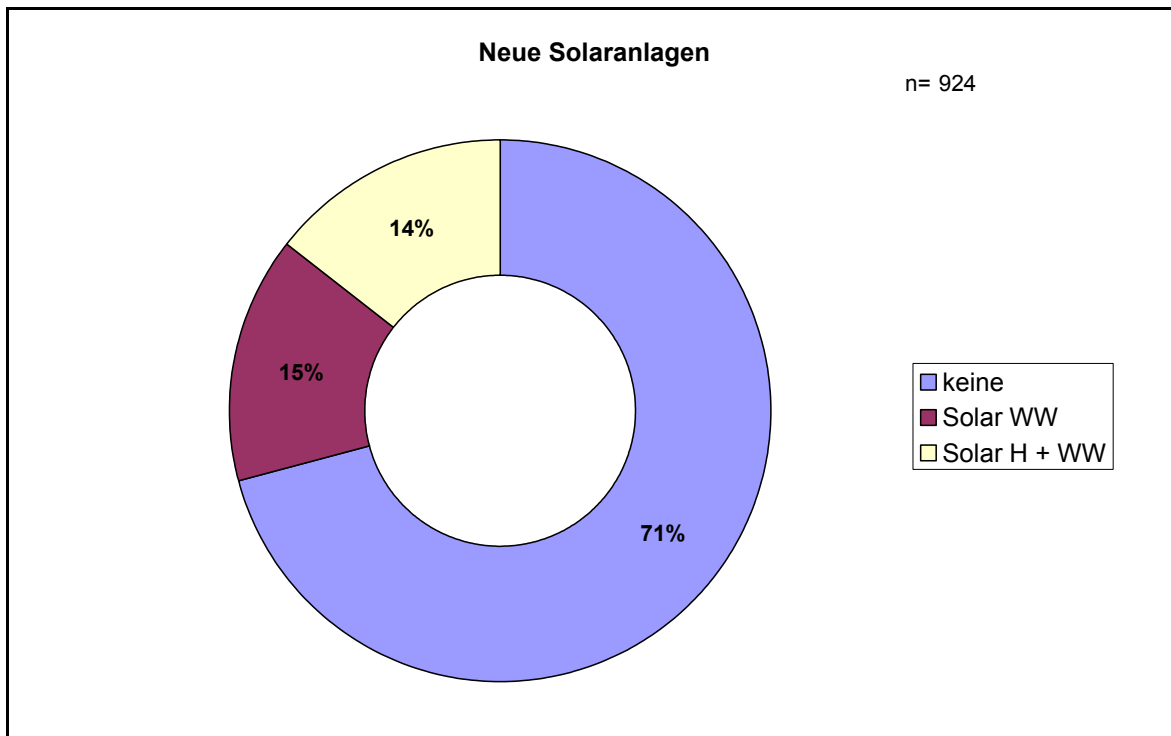


Abbildung 15 Stichprobe 2005/2006: Einbau neuer Solaranlagen zur Warmwasserbereitung (Solar WW) bzw. zur kombinierten Heizungsunterstützung und Warmwasserbereitung (Solar H + WW)

4.7 Allgemeine Informationen

Nachdem in den vorangegangenen Abschnitten der energetische Zustand der geförderten Gebäude vor und nach der Modernisierung im Detail beschrieben wurde, werden hier allgemeine Informationen zu den Förderfällen dargestellt. Die Jahre 2005 und 2006 werden dabei gemeinsam betrachtet. Die Auswertungen wurden mit denjenigen Fällen durchgeführt, die für die Hochrechnung der CO₂-Emissionen herangezogen wurden (n = 671, davon 267 Fälle 2005 und 404 Fälle 2006).

4.7.1 Vergrößerung des Wohnraums

In rund 25 % der Fälle wurden Maßnahmen zur Vergrößerung der Wohnfläche ergriffen (Ausbau des Dach- oder Kellergeschosses, Aufstockung oder Anbau). In diesen Fällen erhöhte sich die Wohnfläche um rund ein Viertel. Umgerechnet auf alle Förderfälle betrug die Wohnflächenzunahme knapp 5 %. Diese geringe Zunahme der Wohnfläche bewirkt eine leichte Minderung der durch die Energiesparmaßnahmen erreichten CO₂-Reduktion. Dies wurde in den Analysen berücksichtigt (vgl. erster Absatz in Kapitel 6).

4.7.2 Modernisierung auf EnEV-Neubaustandard

Sofern die Darlehensnehmer ihr(e) Gebäude auf EnEV-Neubaustandard modernisierten, konnten sie einen Teilschulderlass/Tilgungszuschuss beantragen.

Von den 267 auswertbaren Förderfällen für das Jahr 2005 machten 254 Darlehensnehmer Angaben darüber, ob sie einen Teilschulderlass bzw. Tilgungszuschuss für das Erreichen des EnEV-Neubaustandards im Rahmen ihrer Gebäudemodernisierung erhalten

hatten. Dies war bei 24 % der Fördermittelnehmer der Fall. Für das Jahr 2006 gaben von 358 Befragten 29 % an, den Zuschuss erhalten zu haben.³⁹

4.7.3 Altersstruktur der geförderten Gebäude

Die Abbildung 16 und Abbildung 17 zeigen, gemeinsam für die Förderfälle 2005 und 2006, die Baualtersklassen der Einfamilien- und Mehrfamilienhäuser an.

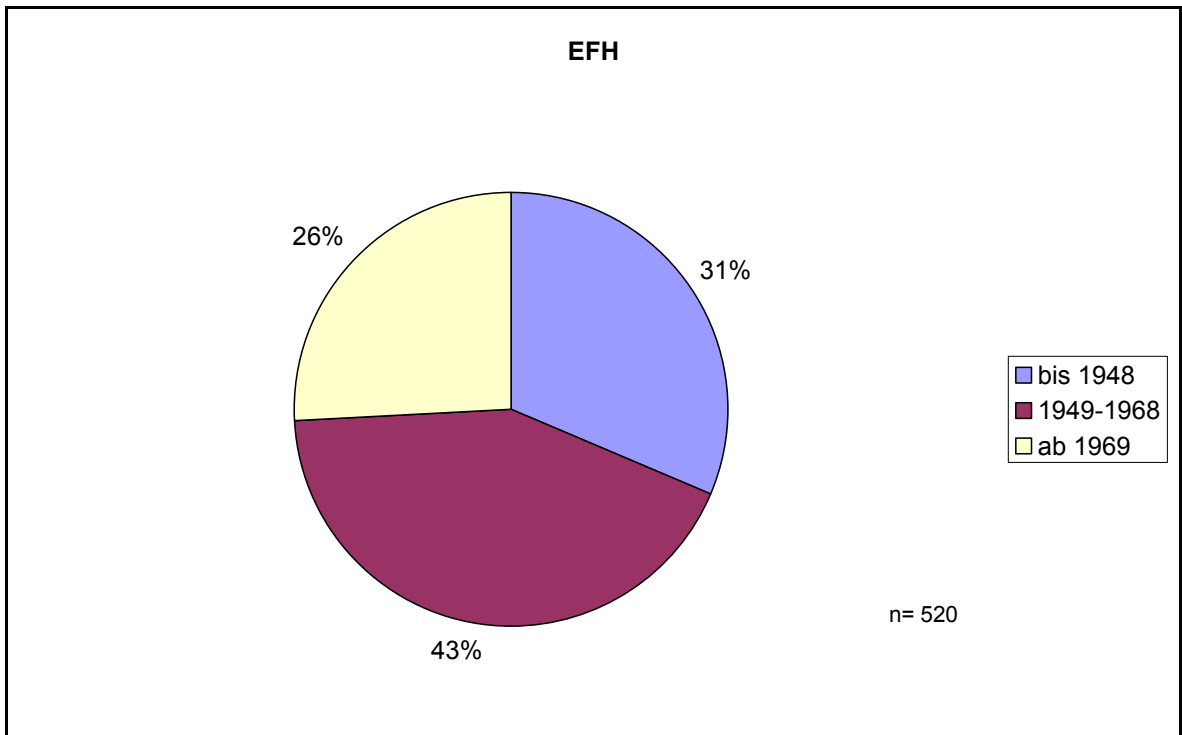


Abbildung 16 Stichprobe 2005/2006: Baujahr der geförderten Einfamilienhäuser

³⁹ Laut KfW liegen die Quoten in der Grundgesamtheit (alle Fälle eines Kalenderjahres) höher (2005: 27 %; 2006: 45 %). Allerdings entspricht die 29 %-Quote der Stichprobe 2006 in etwa der Quote der Darlehensfälle mit Tilgungszuschuss in der Grundgesamtheit der Darlehensfälle *aus dem I. Quartal 2006*, die 26,8 % betrug. Im Verlauf der Quartale II bis IV haben dann offensichtlich wesentlich mehr Darlehensnehmer den Tilgungszuschuss beantragt. Dies beruht vermutlich auch auf den damals sehr günstigen Zinskonditionen und der verstärkten Öffentlichkeitsarbeit.

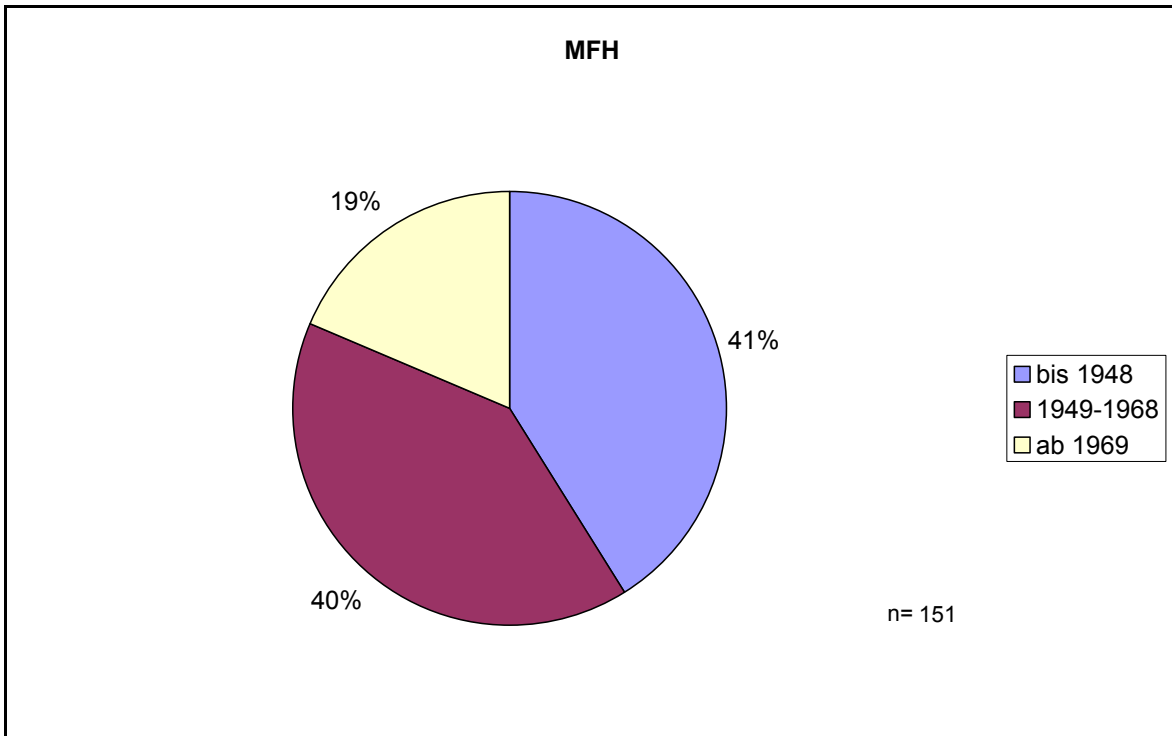


Abbildung 17 Stichprobe 2005/2006: Baujahr der geförderten Mehrfamilienhäuser

5 Vor-Ort-Check

Unabhängig von der schriftlichen Hauptbefragung, mit der die Ergebnisse für alle Auswertungen im Kapitel 6 und Kapitel 7 ermittelt wurden, fand eine Begehung von 170 weiteren geförderten Gebäuden durch Energieberater statt.

Im vorliegenden Abschnitt wird für wesentliche Energiesparmaßnahmen ein Vergleich zwischen den Angaben der Gebäudeeigentümer und der Energieberater gezogen. Da die Eigentümer den gleichen Fragebogen wie in der Hauptbefragung erhielten und ausfüllten, ließ sich so ermitteln, ob wesentliche Fragen richtig verstanden wurden und die Ergebnisse beim Ausfüllen mit der von den Energieberatern vorgefundenen Situation übereinstimmten.

Bei der Auswertung wurden ausgewählte Modernisierungsmaßnahmen (Außenwanddämmung, Kellerdeckendämmung, Fenstererneuerung, Heizkessel) untersucht. Die folgenden Tabellen zeigen die Ergebnisse für die Wärmeschutzmaßnahmen.⁴⁰

Flächenanteil f in %	25	31	39	50	51	65	72	75	80	90	100	n	f mit- tel	Faktor
Angabe Eigen- tümer	1			3				2			38	44	94%	
Prüfergebnis Energieberater		1	1	4	1	1	1	1	2	1	31	44	88 %	0,94

Tabelle 7 Vor-Ort-Check 2007: Vergleich von Angaben der Gebäudeeigentümer im Fragebogen mit der Situation bei Vor-Ort-Check, hier: Flächenanteile Außenwanddämmung für Darlehensfälle der Jahre 2002 bis 2006

Flächenanteil f in %	25	35	40	44	48	50	70	75	80	85	90	98	100	n	f mit- tel	Faktor
Angabe Ei- gentümer	1					3		8					34	46	91 %	
Prüfergebnis Energiebera- ter	1	1	1	1	1	4	1	3	2	1	2	1	27	46	85 %	0,94

Tabelle 8 Vor-Ort-Check 2007: Vergleich von Angaben der Gebäudeeigentümer im Fragebogen mit der Situation bei Vor-Ort-Check, hier: Flächenanteile der Kellerdeckendämmung für Darlehensfälle der Jahre 2002 bis 2006

⁴⁰ Bei einer Angabe „< 6 cm“ im Eigentümerfragebogen zur Dämmstoffdicke wurden hier 4 cm angenommen

Flächenanteil f in %	0	25	30	40	50	57	59	75	80	85	90	95	100	n	f mit- tel	Faktor
Angabe Eigentümer		4			12			12					50	78	85 %	
Prüfergebnis Energieberater	1	2	1	1	8	1	1	5	1	1	2	1	53	78	87 %	1,02

Tabelle 9 Vor-Ort-Check 2007: Vergleich von Angaben der Gebäudeeigentümer im Fragebogen mit der Situation bei Vor-Ort-Check, hier: Flächenanteile der Fenstererneuerung für Darlehensfälle der Jahre 2002 bis 2006

Dicke in cm	4	5	6	8	10	12	14	16	20	n	d mit- tel	Faktor
Angabe Eigentümer	1		3	4	14	19	5	2	2	50	11,3	
Prüfergebnis Energieberater		1	1	7	12	18	8	1	2	50	11,4	1,01

Tabelle 10 Vor-Ort-Check 2007: Vergleich von Angaben der Gebäudeeigentümer im Fragebogen mit der Situation bei Vor-Ort-Check, hier: Dämmstoffdicke Außenwand für Darlehensfälle der Jahre 2002 bis 2006

Dicke in cm	4	5	6	7	8	10	12	14	20	22	23	24	n	d mit- tel	Faktor
Angabe Eigentümer	6		13		9	12	3			2			45	8,3	
Prüfergebnis Energieberater	1	4	14	1	15	2	3	2	1		1	1	45	8,6	1,03

Tabelle 11 Vor-Ort-Check 2007: Vergleich von Angaben der Gebäudeeigentümer im Fragebogen mit der Situation bei Vor-Ort-Check, hier: Dämmstoffdicke Kellerdeckendämmung für Darlehensfälle der Jahre 2002 bis 2006

λ in W/mK	0,025	0,030	0,035	0,040	0,045	0,050	n	λ mittel	Faktor
Angabe Ei- gentümer		1	30	30	4		65	0,038	
Prüfergebnis Energiebera- ter			27	34	4		65	0,038	1,01

Tabelle 12 Vor-Ort-Check 2007: Vergleich von Angaben der Gebäudeeigentümer im Fragebogen mit der Situation bei Vor-Ort-Check, hier: Wärmeleitfähigkeit Außenwand-Dämmstoff für Darlehensfälle der Jahre 2002 bis 2006

λ in W/mK	0,025	0,030	0,035	0,040	0,045	0,050	n	λ mittel	Faktor
Angabe Ei- gentümer			16	14	1	2	33	0,038	
Prüfergebnis Energiebera- ter			16	12	1	4	33	0,039	1,02

Tabelle 13 Vor-Ort-Check 2007: Vergleich von Angaben der Gebäudeeigentümer im Fragebogen mit der Situation bei Vor-Ort-Check, hier: Wärmeleitfähigkeit Kellerdeckendämmstoff für Darlehensfälle der Jahre 2002 bis 2006

Beispiel: Die Tabelle 7 („Flächenanteile Außenwanddämmung“) zeigt, wie viel Prozent der Außenwand gedämmt wurde. Untersucht wurden nur die Fälle, in denen diese Maßnahme durchgeführt wurde. Der gedämmte Flächenanteil ist in der ersten Zeile angegeben. In der zweiten Zeile sind die Angaben der Gebäudeeigentümer genannt, die im Fragebogen die Werte 25 %, 50 %, 75 % oder 100 % ankreuzen konnten. In der dritten Zeile finden sich die Angaben der Energieberater zu den vor Ort vorgefundenen Flächenanteilen. Im rechten Teil der Tabelle sind die Ergebnisse ausgewertet: Es konnten 46 Fälle mit Außenwanddämmung untersucht werden. Der mittlere gedämmte Flächenanteil ergibt sich auf Grundlage der Angaben der Eigentümer zu 94 %, der Vor-Ort-Check durch die Energieberater ergab 88 %. Der Faktor 0,94 gibt das Verhältnis des Wertes der Schornsteinfeger zu den Angaben der Gebäudeeigentümer wieder ($88 \% / 94 \% = 0,94$).

Nach dem gleichen Schema wurden die übrigen Größen ausgewertet. Es zeigt sich insgesamt im Durchschnitt eine gute Übereinstimmung der Gebäudeeigentümer mit den Ergebnissen des Vor-Ort-Checks.

Dies gilt auch für die Angaben zum Kesseltyp: In 87 Fällen wurde ein neuer Heizkessel eingebaut, für den sowohl vom Hauseigentümer wie vom Energieberater Daten geliefert wurden. 18 mal wurde von den Gebäudeeigentümern der Einbau eines Niedertemperatur- und 69 mal der Einbau eines Brennwertkessels gemeldet. Die Energieberater fanden 18

mal einen Niedertemperaturkessel, 66 mal einen Brennwertkessel, 2 mal einen Konstanttemperaturkessel und 1 mal einen anderen Wärmeerzeuger vor.

Im Vor-Ort-Check wurde ferner die Erfüllung der Anforderungen der Energieeinsparverordnung an die

- die Dämmung von Rohrleitungen (bzgl. Vorhandensein und Dicke), sowie
- die Heizungsregelung (Zeit, witterungsgeführt; EnEV 2004 §12 Abs. 1)

überprüft.

Die folgenden Abbildungen zeigen die Ergebnisse.

Als ein wichtiges Ergebnis des Vor-Ort-Checks lässt sich feststellen, dass die Fragen im Fragebogen von den Gebäudeeigentümern offenbar richtig interpretiert werden und die Fragebögen im Durchschnitt weitgehend zutreffend ausgefüllt werden.

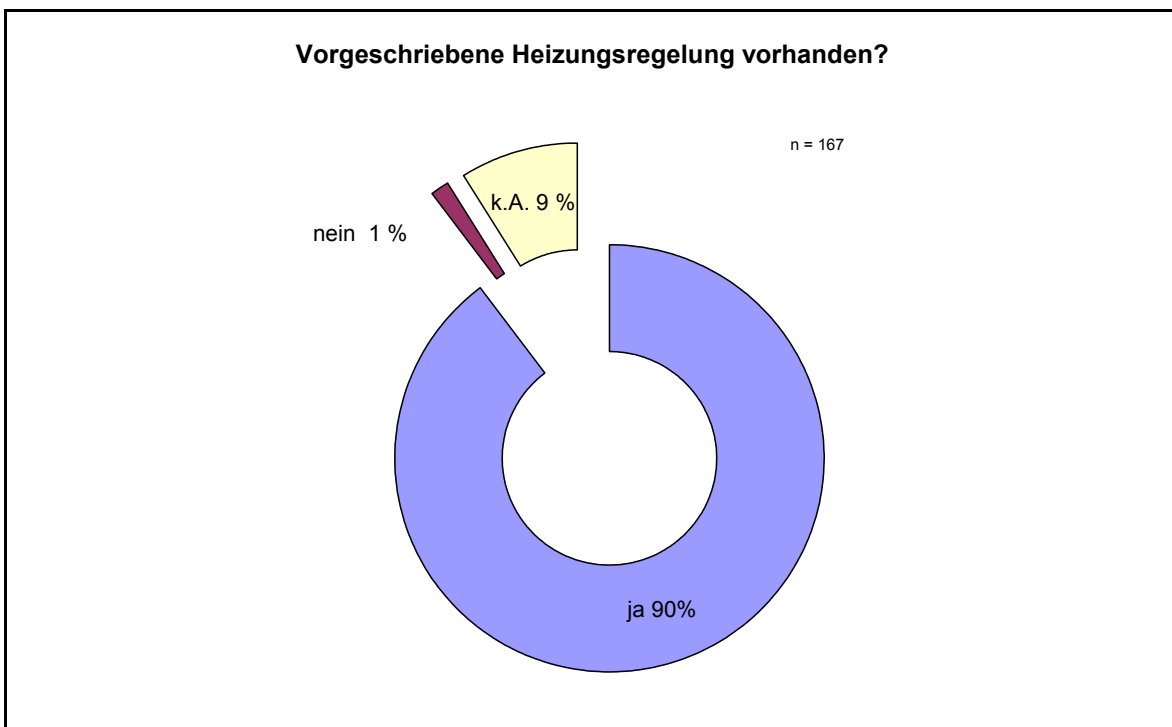


Abbildung 18 Vor-Ort-Check: Erfüllung der Anforderungen bezüglich Vorhandensein der vorgeschriebenen Regelung

In „k.A.“ sind auch solche Fälle einbezogen, in denen keine Anforderung besteht, z.B. bei Ofenheizung

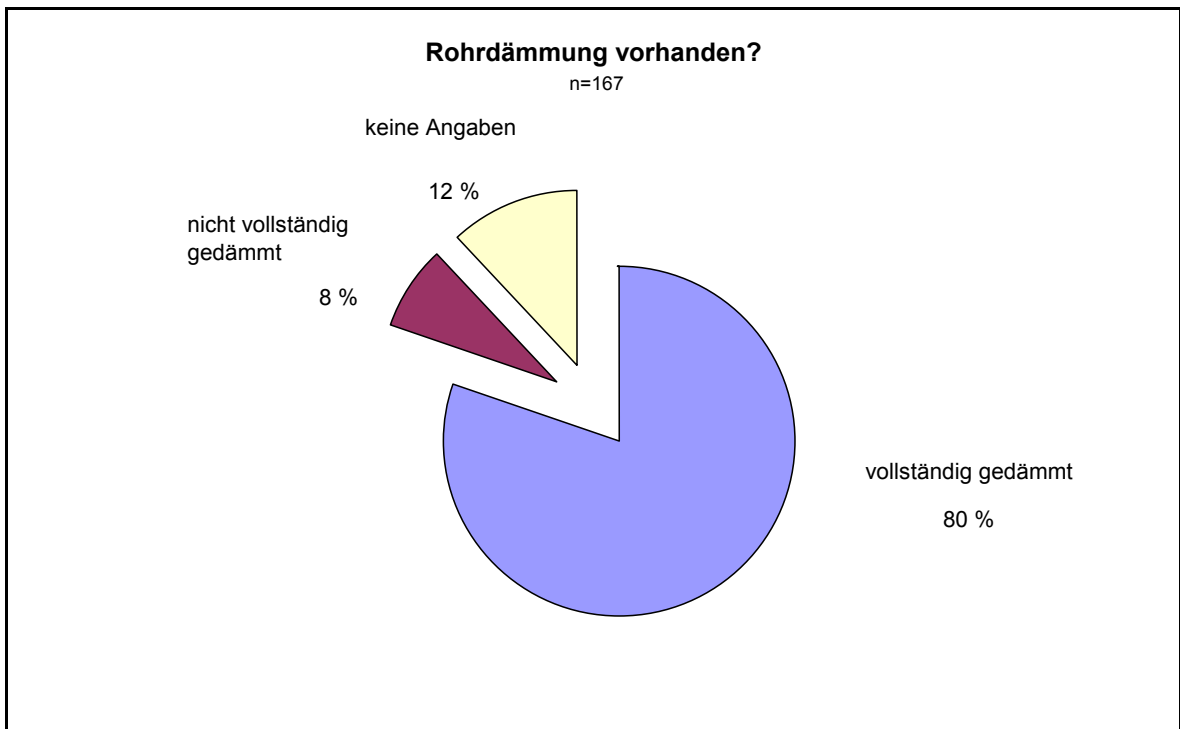


Abbildung 19 Vor-Ort-Check: Erfüllung der Anforderungen bezüglich Vorhandensein der vorgeschriebenen Rohrdämmung
In „keine Angaben“ sind auch solche Fälle einbezogen, in denen keine Anforderung besteht, z.B. bei Ofenheizung

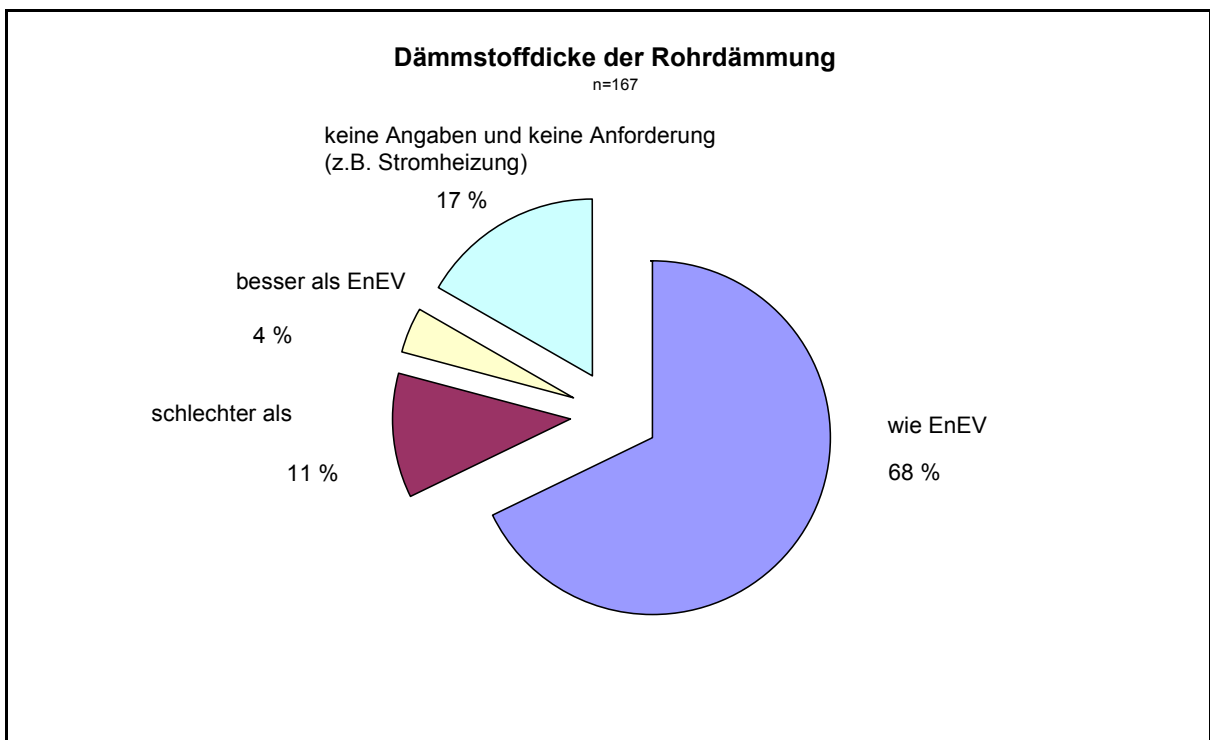


Abbildung 20 Vor-Ort-Check: Erfüllung der Anforderungen bezüglich Dicke der Rohrdämmung

6 Abschätzung der Energieeinsparung und der CO₂-Emissionsminderung für die untersuchte Stichprobe

Die Ermittlung der Energieeinsparungen und CO₂-Emissionsminderungen erfolgte durch Berechnung des Energiebedarfs (nach Endenergieträgern) und der daraus resultierenden CO₂-Emissionen vor und nach der von der KfW geförderten Modernisierung. Nach Durchführung von Plausibilitätstests standen zur Ausführung dieser Analyse 267 Fälle für das Förderjahr 2005 und 404 Fälle für 2006 zur Verfügung. Die Energiebedarfs- und Emissionswerte sowie die daraus resultierenden Emissionsminderungen wurden für jeden Fall auf Basis des Ausgangszustands von Gebäude und Heizsystem und der durchgeführten Maßnahmen (Wärmeschutzmaßnahmen, Einbau neuer Wärmeversorger, Nutzung regenerativer Energiequellen wie Solarenergie und Biomasse) individuell ermittelt. Das Modernisierungsvorhaben wurde dabei „als eine Einheit“ betrachtet, d.h. es wurden alle durchgeführten Maßnahmen berücksichtigt, unabhängig davon, ob sie explizit gefördert wurden. Es wurde also beispielsweise mit berücksichtigt, dass häufig durch eine Vergrößerung des Wohnraums die CO₂-Minderungen geringer ausfielen, als dies bei gleich bleibender Wohnfläche der Fall gewesen wäre.

Soweit nichts anderes gesagt ist, wird die folgende Definition der CO₂-Emissionen verwendet: Angegeben sind jeweils CO₂-Äquivalente inklusive aller Vorketten. Damit ist gemeint, dass erstens neben Kohlendioxid auch die anderen bei der Verbrennung von Energieträgern auftretenden Treibhausgase (in Kohlendioxid-Äquivalente umgerechnet) berücksichtigt wurden und zweitens nicht nur die Vor-Ort-Emissionen in den Gebäuden selbst, sondern auch vorgelagerte Emissionen bei der Gewinnung, dem Transport und der Umwandlung der Energieträger (also z.B. bei der Stromerzeugung) berücksichtigt wurden.

In Kapitel 7.2 werden zusätzlich noch die reinen CO₂-Emissionen (ohne Berücksichtigung anderer Treibhausgase) in den Sektoren Haushalte und Emissionshandel (vgl. Abbildung 1) angegeben. Diese Unterscheidung ist für die nationale und internationale Klimaschutzberichterstattung nötig.

Für die Bewertung der Effekte des KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramms und ähnlicher Programme wäre jedoch die alleinige Betrachtung der nur im Haushaltssektor erreichten CO₂-Emissionsminderung ein verkürzte Betrachtung, weil Effekte in anderen Sektoren vernachlässigt würden: Beispielsweise würde die geförderte und sinnvolle Umstellung von einer Strom- auf eine Erdgasheizung lediglich als eine Erhöhung der CO₂-Emissionen im Haushaltssektor verbucht werden, nicht aber als eine Reduktion im Emissionshandelssektor und auch nicht als Reduktion der Gesamtemissionen. Man muss daher, um die Gesamtwirkung einer CO₂-Reduktionsmaßnahme beurteilen zu können, die Effekte in anderen Sektoren mitbetrachten.

Die unterschiedlichen Emissionsfaktoren sind in der Tabelle 14 dargestellt.

	Gesamt-emissionen	Sektor Haushalte	Sektor Energie-erz./-umwandl.
	CO₂-Äq. mit Vorketten	CO ₂ ohne Vorketten	CO ₂ ohne Vorketten
	kg CO₂/kWh	kg CO ₂ /kWh	kg CO ₂ /kWh
Erdgas	0,25	0,202	0
Heizöl	0,31	0,266	0
Flüssiggas	0,27	0,234	0
Kohle	0,44	0,36	0
Holz/Pellets	0,04	0	0
Strom	0,68	0	0,617
Fernwärme	0,21	0	0,164

Tabelle 14 Stichprobe 2005/2006: Verwendete Treibhausgas-Emissionsfaktoren
(bei Brennstoffen bezogen auf den unteren Heizwert)⁴¹

Die Tabelle 15 zeigt die berechneten CO₂-Minderungen. Die Ergebnisse werden in drei unterschiedlichen Kennwerten dargestellt, nämlich bezogen auf die Zahl der Wohneinheiten, auf die Größe der Wohnfläche und die in Anspruch genommene Kreditsumme aus dem KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramm.⁴² Im Hinblick auf die Hochrechnung auf das Gesamtförderprogramm in Kapitel 7 werden drei getrennte Werte für Fördermittelempfänger mit einem Kreditvolumen von mehr als 1 Mio. € (ausschließlich Mehrfamilienhäuser) sowie für die restlichen Förderfälle getrennt nach Ein-/Zweifamilienhäusern und Mehrfamilienhäusern (ab drei Wohnungen) angegeben. Dabei handelt es sich um Mittelwerte der jeweiligen Gruppe: Zum Beispiel wurde die flächenspezifische CO₂-Reduktion ermittelt, indem die Summe der CO₂-Minderungen aller untersuchten, zur Gruppe gehörigen Fälle gebildet und durch die Summe der Wohnflächen der Gebäude dividiert wurde.

				CO ₂ -Minderung in kg/a		
Jahr	Kreditvolumen	Gebäudetyp	Anzahl n	pro Wohnung	pro m ² Wohnfläche	pro € Kreditvolumen
2005	> 1 Mio €	MFH	7	1.428	22,0	0,09
	< 1 Mio €	EFH	211	6.794	55,3	0,25
		MFH	49	4.318	61,1	0,34
2006	> 1 Mio €	MFH	9	2.424	33,8	0,08
	< 1 Mio €	EFH	308	7.309	58,5	0,24
		MFH	87	3.971	50,8	0,24

Tabelle 15 Stichproben 2005 und 2006: jährliche CO₂-Emissionsminderungen (CO₂-Äquivalente inklusive Vorketten)

Der Vergleich der Jahre 2005 und 2006 zeigt für die jeweiligen Gebäudeklassen teilweise abweichende Kennwerte. Als Grund kommen hierfür vor allem die leicht unterschiedlichen

⁴¹ Emissionsfaktoren für die sektoralen Emissionen laut Angaben des BMU/Umweltbundesamtes, vgl. Abschnitt 2.3. Für Fernwärme wurde ein eigener Mittelwert auf Basis von Angaben des BMU/Umweltbundesamtes und den Anteilen von Heizwerken und Heizkraftwerken aus [AGFW 2004] gebildet.

⁴² Wohneinheiten und Wohnfläche beziehen sich auf den Zustand nach der Modernisierung.

Anteile der Energieträger und die unterschiedliche Inanspruchnahme von Fördermitteln (z.B. unterschiedliche Durchschnittswerte für den Kreditbetrag pro Wohneinheit) in den beiden Jahren in Frage.⁴³

Die Tabelle 16 gibt nach dem gleichen Schema die erreichte Endenergieeinsparung in Kilowattstunden pro Jahr an.

				Endenergieeinsparung in kWh/a		
Jahr	Kreditvolumen	Gebäudetyp	Anzahl n	pro Wohnung	pro m ² Wohnfläche	pro € Kreditvolumen
2005	> 1 Mio €	MFH	7	4.084	62,8	0,26
	< 1 Mio €	EFH	211	13.158	107,1	0,57
		MFH	49	7.904	111,8	0,59
2006	> 1 Mio €	MFH	9	6.969	97,1	0,27
	< 1 Mio €	EFH	308	15.120	121,1	0,49
		MFH	87	8.330	106,6	0,49

Tabelle 16 **Stichproben 2005 und 2006: Endenergieeinsparung in kWh/a**
bei Brennstoffen: unterer Heizwert

⁴³ vgl. Tabellen zur Verteilung der Endenergieträger und vgl. Anmerkungen zum Jahresvergleich 2005/2006 der Grundgesamtheit aller Fördermittelempfänger in Kapitel 7.

7 Hochrechnung auf Darlehensfälle 2005 und 2006

In den folgenden Abschnitten 7.1 bis 7.3 erfolgt eine Hochrechnung aus den Ergebnissen der Stichproben „Schriftliche Befragung 2002 bis 2006“ und „Vor-Ort-Check 2007“ verbunden mit dem Modell zur Berechnung der eingesparten CO₂-Emissionen und der Endenergieeinsparung.

Im Abschnitt 7.4 erfolgt eine Abschätzung der Genauigkeit bei der Hochrechnung von den Stichproben auf die Grundgesamtheiten der Darlehensfälle 2005 und 2006

7.1 CO₂-Reduktion und Endenergieeinsparung (in allen Sektoren)

Die Hochrechnung wurde getrennt für die bewilligten Darlehensanträge der Jahre 2005 und 2006 durchgeführt. Die Analyse erfolgte im Rahmen einer Schichtung, d.h. sowohl die Stichprobe als auch die Grundgesamtheit (alle Darlehensfälle im KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramm) wurden in separate Teilmengen aufgeteilt, die getrennt untersucht wurden. Die Informationen über die Grundgesamtheit wurden von der KfW mit Hilfe der von ihr geführten Statistiken zur Verfügung gestellt. Folgende Gruppen wurden unterschieden:

- Fördermittelempfänger mit einem Kreditvolumen von mehr als 1 Mio. €. Diese waren innerhalb der Stichprobe gesondert angeschrieben worden. Es handelt sich hier ausschließlich um Mehrfamilienhäuser (in der Regel: mehrere Gebäude pro Förderantrag)
- Ein-/Zweifamilienhäuser mit einem Kreditvolumen von weniger als 1 Mio. €,
- Mehrfamilienhäuser (ab 3 Wohneinheiten) mit einem Kreditvolumen von weniger als 1 Mio. €.

Für die Hochrechnung von der Stichprobe auf die Grundgesamtheit wurden drei geeignete Größen identifiziert:

- die Anzahl der Wohneinheiten
- die Wohnfläche in m²
- die im KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramm ausgezahlte Kreditsumme in €.

Die Ergebnisse für die jeweiligen Kennwerte der Gesamt-CO₂-Minderungen (CO₂-Äquivalente) sind in Kapitel 6 tabellarisch dargestellt.

Die KfW lieferte auf Basis ihrer eigenen Statistiken die Angaben für das Gesamtprogramm.⁴⁴

⁴⁴ Hier ist anzumerken, dass sich die Angabe ≥ 3 Wohnungen der KfW auf die Anzahl der Wohnungen je Kreditantrag bezieht, so dass hier auch Ein-/Zweifamilienhäuser enthalten sein können. In der analysierten Stichprobe 2005/2006 ($n = 671$) waren hiervon aber nur 8 Gebäude betroffen.

	Anzahl Darlehenszusagen	Anzahl Wohneinheiten	Wohnfläche in m ²	ausgereichtes Kreditvolumen im KfW-CO ₂ -Gebäudesanierungsprogramm in T€
2005				
A: ausgereichtes Kreditvolumen im KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramm >= 1 Mio €				
1-2 Wohnungen	0	0	0	0
>= 3 Wohnungen	49	7.286	446.611,44	90.150,23
B. ausgereichtes Kreditvolumen im KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramm < 1 Mio €				
1-2 Wohnungen	20.120	25.252	3.440.555,31	600.783,36
>= 3 Wohnungen	4.227	37.550	2.523.610,23	452.820,61
nicht ermittelbar	33	0	7.128,36	1.198,53
Summe	24.380	62.802	5.971.293,90	1.054.802,51
Summe A + B	24.429	70.088	6.417.905,34	1.144.952,74

Tabelle 17 Darlehensfälle 2005: Daten zu den ausgereichten Darlehen

	Anzahl Darlehenszusagen	Anzahl Wohneinheiten	Wohnfläche in m ²	ausgereichtes Kreditvolumen im KfW-CO ₂ -Gebäudesanierungsprogramm in T€
2006				
A: ausgereichtes Kreditvolumen im KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramm >= 1 Mio €				
1-2 Wohnungen	0	0	0	0
>= 3 Wohnungen	248	30.446	1.865.128,99	587.534,10
B. ausgereichtes Kreditvolumen im KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramm < 1 Mio €				
1-2 Wohnungen	34.522	45.214	5.714.127,78	1.495.043,50
>= 3 Wohnungen	8.671	79.744	5.377.342,62	1.294.225,76
nicht ermittelbar	10	0	1.095,88	382,16
Summe	43.203	124.958	11.092.566,28	2.789.651,42
Summe A + B	43.451	155.404	12.957.695,27	3.377.185,51

Tabelle 18 Darlehensfälle 2006: Daten zu den ausgereichten Darlehen

Auf Grundlage dieser Angaben wurde zunächst überprüft, inwieweit die Stichprobe und die Grundgesamtheit hinsichtlich der für die Hochrechnung verwendeten Kennwerte (Wohneinheiten, Wohnfläche und Kreditvolumen) vergleichbar sind. Dazu wurden die jeweiligen Quotienten ermittelt (s. Tabelle 19).

	Kreditvolumen	Gebäudetyp	Wohnfläche/Wohnung in m ²		Kredit/Wohnung in €		Kredit/Wohnfläche in €/m ²	
			Stichprobe	Gesamtheit	Stichprobe	Gesamtheit	Stichprobe	Gesamtheit
2005	> 1 Mio €	MFH	65	61	15.822	12.373	243	202
	< 1 Mio €	EFH	123	136	23.028	23.792	186	175
		MFH	71	67	13.439	12.059	184	179
2006	> 1 Mio €	MFH	72	61	27.486	19.298	406	315
	< 1 Mio €	EFH	125	126	30.879	33.066	247	262
		MFH	78	67	17.369	16.230	222	241

Tabelle 19 Vergleich von Stichprobe und Grundgesamtheit

Der Vergleich von Stichprobe und Gesamtheit zeigt für die einzelnen Werte eine gute Übereinstimmung. Größere Abweichungen treten hier nur bei den Kreditnehmern > 1 Mio. € im Jahr 2006 auf. Dies ist evtl. auf die geringe Fallzahl (9 Gebäude in der Stichprobe, s.

Kap. 6) zurückzuführen. Da der Anteil dieser Schicht an der Gesamt-Emissionsreduktion nicht sehr groß ist (vgl. folgende Ergebnistabellen), kann diese Ungenauigkeit hier hingenommen werden.

Vergleicht man die Ergebnisse der Jahre 2005 und 2006, so ergeben sich teilweise deutliche Abweichungen, und zwar bei den Kenngrößen, in die der Kreditbetrag eingeht. Offensichtlich ist die Kreditvergabe (hier gemessen in Kreditbetrag pro Wohnung bzw. pro m² Wohnfläche) in den beiden Jahren unterschiedlich verlaufen. So wurde beispielsweise im Jahr 2005 pro Wohnung in Ein-/Zweifamilienhäusern ein Betrag von knapp 24.000 € ausbezahlt. Im Jahr 2006 beträgt der entsprechende Wert dagegen 33.000 €. Dies ist auch eine mögliche Erklärung für die in Kapitel 6 dokumentierten Unterschiede in den Kennwerten der CO₂-Emissionsreduktion (CO₂-Äquivalente) für 2005 und 2006.

Auf Grundlage dieser Angaben wurden die CO₂-Emissionsminderungen (CO₂-Äquivalente) getrennt nach Wohneinheiten, Wohnfläche und Kreditvolumen auf die jeweiligen Jahrgänge hochgerechnet (s. Tabelle 20). Die jeweiligen Resultate wichen nur geringfügig voneinander ab. Als Endergebnis wurde der Mittelwert der drei Zahlen gebildet.

2005				
Kreditvolumen	Gebäudetyp	hochgerechete CO ₂ -Minderung in Tonnen/a		
		nach Wohnungen	nach m ² Wohnfläche	nach € Kreditvolumen
> 1 Mio €	MFH	10.403	9.804	8.136
< 1 Mio €	EFH	171.566	190.278	148.025
	MFH	162.150	154.136	153.480
	Summe:	344.119	354.218	309.641
		Ergebnis:	336.000 Tonnen	

Tabelle 20 Darlehensfälle 2005: CO₂-Reduktion (CO₂-Äquivalente inkl. Vorketten) aller im KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramm geförderten Modernisierungsvorhaben

2006				
Kreditvolumen	Gebäudetyp	hochgerechete CO ₂ -Minderung in Tonnen/a		
		nach Wohnungen	nach m ² Wohnfläche	nach € Kreditvolumen
> 1 Mio €	MFH	73.796	62.983	47.675
< 1 Mio €	EFH	330.485	334.450	356.511
	MFH	316.668	273.229	313.198
	Summe:	720.949	670.661	717.384
		Ergebnis:	703.000 Tonnen	

Tabelle 21 Darlehensfälle 2006: CO₂-Reduktion (CO₂-Äquivalente inkl. Vorketten) aller im KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramm geförderten Modernisierungsvorhaben

Im Ergebnis lässt sich festhalten, dass im Rahmen der durch das KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramm im Jahr 2005 geförderten Modernisierungsvorhaben **rund 340.000 Tonnen CO₂/a** und durch die im Jahr 2006 geförderten Maßnahmen **rund 700.000 Tonnen CO₂/a** eingespart wurden (CO₂-Äquivalente, mit Vorketten).

Die Emissionen der geförderten Gebäude vor der Modernisierung wurden ebenfalls entsprechend hochgerechnet.⁴⁵ Es ergaben sich gerundet etwa 600.000 Tonnen/a für die Darlehensfälle 2005 und 1.200.000 Tonnen/a für die Darlehensfälle 2006. Die bei den geförderten Gebäuden erreichte prozentuale CO₂-Emissionsminderung (CO₂-Äquivalente inkl. Vorketten) betrug damit 2005 etwa 56 % und 2006 etwa 59 %.

Nach dem gleichen Schema wurde die Endenergie untersucht. Die beiden folgenden Tabellen zeigen den hochgerechneten Endenergiebedarf⁴⁶ für die Förderfälle der Jahre 2005 und 2006. Es zeigen sich zwischen den beiden Jahren leichte Unterschiede in der Verteilung auf die Energieträger.

Energieträger	Förderfälle 2005				
	Energiebedarf vor Modernisierung		Energiebedarf nach Modernisierung		Einsparung Mrd kWh/a
	Mrd kWh/a	Anteil	Mrd kWh/a	Anteil	
Gas	0,44	24%	0,36	32%	0,08
Öl	0,79	44%	0,24	21%	0,55
Kohle	0,24	13%	0,00	0%	0,24
Biomasse	0,07	4%	0,30	27%	-0,23
Strom	0,19	10%	0,07	6%	0,12
Fernwärme	0,08	4%	0,16	14%	-0,09
Summe	1,80	100%	1,13	100%	0,67

Tabelle 22 Darlehensfälle 2005: Endenergiebedarf vor und nach der Modernisierung, Anteile der Energieträger sowie Endenergieeinsparung

Energieträger	Förderfälle 2006				
	Energiebedarf vor Modernisierung		Energiebedarf nach Modernisierung		Einsparung Mrd kWh/a
	Mrd kWh/a	Anteil	Mrd kWh/a	Anteil	
Gas	1,19	32%	0,88	40%	0,31
Öl	1,51	41%	0,35	16%	1,16
Kohle	0,36	10%	0,00	0%	0,36
Biomasse	0,15	4%	0,59	27%	-0,45
Strom	0,35	10%	0,15	7%	0,20
Fernwärme	0,14	4%	0,20	9%	-0,06
Summe	3,70	100%	2,18	100%	1,52

Tabelle 23 Darlehensfälle 2006: Endenergiebedarf vor und nach der Modernisierung, Anteile der Energieträger sowie Endenergieeinsparung

Die Endenergieeinsparung beträgt für die Darlehensfälle des **Jahres 2005 ca. 670 Mio. kWh/a**, für die **Darlehensfälle des Jahres 2006 sind es ca. 1,52 Mrd. kWh/a**.

Vor der Modernisierung betrug der jährliche Endenergiebedarf der geförderten Gebäude 2005 ca. 1,8 Mrd. kWh und 2006 ca. 3,7 Mrd. kWh. Die prozentualen Einsparungen belaufen sich also auf etwa 37 % (2005) bzw. 41 % (2006). Sie sind niedriger als die Einsparungen bei den CO₂-Emissionen, da die Treibhausgasreduzierung nicht nur durch Energieeinsparung, sondern auch durch den Wechsel zu Energieträgern mit niedrigeren spezifischen CO₂-Emissionen bewirkt wird.

⁴⁵ Hier: Mittelwert der Hochrechnung auf Basis von Wohnfläche bzw. Wohneinheiten

⁴⁶ Bei Brennstoffen: bezogen auf den unteren Heizwert

Speziell für die häufigsten Energieträger im Wärmesektor, Heizöl und Erdgas, ergeben sich folgende Einsparwerte: Bei den Darlehensfällen des Jahres 2005 werden 50 Mio. kWh/a Erdgas und 550 Mio. kWh/a Heizöl, insgesamt also 630 Mio. kWh/a eingespart.⁴⁷ Bei den Modernisierungsvorhaben des Jahres 2006 sind es 310 Mio. kWh/a (Erdgas) bzw. 1,16 Mrd. kWh/a (Heizöl), insgesamt also 1,47 Mrd. kWh/a.

Dagegen nimmt die Verwendung der Energieträger Biomasse und Fernwärme in beiden Jahren zu (negative Einsparwerte).

7.2 Reine CO₂-Reduktion im Haushaltssektor und in anderen Sektoren

Die Hochrechnung der CO₂-Emissionsminderungen wurden nach dem gleichen Schema wie im Abschnitt 7.1 auch für die „reinen“ CO₂-Emissionen durchgeführt. Dabei wird differenziert nach

- einerseits den Emissionen allein des Treibhausgases CO₂ ohne Vorketten und ohne die umgerechnete Wirkung anderer Treibhausgase direkt bei den Gebäuden der Darlehensnehmer am Verwendungsort der Endenergie. Diese CO₂-Emissionen sind dem Haushaltssektor zuzuordnen.
- andererseits den Emissionen allein des Treibhausgases CO₂ ohne Vorketten und ohne die umgerechnete Wirkung anderer Treibhausgase, die nicht „Vor-Ort“, sondern andernorts eingespart werden, insbesondere in Kraftwerken und Fernheizwerken. Dies ist der Sektor „Emissionshandel“ (vgl. Abbildung 1).⁴⁸

Die mit dem KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramm finanzierten Modernisierungsmaßnahmen erreichten reinen CO₂-Minderungen im Haushaltssektor konnten unter diesen Voraussetzungen auf rund **245.000 Tonnen pro Jahr für die Darlehensfälle des Jahres 2005 und auf rund 510.000 Tonnen pro Jahr für die Darlehensfälle des Jahres 2006** abgeschätzt werden.

Sie liegen damit um 27-28 % unter den Gesamtemissions-Äquivalenten inklusive Vorketten. Dies erklärt sich einerseits daraus, dass Emissionen in vorgelagerten Prozessen stattfinden, z.B. bei der Stromerzeugung, und damit nicht direkt im modernisierten Gebäude; die Emissionen der Stromerzeugung werden aber dem Emissionshandelssektor zugerechnet. Somit kommt es z.B. bei einer Umstellung von Stromheizung auf Gas- oder Ölheizung rechnerisch nicht im Haushaltssektor zu einer CO₂-Einsparung; es ergibt sich im Gegenteil sogar eine Zusatzemission der CO₂-Emissionen im Haushaltssektor. Im KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramm geförderte Maßnahmen führen auch zu einer Reduktion der reinen CO₂-Emissionen im Sektor Emissionshandel, zu einer Reduktion von CO₂ im nicht dem Emissionshandel vertretenen Teil der Sektors Energie sowie auch zu einer Reduktion anderer Treibhausgase als CO₂. Die geförderten Maßnahmen erleichtern also auf diesem Weg zusätzlich die Aufgabe der Emissionsminderung in diesen Sektoren.

Vor diesem Hintergrund haben wir auch eine Abschätzung über die Höhe der CO₂-Emissionsminderung der Darlehensfälle (ohne andere Treibhausgase und sonstige Vorketten) im Sektor „Emissionshandel“ getroffen. Dabei wurden die Emissionsfaktoren von Strom und Fernwärme aus Tabelle 14 berücksichtigt.

⁴⁷ Jeweils bezogen auf den unteren Heizwert.

⁴⁸ Mehr als 85 % des erzeugten Stroms und der Fernwärme werden in Anlagen erzeugt, die dem Emissionshandel unterliegen

Die mit dem KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramm finanzierten Modernisierungsmaßnahmen erreichten reinen CO₂-Minderungen im Sektor „Emissionshandel“ konnten unter diesen Voraussetzungen auf rund **60.000 Tonnen pro Jahr für die Darlehensfälle des Jahres 2005 und auf rund 115.000 Tonnen pro Jahr für die Darlehensfälle des Jahres 2006** abgeschätzt werden.

7.3 Hochrechnung für die einzelnen Bundesländer

Das KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramm wurde deutschlandweit angeboten. Die Darlehensfälle verteilen sich damit auf einzelne Bundesländer. Die mit den geförderten Modernisierungsvorhaben ermittelten Emissionsminderungen wurden auf Basis der jeweils geförderten Wohnfläche auf die einzelnen Bundesländer umgerechnet. Die Ergebnisse für 2005 und 2006 zeigen die Tabelle 24 und Tabelle 25.

	2005				
	geförderte Wohnfläche in m ²	Anteil (Wohnfläche / Emissionsminderung)	Minderung der CO ₂ -Äquivalente mit Vorketten in Tonnen	reine CO ₂ -Minderung im Haushaltssektor in Tonnen	Endenergie-Einsparung in Mio kWh
Deutschland gesamt	6.417.905	100,0%	336000	245000	670
Baden-Württemberg	1.307.252	20,4%	68439	49904	136
Bayern	1.285.737	20,0%	67313	49082	134
Berlin	248.702	3,9%	13020	9494	26
Brandenburg	91.709	1,4%	4801	3501	10
Bremen	18.353	0,3%	961	701	2
Hamburg	134.452	2,1%	7039	5133	14
Hessen	458.682	7,1%	24014	17510	48
Mecklenburg-Vorpommern	52.917	0,8%	2770	2020	6
Niedersachsen	628.203	9,8%	32889	23981	66
Nordrhein-Westfalen	1.311.282	20,4%	68650	50057	137
Rheinland-Pfalz	247.926	3,9%	12980	9464	26
Saarland	69.567	1,1%	3642	2656	7
Sachsen	202.394	3,2%	10596	7726	21
Sachsen-Anhalt	111.100	1,7%	5816	4241	12
Schleswig-Holstein	175.077	2,7%	9166	6683	18
Thüringen	74.552	1,2%	3903	2846	8

Tabelle 24 Darlehensfälle 2005: Durch die geförderten Gebäudemodernisierungen erreichte CO₂-Reduktion und Endenergieeinsparung nach Bundesländern

	2006				
	geförderte Wohnfläche in m ²	Anteil (Wohnfläche / Emissionsminderung)	Minderung der CO ₂ -Äquivalente mit Vorketten in Tonnen	reine CO ₂ -Minderung im Haushaltssektor in Tonnen	Endenergie-Einsparung in Mio kWh
Deutschland gesamt	12.957.695	100,0%	703000	510000	1520
Baden-Württemberg	2.179.789	16,8%	118261	85794	256
Bayern	2.389.144	18,4%	129619	94034	280
Berlin	489.790	3,8%	26573	19278	57
Brandenburg	271.146	2,1%	14711	10672	32
Bremen	51.211	0,4%	2778	2016	6
Hamburg	218.993	1,7%	11881	8619	26
Hessen	895.599	6,9%	48589	35250	105
Mecklenburg-Vorpommern	303.006	2,3%	16439	11926	36
Niedersachsen	1.278.006	9,9%	69336	50301	150
Nordrhein-Westfalen	2.688.224	20,7%	145845	105805	315
Rheinland-Pfalz	462.670	3,6%	25101	18210	54
Saarland	85.125	0,7%	4618	3350	10
Sachsen	524.716	4,0%	28468	20652	62
Sachsen-Anhalt	245.309	1,9%	13309	9655	29
Schleswig-Holstein	691.941	5,3%	37540	27234	81
Thüringen	183.026	1,4%	9930	7204	21

Tabelle 25 Darlehensfälle 2006: Durch die geförderten Gebäudemodernisierungen erreichte CO₂-Reduktion und Endenergieeinsparung nach Bundesländern

7.4 Fehlerabschätzung

Die in der Untersuchung gewonnenen Kennzahlen sind mit einem zufälligen statistischen Fehler behaftet, da sie auf Grundlage einer Stichprobe, nicht der Grundgesamtheit, berechnet wurden. Es ist also davon auszugehen, dass aus der Stichprobe berechnete Kennzahlen von dem wahren für die Grundgesamtheit geltenden Wert um einen zufälligen Betrag abweichen. Das betrifft sowohl die berechnete mittlere CO₂-Einsparung pro Objekt bzw. m² Wohnfläche bzw. Wohneinheit wie auch die hochgerechnete Gesamt-Einsparung. Als Folge des Stichprobenfehlers würde eine hypothetische weitere Stichprobe etwas andere Kennzahlen als die gegenwärtige liefern, auch wenn sie im selben Umfang und nach denselben Prinzipien gezogen würde. Das Ausmaß der Abweichung zwischen Stichprobenresultat und wahren Wert, der Stichprobenfehler, kann mit statistischen Verfahren abgeschätzt werden, sofern wie im vorliegenden Fall die Stichprobe nach dem Zufallsprinzip gezogen wurde.

Zur Abschätzung des Stichprobenfehlers einer Kennzahl wird das 95 %-Konfidenzintervall für den arithmetischen Mittelwert der Kennzahl berechnet. Als mittlere Kennzahlen werden hier grundsätzlich arithmetische Mittelwerte verwendet, da diese auch extreme Werte berücksichtigen. In dieser Untersuchung ist ein solcher Effekt erwünscht, da extreme Werte nicht als fehlerhafte, untypische Werte („Ausreißer“), sondern als reale gültige Werte zu betrachten sind. Soweit in dieser Stichprobe auffällig große Werte auftraten, standen diese nicht im Widerspruch zu den Umständen der jeweiligen Sanierungsmaßnahme. Es muss also davon ausgegangen werden, dass einzelne große Werte auch in der übrigen Grundgesamtheit außerhalb der Stichprobe auftreten. Insofern unterscheidet sich diese Studie von anderen Untersuchungen, bei denen extreme Werte als Konsequenz einer fehlerhaften Datenerhebung angesehen werden und daher möglichst geringe Auswirkung

haben sollen, was durch die Verwendung eines robusten Mittelwerts (Median) erreicht werden soll.

Das 95 %-Konfidenzintervall für den Mittelwert einer Kennzahl enthält den wahren, für die Grundgesamtheit gültigen Wert mit einer Wahrscheinlichkeit⁴⁹ von 95 %. Da dieses Intervall unter Annahme einer näherungsweise Normalverteilung der Mittelwerte (nicht der Einzelwerte) symmetrisch ist, kann der Stichprobenfehler als Abweichung zwischen Mittelwert der Kennzahl und Grenze des Konfidenzintervalls angegeben werden. Tabelle 26 enthält diese Abweichungen für die CO₂-Einsparung bezogen auf den Kreditfall, pro m² Wohnfläche und pro Wohneinheit.

Umfang und Art des Vorhabens	Anzahl Fälle	CO ₂ -Einsparung pro Fall			CO ₂ -Einsparung pro m ² Wohnfläche			CO ₂ -Einsparung pro Wohneinheit		
		Mittelwert [kg]	abs. Fehler [kg]	rel. Fehler [%]	Mittelwert [kg]	abs. Fehler [kg]	rel. Fehler [%]	Mittelwert [kg]	abs. Fehler [kg]	rel. Fehler [%]
> 1 Mio €	28	73.518	22.798	31,0	43	12	26,9	2.733	696	25,5
≤ 1 Mio €, EFH	1.058	9.347	342	3,7	55	2	3,4	7.095	278	3,9
≤ 1 Mio €, MFH	289	28.576	3.401	11,9	51	4	7,2	4.075	303	7,4
Gesamt	1.375	14.695	1.016	6,9	54	2	3,1	6.391	232	3,6

Tabelle 26 **Relative und absolute Stichprobenfehler**

für die mittlere CO₂-Einsparung für die Jahre 2005 und 2006. Angegeben sind die Abweichungen zwischen der mittleren Einsparung und der Grenze des 95 %-Konfidenzintervalls. Fallzahlen beziehen sich auf alle Fälle, in denen eine CO₂-Minderung bestimmt werden konnte.

Tabelle 26 zeigt, dass die Größe des Stichprobenfehlers unmittelbar von der Anzahl der zu Grunde liegenden Fälle abhängt, aber auch vom Umfang des eingesetzten Kapitals. Ferner spielt die Bezugsgröße eine Rolle: Der relative Fehler ist größer, wenn die Bezugsgröße „Fall“ benutzt wird, die keine Information über den Umfang der Maßnahme beinhaltet, während die Bezugsgrößen „Wohnfläche“ und „Wohneinheiten“ durchaus Angaben dazu enthalten. Das dürfte auch der Grund sein, weshalb die relativen Fehler bei Bezug auf die letztgenannten Größen vergleichbar sind, aber von denen der Bezugsgröße „Fall“ deutlich abweichen.

Für die Hochrechnung der Gesamt-CO₂-Reduktion über alle geförderten Maßnahmen gelten die relativen Stichprobenfehler wie in Tabelle 26 dargestellt. Eine vorsichtige Schätzung des Stichprobenfehlers für die gesamte CO₂-Ersparnis sollte auf Grundlage von Tabelle 26 von einem relativen Stichprobenfehler nicht unter 7 % ausgehen. Der Gesamtfehler der Hochrechnung muss in nicht aus dieser Untersuchung abschätzbarer Weise als größer angenommen werden, da er über den Stichprobenfehler hinaus von weiteren Fehlerquellen wie etwa dem potentiell untypischen Verhalten der Teilnehmer dieser Studie

⁴⁹ Genauer: Werden viele Stichproben nach dem gegenwärtigen Prinzip und Umfang gezogen und aus diesen jeweils die gesuchte Kennzahl mit Konfidenzintervall berechnet, dann enthalten 95 % dieser Intervalle den wahren, für die Grundgesamtheit geltenden Wert.

oder durch Abweichungen der gemessenen von der berechneten Energieeinsparung⁵⁰ beeinflusst werden kann.

⁵⁰ Hier gibt es Hinweise darauf, dass der tatsächliche Energieverbrauch durch den berechneten Energiebedarf im Mittel eher überschätzt wird (s. Anmerkungen zum Berechnungsverfahren in Anlage 6).

8 Beschäftigungseffekte

8.1 Ziel und Methodik

Eine der drei wesentlichen Aufgaben bestand in der (Weiter-)Entwicklung eines Modells zur Abschätzung der Beschäftigungseffekte der durch das KfW-CO₂-Gebäude-sanierungsprogramm mitfinanzierten Modernisierungsmaßnahmen sowie der Anwendung auf die Darlehensfälle der beiden Jahre 2005 und 2006.

Zur Abschätzung der Beschäftigungseffekte wurde ein Input-Output-Modell verwendet. Die Anwendung dieser Methode für die Abschätzung von Beschäftigungseffekten ist einerseits in [Kleemann et al. 1999] ausführlich beschrieben⁵¹, andererseits gibt es in der Anlage 7 Erläuterungen zur Methodik der Beschäftigungsanalyse mit Tabellen und textlichen Darstellungen der konkreten Berechnungen. Auf eine nähere Beschreibung kann hier deshalb verzichtet werden. Es wurden stets die aktuellsten verfügbaren Daten verwendet.

Gegenüber der durch Kleemann et al. vorgenommenen Anwendung des Modells auf Darlehensfälle früherer Jahre waren für die Abschätzung der Beschäftigungseffekte für die Jahre 2005 und 2006 folgende Aktualisierungen notwendig:

- Die neueste Input-Output-Tabelle des Statistischen Bundesamtes von 2002 weist mit 72 Sektoren eine differenziertere Struktur auf als die 1999 verwendete Input-Output-Tabelle mit 58 Sektoren. Da gleichzeitig die Systematik der Wirtschaftszweige geändert wurde, sind eventuelle Veränderungen in den Ergebnissen nicht in jedem Fall erklärbar.
- Auch für die im Mittelpunkt dieser Untersuchung stehende Bauwirtschaft hat sich die Systematik verändert: Aus der Aufteilung in „Hoch- und Tiefbauleistungen“ und „Ausbauleistungen“ ist nun eine Aufteilung in „Vorbereitende Baustellenarbeiten, Hoch- und Tiefbauarbeiten“ und „Bauinstallations- und sonst. Bauarbeiten“ geworden. Der Schwerpunkt der mit der Ausführung von Energiesparinvestitionen verbundenen Tätigkeiten lag 1999 bei den Ausbauleistungen und 2002 bei den Bauinstallations- und sonst. Bauarbeiten – aufgrund unterschiedlicher Zusammensetzung dieser Sektoren weichen Durchschnittsumsätze und durchschnittliche Beschäftigungsquoten aber voneinander ab.
- In der Studie von 1999 wurden die negativen Beschäftigungseffekte, die sich aus dem Rückgang des Energieverbrauchs bei den Lieferanten ergeben, gesondert abgeschätzt und von den positiven Beschäftigungseffekten der Investitionen abgezogen. Diese negativen Beschäftigungseffekte lagen in der Größenordnung von 1-2% der positiven Beschäftigungseffekte und somit im Unsicherheitsbereich der Analyse. Da sie zudem sehr stark von unsicheren Energiepreisannahmen abhängen, wird in dieser Studie auf die Abschätzung negativer Beschäftigungseffekte verzichtet.
- Um zu verdeutlichen, dass es sich bei den Ergebnissen der Anwendung des Input-Output-Modells um grobe Schätzungen handelt und nicht um präzise Berechnungen, werden die Ergebnisse immer gerundet, in der Regel auf 1.000 oder 500 Per-

⁵¹ Wie bei [Kleemann et al. 1999] werden auch in dieser Studie die Beschäftigungswirkungen der mit den Investitionen verbundenen Einkommen nicht gesondert berechnet.

sonenjahre (PJ, Beschäftigung einer Person ein Jahr lang mit der durchschnittlichen wöchentlichen Arbeitszeit der jeweiligen Branche).

Die in dieser Studie ermittelten Beschäftigungseffekte der Energiesparinvestitionen fallen deutlich höher aus als die in der 1999er Studie: Bezogen auf 1 Milliarde Investitionsvolumen (inkl. Umsatzsteuer) liegen sie für 2005 und 2006 bei 18.300 Personenjahren (vgl. Tabelle 27); bezogen auf 1 Milliarde € Investitionsvolumen ohne Umsatzsteuer bei 21.000 Personenjahren, während sie für 1996-2000 von [Kleemann et al. 1999, S. 64]⁵² auf rund 17.500 Personenjahre geschätzt wurden. Der Unterschied von rund 20 % lässt sich zum Teil dadurch erklären, dass die 1999er Studie lediglich die Beschäftigungseffekte bei Arbeitnehmern betrachtete, während die vorliegende Studie sämtliche Erwerbstätige berücksichtigt, also auch die Selbstständigen und die mithelfenden Angehörigen. Gerade im Baugewerbe mit den vielen kleinen Handwerksbetrieben macht dies einen gewichtigen Unterschied.

Im zweiten Schritt werden die Ergebnisse aus dem Input-Output-Modell nach Bundesländern differenziert, wobei zwischen dem „lokalen“ Beschäftigungsanteil und den Beschäftigungseffekten aus dem Bezug von Vorprodukten wie z.B. Dämmmaterial oder Heizungskessel unterschieden wird. Hier kommen pauschale Annahmen über die regionale Verteilung der Beschäftigungseffekte zur Anwendung.

Die Aufteilung der Beschäftigungseffekte auf Mittelstand und Großindustrie greift auf die neuesten branchenspezifischen Umsatzanteile des Mittelstands zurück, die vom Bonner Institut für Mittelstandsforschung veröffentlicht wurden [IfM 2004]. Leider gibt es hier keine mittelstandsspezifischen Beschäftigungsquoten je Mio. Umsatz, sondern nur je Wirtschaftssektor Gesamtumsatz und Gesamtbeschäftigung, so dass das Ergebnis den Beschäftigungsanteil des Mittelstands unterschätzt. Eine ausführlichere Darstellung zu diesem Aspekt findet sich im Kapitel 8.2.3 und im Anhang 7 „Erläuterungen zur Methodik der Beschäftigungsanalyse“.

Während die Abschätzung der Beschäftigungseffekte auf Bundesebene, in Bundesländern sowie in Großunternehmen und mittelständischen Unternehmen auf der Basis der bei der KfW vorliegenden aggregierten Daten zu den Darlehensfällen vorgenommen wurde, haben wir für die Abschätzung der Beschäftigungseffekte nach den Kategorien „Stadt“ und „Land“ eine eigene Primärerhebung durchgeführt. Hierzu wurden mehrere Tausend Darlehensnehmer angeschrieben. Details der Stichprobenbildung sind der Anlage 4 zu entnehmen.

Die anhand von rund 1.700 auswertbaren Antworten von Investoren gewonnenen Erkenntnisse wurden auf die Gesamtheit der von der KfW berichteten Fälle der Jahre 2005 und 2006 hochgerechnet, um eine grobe Abschätzung der regionalen und gebietstypischen Beschäftigungseffekte zu erhalten. Das Verfahren wird im Kapitel 8.2.4 anhand mehrerer Tabellen ausführlich beschrieben.

8.2 Ergebnisse

8.2.1 Beschäftigungseffekte: gesamt, direkt und indirekt

Die KfW-Statistik [KfW 2007] berichtet für das CO₂-Gebäudesanierungsprogramm für die einzelnen Jahre 2005 und 2006 das „ausgereichte Kreditvolumen“ (im Folgenden „Kredit-

⁵² Das Ergebnis von Kleemann et al. bezieht sich ebenfalls auf das Investitionsvolumen ohne Mehrwertsteuer. Für den Vergleich muss die zwischenzeitlich erfolgte Währungsumstellung von DM auf € berücksichtigt werden.

volumen“) und das „geplante Investitionsvolumen für energetisch relevante Investitionen zum Zeitpunkt der Kreditzusage“ („Investitionsvolumen“). Unter Verwendung der Input-Output-Analyse wurden für diese Daten die direkten und indirekten Beschäftigungseffekte ermittelt, wobei die Beschäftigungseffekte in den vom Investor beauftragten Unternehmen als „direkt“, die dadurch bei weiteren Unternehmen ausgelösten Beschäftigungseffekte dagegen als „indirekt“ bezeichnet werden.

Wie die Tabelle 27 und die Abbildung 21 zeigen, haben die Investitionen, die unter Inanspruchnahme von Krediten aus dem KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramm getätigt wurden, große Beschäftigungseffekte. Für das Jahr 2005 ergab die Abschätzung einen Beschäftigungseffekt von 27.000 Personenjahren, für das Jahr 2006 einen Beschäftigungseffekt von 65.000 Personenjahren. Die starke Zunahme beruht im Wesentlichen auf einem starken Anstieg des Kreditvolumens. In beiden Jahren ist der direkte Beschäftigungseffekt im Baugewerbe stärker als der indirekte Beschäftigungseffekt in den anderen beteiligten Wirtschaftssektoren.

	2005	2006	
Kreditvolumen	1.150	3.381	Mio. €
Investitionsvolumen ⁵³	1.475	3.524	Mio. €
Direkter Beschäftigungseffekt	16.000	39.000	PJ
Indirekter Beschäftigungseffekt	11.000	26.000	PJ
Gesamtbeschäftigungseffekt	27.000	65.000	PJ
Beschäftigung je 1 Mio. € Investition	18,3	18,3	PJ

Tabelle 27 Beschäftigungseffekte 2005 und 2006

⁵³ Konsolidiertes Investitionsvolumen inklusive 16 % MWSt. In jenen Fällen, in denen ein Kreditnehmer mehrere KfW-Programme für ein Vorhaben in Anspruch genommen hat, wurde das Investitionsvolumen von der KfW anteilig zum Darlehensvolumen auf die verschiedenen Programme aufgeteilt. Mit dieser Aufteilung bzw. Konsolidierung wird erreicht, dass Doppelzählungen bzw. eine Überschätzung der mit den wohnwirtschaftlichen KfW-Programmen angestoßenen Investitionen vermieden werden.

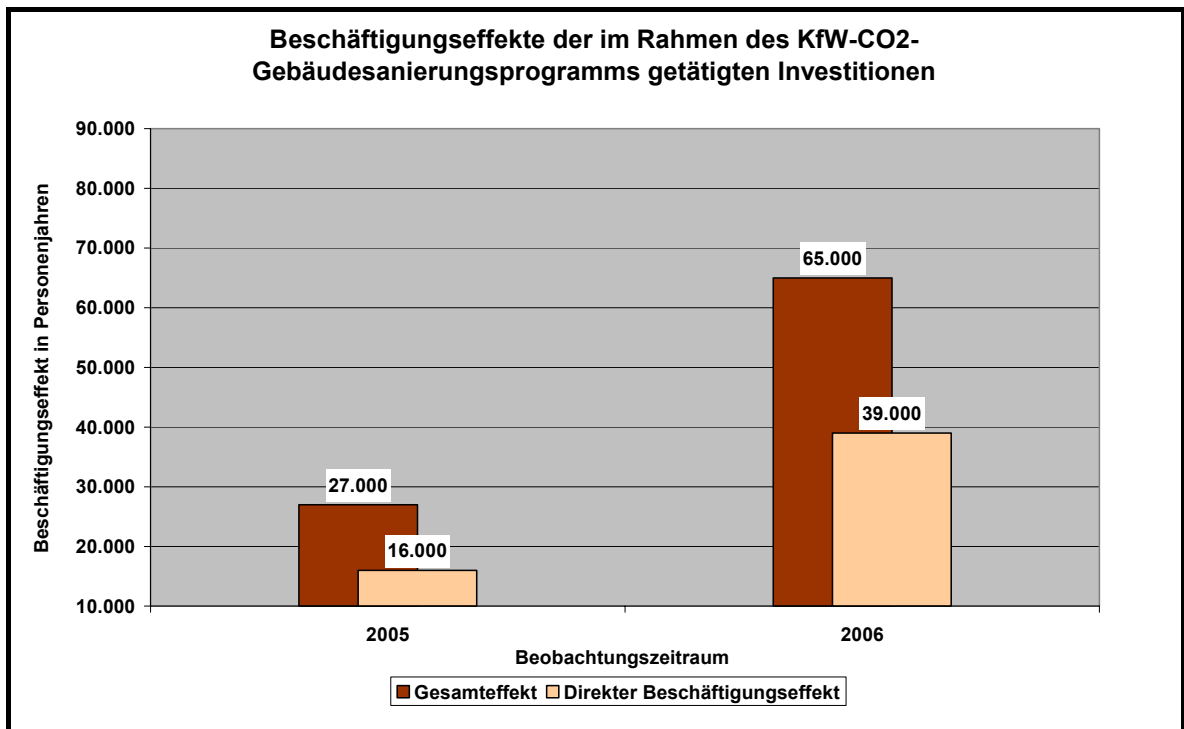


Abbildung 21 Gesamtbeschäftigungseffekte in Personenjahren

Bei der Anwendung der Input-Output-Methode wurde die Entwicklung der Arbeitsproduktivität in den verschiedenen Wirtschaftssektoren berücksichtigt. Von besonderer Bedeutung ist hier das Baugewerbe, in dem die Arbeitsproduktivität, gemessen in Bruttowertschöpfung je Beschäftigten, zwischen 2002 und 2005 um 0,18 % sank, also nahezu konstant geblieben ist.⁵⁴ Hier dürften sich Arbeitszeitverkürzungen und technische Produktivitätsgewinne gegenseitig in ihrer Wirkung aufgehoben haben. Wegen der geringen Produktivitätsentwicklung ist die Zahl der Beschäftigten je 1 Mio. € Investitionsvolumen mit (gerundet) 18,3 Personenjahren (gerundet) in 2005 und 2006 gleich groß.

8.2.2 Beschäftigungseffekte in den Bundesländern

Für die Verteilung der Beschäftigungseffekte auf die Bundesländer wurden zwei Annahmen getroffen:

- Der „lokale“ Beschäftigungsanteil aus Handwerk/Baugewerbe, Handel und Dienstleistungen schlägt sich vollständig im Bundesland des Investitionsortes nieder.
- Der Beschäftigungsanteil aus der Herstellung von Vorprodukten wie z. B. Heizkesseln oder Dämmstoffen verteilt sich auf alle Bundesländer entsprechend ihres Anteils an den Beschäftigten im Sektor Bergbau und Verarbeitendes Gewerbe, wie er vom Statistischen Bundesamt für 2004 erhoben wurde.

Vor allem die erste Annahme ist für die kleineren Bundesländer, insbesondere die Stadtstaaten, nicht unproblematisch, da hier auch ein Teil der direkten Beschäftigungseffekte in die Nachbarländer fließen. Allerdings liegen uns keine Zusatzinformationen über die Ver-

⁵⁴ Eigene Berechnungen auf der Basis der neuesten Daten des Statistischen Bundesamtes. Vgl. auch die ausführliche Darstellung im Kapitel 1 der Anlage 7.

teilung der Beschäftigungseffekte vor, so dass die vorgenannte Annahme notwendig ist, um überhaupt zu Aussagen zu gelangen. Eine ausführliche Darstellung der Berechnung der Beschäftigungseffekte in den Bundesländern findet sich im Kapitel 2 der Anlage 7.

Die Tabelle 28 zeigt, wie sich das KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramm auf die Beschäftigung in den Bundesländern ausgewirkt hat.

Bundesland	Beschäftigung 2005 (PJ)	Beschäftigung 2006 (PJ)
Baden-Württemberg	5.600	12.400
Bayern	5.700	11.900
Berlin	1.000	2.300
Brandenburg	500	1.400
Bremen	100	400
Hamburg	500	1.100
Hessen	1.900	4.500
Mecklenburg-Vorpommern	200	1.000
Niedersachsen	2.300	5.500
Nordrhein-Westfalen	5.300	13.600
Rheinland-Pfalz	1.100	2.400
Saarland	300	600
Sachsen	1.000	3.000
Sachsen-Anhalt	500	1.200
Schleswig-Holstein	700	2.800
Thüringen	400	1.000
Summe⁵⁵	27.000	65.000

Tabelle 28 Gesamt-Beschäftigungseffekte nach Bundesländern

8.2.3 Beschäftigungseffekte im Mittelstand

Anhand der neuesten Daten vom Institut für Mittelstandsforschung [IfM 2004] wurden die mit der Input-Output-Analyse berechneten Umsätze der verschiedenen Branchen auf mittelständische Unternehmen (KMU) und „Großunternehmen“ aufgeteilt. Dabei gehören alle Unternehmen zum Mittelstand, die weniger als 500 Beschäftigte haben und deren Jahresumsatz unter 50 Mio. € liegt. Das Baugewerbe mit seiner außerordentlich hohen Mittelstandsquote von 83 % [IfM 2004, S. 9] spielt dabei eine entscheidende Rolle, da sich der gesamte direkte Investitionseffekt dort niederschlägt. Weil der Anteil mittelständischer Unternehmen in den anderen beteiligten Branchen, z.B. in der chemischen Industrie (Produktion von Dämmstoffen) erheblich niedriger ist (vgl. Tabelle 6 in Anlage 7), liegt auch der Anteil des Mittelstands am Gesamtumsatz der mit den KfW-Krediten verbundenen Investitionen mit 67 % unter diesem Wert. Teilt man die ebenfalls mit der Input-Output-

⁵⁵ Abweichungen in den Summen aufgrund gerundeter Zahlen

Analyse ermittelten Beschäftigungseffekte entsprechend der Umsätze auf, so ergeben sich für den Mittelstand für das Jahr 2006 Beschäftigungsanteile von 32.400 Personenjahren beim direkten Beschäftigungseffekt und 43.500 Personenjahren beim Gesamtbeschäftigungseffekt (vgl. Tabelle 29). In der Realität dürfte der Beschäftigungsanteil der KMU noch etwas höher liegen, weil in KMU der Umsatz pro Beschäftigten niedriger ist als in Großunternehmen. Allerdings gibt es dazu keine konkreten, sektorspezifischen Daten, so dass eine genauere Abschätzung der Beschäftigungswirkungen der hier untersuchten KfW-Kreditprogramme auf Klein- und Mittelstandsunternehmen nicht möglich ist.

	2005	2006
Gesamt-Beschäftigungseffekt	27.000 PJ	65.000 PJ
darunter: Mittelstand	18.100 PJ	43.500 PJ
Prozentanteil Mittelstand	67 %	67 %
Direkter Beschäftigungseffekt	16.000 PJ	39.000 PJ
darunter: Mittelstand	13.300 PJ	32.400 PJ
Prozentanteil Mittelstand	83 %	83 %

Tabelle 29 Beschäftigungseffekte im Mittelstand

8.2.4 Beschäftigungseffekte in Stadt und Land

Die umgangssprachliche Aufteilung der Bundesrepublik in die Kategorien „Stadt“ und „Land“ ist im Bereich der Wissenschaften oder der amtlichen Statistik so nicht zu finden. Am ehesten trifft eine Einteilung des Statistischen Bundesamtes [DESTATIS 2005] diese Differenzierung, verwendet dabei aber drei Kategorien, wie Tabelle 30 zeigt.

Kategorie	Hauptkriterium Bevölkerungsdichte	Bevölkerungsanteil 2003
Städtische Gebiete	Mehr als 500 Einwohner je km ²	48,8 %
Halbstädtische Gebiete	Zwischen 100 und 500 Einwohner je km ²	35,8 %
Ländliche Gebiete	Weniger als 100 Einwohner je km ²	15,4 %

Tabelle 30 Gebietstypologie nach dem Grad der Verstädterung in 2003

Für die konkrete Untersuchung der Verteilung der Beschäftigungseffekte auf diese Gebietstypen wurde eine Datei des Statistischen Bundesamtes verwendet, die sämtliche Gemeinden nach der Bevölkerungsdichte (und zusätzlich nach dem Gebietstyp der Nachbargemeinden) in die o.g. Kategorien einteilt. Nun musste nur noch die Zuordnung der mit dem KfW-Kreditprogramm verbundenen Investitionen auf die Gemeinden erfolgen. Da hierzu die entsprechenden Daten aller Kredite nicht zur Verfügung standen, wurde die vom Auftragnehmer durchgeführte Primärerhebung (geschichtete Zufalls-Stichprobe, siehe Anlage 4) mit Antworten von 1.972 Kreditnehmern der Darlehensjahre 2002 bis 2006 verwendet, wobei die Zuordnung über die Postleitzahl des Investitionsortes erfolgte. Zusätzlich wurden die Antworten auf die Frage „Wo waren die Unternehmen angesiedelt, die mit der Gebäudemodernisierung beauftragt wurden? Wie verteilte sich die Auftragssumme?“ ausgewertet. Dabei ergaben sich schon bezüglich der Verteilung der Investitionssummen interessante Unterschiede zwischen den drei Gebietstypen (vgl. Tabelle 31). Die

Stichprobe mit 1.732 zur Fragestellung auswertbaren Fällen wurde entsprechend der Schichtung getrennt für Investoren mit Krediten bis zu 1 Mio. € (1.701 Fälle) und für Investoren mit einem Kredit von mehr als 1 Mio. € ausgewertet (31 Fälle).

In der Stichprobe mit den *Kreditfällen bis unter 1 Mio. €* wurden in den ländlichen und halbstädtischen Gebieten die Investitionsaufträge fast vollständig (96 % bzw. 97 %) an Unternehmen vergeben, die höchstens 50 km vom Investitionsort entfernt angesiedelt sind. In städtischen Gebieten lag dieser Anteil dagegen mit 87 % etwas niedriger. Der Rest der Aufträge ging an weiter entfernt angesiedelte Unternehmen in Deutschland – das Ausland erhielt keinen signifikanten Anteil an den direkt vom Investor vergebenen Aufträgen. Über Vorlieferungen von Produkten wie z.B. Dämmmaterial oder Heizungskessel oder Unteraufträge an ausländische Handwerker können hier keine Aussagen getroffen werden.

Für die *Kreditfälle mit Krediten ab 1 Mio. €* ist eine Differenzierung nach dem Gebietstyp des Investitionsortes wegen der geringen Fallzahl dieser Fälle in der Stichprobe mit Unsicherheiten behaftet⁵⁶. Auch hier gingen keine Aufträge ins Ausland; der Umsatzanteil der Aufträge an Unternehmen, die höchstens 50 km vom Investitionsort entfernt angesiedelt sind, lag mit 81 % unter den o.g. Werten der Investoren mit niedrigeren Kreditbeträgen. Anscheinend sind Investoren, die wertmäßig größere Aufträge zu vergeben haben, eher bereit (und in der Lage), Arbeiten an weiter entfernt angesiedelte Unternehmen zu vergeben.

Herkunft der Unternehmen, die die Investitionen ausführten	Anteil der Investitionen (Umsätze) des Gebietstyps			
	Kredite bis unter 1 Mio. €			Kredite 1 Mio. € und mehr
	Städtisch	Halbstädtisch	Ländlich	
Anzahl der Fälle der Stichprobe	551	813	337	31
Regionale Unternehmen (bis ca. 50 km vom Ort des Gebäudes entfernt)	87 %	97 %	96 %	81 %
Weiter als 50 km entfernte Unternehmen aus Deutschland	13 %	3 %	4 %	19 %
Unternehmen aus anderen Ländern der Europäischen Union	0 %	0 %	0 %	0 %
Unternehmen aus Ländern außerhalb der Europäischen Union	0 %	0 %	0 %	0 %

Tabelle 31 Gebietstypische Verteilung von Aufträgen

⁵⁶ Bei 28 Kreditfällen der Stichprobe war der Investitionsort „städtisch“, bei 2 „halbstädtisch“ und bei 1 „ländlich“

Die örtliche Verteilung der Investitionsvolumina auf die Gebietstypen konnte relativ einfach geschätzt werden. Für die Ermittlung der Verteilung der Beschäftigungseffekte mussten dagegen etliche Annahmen getroffen werden, da die Gebietstypen regional stark gemischt sind: In 50 km Entfernung vom Investitionsort, z.B. einer städtischen Gemeinde, kann es auch ländliche und halbstädtische Gemeinden geben, in der Unternehmen ihren Sitz haben, die den „regionalen“ Umsatz machen. Da es keine Daten über die Richtung und Stärke der regionalen Geldflüsse gibt und das Projekt keinen Spielraum für diesbezügliche Untersuchungen ließ, mussten verschiedene Plausibilitätsannahmen (vgl. Kapitel 4 in Anlage 7) getroffen werden, die schließlich zu den nachstehenden Ergebnissen führten (vgl. Tabelle 32).

Merkmale/Sachverhalte		Gebietstypen		
		Städtisch	Halbstädtisch	Ländlich
Bevölkerungsverteilung 2003 nach [DESTATIS 2005]	%	49	36	15
		Darlehensfälle 2005		
Investitionen (inkl. 16 % MSwst.) am Investitionsort	Mio. €	770	500	200
	%	52	34	14
Durch die Investitionen ausgelöste Umsätze (inkl. 16 % Mwst.) nach dem Sitz der ausführenden Unternehmen	Mio. €	700	510	260
	%	48	34	18
Beschäftigte nach dem Sitz der ausführenden Unternehmen	PJ	13.500	9.000	4.500
	%	50	33	17
		Darlehensfälle 2006		
Investitionen (inkl. 16 % Mwst.) am Investitionsort	Mio. €	2.000	1.070	460
	%	57	30	13
Durch die Investitionen ausgelöste Umsätze (inkl. 16 % Mwst.) nach dem Sitz der ausführenden Unternehmen	Mio. €	1.790	1.140	600
	%	51	32	17
Beschäftigte nach dem Sitz der ausführenden Unternehmen	PJ	34.000	21.000	10.000
	%	52	32	16

Tabelle 32 Hochrechnung: Beschäftigungseffekte nach Gebietstypen

Bei einem Bevölkerungsanteil von knapp unter 50 % wurden in den Jahren 2005 und 2006 ca. 52 % bzw. 57 % der Energiesparinvestitionen, an denen die KfW-Kredite beteiligt waren, in städtischen Gebieten durchgeführt. Mit einem Anteil von 34 % (2005) bzw. 30 % (2006) am Investitionsvolumen waren die halbstädtischen Gebiete ebenso leicht unterrepräsentiert wie die ländlichen Gebiete mit einem Anteil von 14 % (2005) bzw. 13 % (2006) - bei Bevölkerungsanteilen von 36 % bzw. 15 %.

Aufgrund der starken Mischung von städtischen, halbstädtischen und ländlichen Gebieten führte die über die Gemeindegrenzen hinausgehende Verteilung der Aufträge zur Umsetzung von Energiesparinvestitionen allerdings zu überdurchschnittlichen Beschäftigungseffekten.

fekten im ländlichen Raum, so dass der Anteil der ländlichen Gebiete an den Beschäftigungswirkungen der Energiesparinvestitionen mit 17 % (2005) und 16 % (2006) leicht über dem Bevölkerungsanteil von 15 % lag. Der Beschäftigtenanteil der städtischen Gebiete war mit 50 % (2005) bzw. 52 % (2006) ebenfalls leicht überdurchschnittlich, derjenige der halbstädtischen Gebiete mit 33 % (2005) bzw. 32 % (2006) dagegen unterdurchschnittlich.

Insgesamt lässt sich feststellen, dass die mit den KfW-Krediten verbundenen Energiesparinvestitionen und die dadurch ausgelösten Beschäftigungseffekte in ihrer Verteilung auf städtische, halbstädtische und ländliche Gebiete im Großen und Ganzen der Bevölkerungsverteilung entsprechen, mit einem leichten Plus bei den städtischen und den ländlichen Gebieten und einem leichten Minus bei den halbstädtischen Gebieten.

9 Zusammenfassung

9.1 Einleitung, Ziel + Methodik

Der Schutz des Klimas, die Sicherung der Energieversorgung und sozial tragbare Energiepreise sind zentrale Aufgaben der europäischen und der deutschen Politik. Besonders im Bereich Haushalte / Raumwärme bestehen immer noch große Energiespar- und CO₂-Reduktionspotenziale. Eine zentrale Rolle nimmt dabei die KfW Bankengruppe als Förderbank des Bundes und der Länder ein. Sie fördert seit 1990 die Energieeinsparung und CO₂-Minderung im Gebäudebereich. Seither wurden bei mehr als 2,5 Millionen Wohnungen (1990 bis Ende 2006) zinsgünstige Darlehen für Maßnahmen der Energieeinsparung und CO₂-Reduktion eingesetzt.

Innerhalb der Darlehensprogramme nimmt das KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramm eine Schlüsselstellung ein. Seit 2001 ist es Bestandteil des Nationalen Klimaschutzprogramms. Mit diesem Programm wird die umfangreiche energetische Modernisierung von Gebäuden gefördert. Die aktuellen Konditionen können auf den Internetseiten unter www.kfw.de abgerufen werden; die Tabelle 33 gibt einen Überblick zu den Darlehensfällen der Jahre 2005 und 2006.

	Einheit	2005	2006
Darlehenszusagen	n	24.429	43.451
Betroffene Wohneinheiten	n	70.088	155.404
Betroffene Wohnfläche	m ²	ca. 6,4 Mio.	ca. 13,0 Mio.
Ausgereichtes Kreditvolumen	Mrd. €	ca. 1,1	ca. 3,4
durchschnittliches Kreditvolumen pro Darlehenszusage	T€	ca. 46.900	ca. 77.200
durchschnittliche Zahl der betroffenen Wohnungen pro Darlehenszusage	n	2,87	3,58
durchschnittlich Wohnfläche pro Kreditzusage	m ²	263	298

Tabelle 33 Nutzung des Programms 2005 und 2006

Quelle: nach [KfW 2007]

Mit Hilfe des KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramms wurden 0,06 % (Darlehensfälle 2005) bzw. 0,11 % (Darlehensfälle 2006) der Wohnungen in Wohn- und Nichtwohngebäuden in Deutschland modernisiert.⁵⁷

Um zu ermitteln, welche Effekte aktuell mit dem KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramm verbunden sind, hat die KfW im Herbst 2006 diese Studie in Auftrag gegeben. Sie wurde von der Arbeitsgemeinschaft bremer energie institut, Institut Wohnen und Umwelt und dem Institut für Statistik der Universität Bremen durchgeführt. Die Aufgabe bestand in der Entwicklung eines Modells zur Abschätzung der positiven Effekte, die durch die im KfW-

⁵⁷ 39.362.909 Wohnungen in Deutschland, letzter verfügbarer Stand: 2004, nach [DESTATIS 2006]

CO₂- Gebäudesanierungsprogramm geförderten Modernisierungsvorhaben bewirkt werden, und zwar bezüglich

- CO₂-Reduktion,
- Endenergieeinsparung und
- Beschäftigung.

Zur Abschätzung der CO₂-Reduktions- und Endenergieeinsparungseffekte wurde ein gestuftes Verfahren entwickelt. Dieses wurde so gestaltet, dass es auch bei künftigen Änderungen von Programmbedingungen und künftig anderen Ausgangszuständen der Gebäude (Modernisierungsfortschritt) anwendbar ist. Im Kern wird für Gebäude einer geschichteten Zufallsstichprobe von Darlehensfällen der Endenergiebedarf vor und nach der Modernisierung berechnet und die CO₂-Emission über Emissionsfaktoren der eingesetzten Energieträger abgeschätzt.

Zur Entwicklung des Modells wurde eine geschichtete Stichprobe von knapp 2.000 Darlehensfällen der Jahre 2002 bis 2006 ausgewertet. Die Daten tatsächlicher Förderfälle wurden über eine schriftliche Befragung von Hauseigentümern eingeholt. Dabei wurde der Zustand der Gebäude vor und nach der Modernisierung abgefragt. Die Zuverlässigkeit der Angaben der Hauseigentümer wurde durch eine zweite Stichprobe mittels eines Vor-Ort-Checks durch Energieberater verifiziert.

Letztlich wurde aus der Stichprobe der schriftlichen Befragung auf die Grundgesamtheiten (Darlehensfälle 2005 bzw. Darlehensfälle 2006) hochgerechnet. Dabei wurden die Randbedingungen beachtet, wie sie international für die Abschätzung von Emissionen üblich sind.

Zusätzlich wurden die Beschäftigungseffekte mit Hilfe eines Input-Output-Modells abgeschätzt. Dabei wurde zwischen direkten und indirekten Beschäftigungseffekten⁵⁸ ebenso unterschieden wurde wie nach Bundesländern, Effekten im Mittelstand und in der Verteilung nach Stadt und Land.

Last but not least sei darauf hingewiesen, dass die angewendeten Methodiken dem „State of the Art“ entsprechen, aber dennoch Unsicherheiten aufweisen. Alle Ergebnisse sollten daher als empirisch fundierte Abschätzung verstanden werden.

9.2 Überblick über die durchgeführten Energiesparmaßnahmen

Aus der Auswertung der Stichprobe der schriftlichen Befragung von 671 Darlehensfällen der Jahre 2005 und 2006 ergab sich folgendes:

In den weitaus meisten geförderten Modernisierungsvorhaben wurden Wärmedämmungsmaßnahmen durchgeführt. In den untersuchten Jahren 2005 und 2006 wurde eine Dämmung des Dachs bzw. der Obergeschossdecke in etwa 67 % (2005) bzw. 75 % (2006) der Fälle vorgenommen; bei 60 % bzw. 66 % der Darlehensfälle wurde eine Außenwanddämmung und bei jeweils knapp 50 % eine Dämmung der Kellerdecke bzw. des Erdgeschossbodens durchgeführt. Die verwendeten Dämmstoffstärken lagen im Durchschnitt um ca. 40 bis 60 % über den Anforderungen der EnEV für Wärmeschutzmaßnahmen im Bestand.

⁵⁸ Direkt: Beschäftigungseffekte bei den direkt vom Investor beauftragten Unternehmen; indirekte Beschäftigungseffekte: Folge-Effekte bei weiteren Unternehmen

In mehr als 70 % der Fälle wurden Erneuerungsmaßnahmen bei den Fenstern durchgeführt. Während vor der Modernisierung noch bei knapp 25 % aller Darlehensfälle der Stichprobe Ein-Scheiben-Verglasungen und bei mehr als 60 % 2-Scheiben-Isolierverglasung vorlag, reduzieren sich die entsprechenden Anteile nach der Modernisierung auf ca. 3 % bzw. knapp 30 % (Durchschnitt aller Förderfälle, jeweils ähnliche Werte für beide Jahre 2005 und 2006). Es dominiert nun die Zwei-Scheiben-Wärmeschutzverglasung mit ca. 60 %, und auch der Anteil von Drei-Scheiben-Wärmeschutzverglasungen ist mit knapp 10 % beachtlich.

Eine Erneuerung des Haupt-Wärmeerzeugers der Heizung wurde 2005/2006 in rund drei Viertel der Darlehensfälle der Stichprobe durchgeführt. Dabei wurden die – aufgrund ihrer hohen spezifischen CO₂-Emissionen besonders klimaschädlichen - Kohleheizungen und elektrischen Direktheizungen stark zurückgedrängt. Auch der Anteil von Ölheizungen nahm deutlich ab. Wenn Ofenheizungen vorlagen, wurden diese zumeist auf zentrale Heizsysteme umgestellt.

Der zumeist eingebaute neue Wärmeerzeuger ist ein Erdgas-Brennwertkessel. Sehr hoch ist auch der Anteil der Biomasse-Heizkessel, die in etwa einem Drittel der Fälle installiert wurden. Nennenswerte Anteile kommen auch der elektrischen Wärmepumpe zu. Bei etwa 30 % der Gebäude wurden im Zuge der Modernisierung thermische Solaranlagen eingebaut, und zwar jeweils ungefähr zur Hälfte Anlagen mit bzw. ohne Heizungsunterstützung.

Durch die Förderung wurde auch eine verstärkte Anwendung der Kraft-Wärme-Kopplung unterstützt. Insbesondere im Bereich der geförderten Mehrfamilienhäuser ist ein deutlicher Zuwachs des Anteils von Nah-/Fernwärmeheizungen zu verzeichnen. Daneben fand auch in relevantem Umfang ein Einbau von Blockheizkraftwerken direkt in den Gebäuden statt.

9.3 CO₂-Reduktion und Endenergieeinsparung

Nach dem neuesten Nationalen Inventarbericht [NIR 2007] betragen die in CO₂-Äquivalente umgerechneten Emissionen der sechs Kyoto-Treibhausgase in Deutschland im Jahre 2005 (letztes verfügbares Jahr) 1.001,895 Mio. Tonnen.⁵⁹ Das nationale Ziel für Deutschland beträgt 973,6 Mio. Tonnen im Durchschnitt der Jahre 2008 bis 2012.

Gesamt-Emissionsreduktion: Durch die im Rahmen des KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramm geförderten Modernisierungsvorhaben an Wohngebäuden wird bei den Darlehensfällen des Jahres 2005 eine Gesamt- CO₂-Minderung von rund 340.000 Tonnen pro Jahr erreicht. Bei den Darlehensfällen des Jahres 2006 beläuft sich diese Reduktion auf rund 700.000 Tonnen pro Jahr. Diese Angaben beziehen sich auf äquivalente CO₂-Emissionen der bei der Beheizung und Warmwasserversorgung der Gebäude entstehenden Treibhausgase unter Berücksichtigung der Vorketten für die Gewinnung, den Transport und die Umwandlung der Energieträger (inkl. Ausland). Bezogen auf die Wohnfläche ergeben sich für die Jahre 2005 und 2006 vergleichbare Werte: Vor der Modernisierung betragen die spezifischen CO₂-Emissionen der Gebäude ca. 97 kg/(m²a), nach der Modernisierung sind es etwa 38 kg/(m²a) (CO₂-Äquivalente, inkl. Vorketten). Die relative

⁵⁹ Ohne CO₂ aus LULUCF (internationale Bezeichnung für Landnutzung, Landnutzungsänderung, Forstwirtschaft)

Treibhausgas-Emissionsminderung durch Energieeinsparung und Energieträgerwechsel im Rahmen des KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramms beträgt hier also rund 60 %.

Die Tabelle 34 stellt die Emissionsminderungen zusammenfassend dar. Die hochgerechneten Werte haben den Charakter einer empirisch fundierten Abschätzung und sind daher mit einem gewissen Fehler behaftet. Dieser Fehler besteht aus mehreren Anteilen, zu denen der Stichprobenfehler gehört, welcher in grober Näherung in der Größenordnung von bis zu 10 % der angegebenen Werte anzusetzen ist.

	Darlehensfälle des Jahres 2005 (Tonnen pro Jahr)	Darlehensfälle des Jahres 2006 (Tonnen pro Jahr)
Gesamt CO ₂ -Reduktion (einschließlich umgerechneter Wirkung anderer Treibhausgase und Vorketten)	ca. 340.000	ca. 700.000
davon im Haushaltssektor (nur reines CO ₂)	ca. 245.000	ca. 510.000
davon im Emissionshandels- sektor (nur reines CO ₂)	ca. 60.000	ca. 115.000

Tabelle 34 Emissionsminderung der Darlehensfälle 2005 und 2006 gegenüber Zustand vor Modernisierung

Die Abbildung 22 zeigt, wie sich die Gesamt- CO₂-Emissionen-Reduktionen bis zum Jahre 2012 gegenüber 2005 entwickeln würden. Dabei wird für die Jahre 2007 bis 2011 davon ausgegangen, dass jährlich die gleiche Gesamt- CO₂-Reduktion⁶⁰ erreicht wird wie 2006, ferner, dass die mit den Darlehen finanzierten Investitionen erst im Folgejahr eine reduzierende Wirkung entfalten. Unter diesen Voraussetzungen würden die Darlehensfälle der Jahre 2005 bis 2011 des KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramms im Durchschnitt der Jahre Anfang 2008 bis Ende 2012 zu einer Gesamt-CO₂-Minderung von ca. 3,1 Mio. Tonnen führen. Die tatsächliche künftige Entwicklung hängt allerdings von vielen Faktoren ab wie z.B. den tatsächlich zur Verfügung gestellten Haushaltsmitteln, der Inanspruchnahme der Darlehen und technischen Förderbedingungen. Das Monitoring des KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramms in den Jahren 2007 bis 2009 wird die Zahlen aktualisieren.

⁶⁰ Das e im Index steht für die international übliche Kennzeichnung für „equivalent“

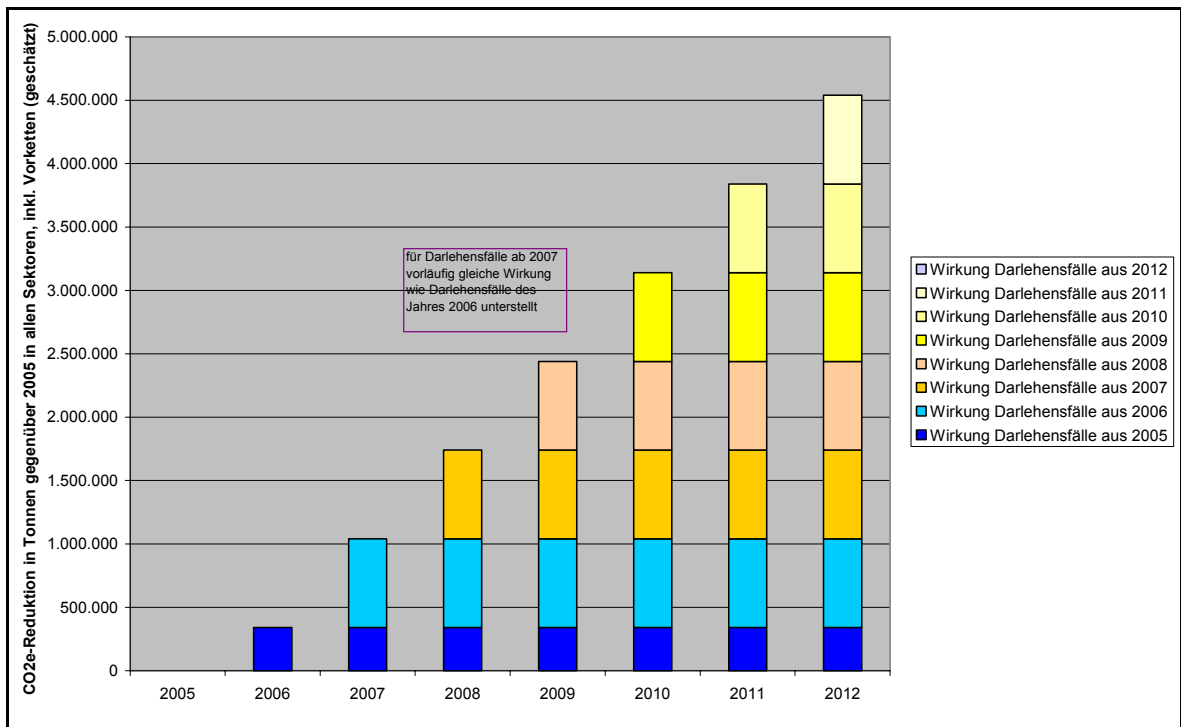


Abbildung 22 Gesamt-CO₂-Reduktion in allen Sektoren 2005 bis 2012 gegenüber 2005 durch Investitionen, an deren Finanzierung das KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramm maßgeblich beteiligt ist

Gesamt - CO₂-Reduktion durch Darlehensfälle 2007 bis 2011 prognostiziert auf Basis der Darlehensfälle der Jahre 2005 und 2006

Reduktion reiner CO₂-Emissionen im Haushaltssektor: Betrachtet man nur den Haushaltssektor (d.h. die Vor-Ort-Emissionen ohne Vorketten, beispielsweise auch ohne die Emissionen bei der Erzeugung von elektrischer Energie für Stromheizungen) und außerdem nur die reinen CO₂-Emissionen (ohne Äquivalente anderer Treibhausgase), so ergibt sich eine CO₂-Reduktion von etwa 245.000 Tonnen pro Jahr für die Förderfälle des Jahres 2005 und eine CO₂-Reduktion von etwa 510.000 Tonnen pro Jahr für die Förderfälle des Jahres 2006.

Reduktion von CO₂-Emissionen im Sektor Emissionshandel: Durch die geförderten Modernisierungsvorhaben wird auch im Sektor „Emissionshandel“ eine Reduktion der Kohlendioxidemissionen erreicht. Durch Energieeinsparungen in den Gebäuden und Energieträgerumstellungen werden in den Kraftwerken, Heizkraftwerken und Heizwerken in der Summe CO₂-Emissionen (ohne Äquivalente anderer Treibhausgase) von 60.000 Tonnen CO₂/a (Darlehensfälle 2005) bzw. 115.000 Tonnen CO₂/a (Darlehensfälle 2006) eingespart. Die geförderten Gebäudemodernisierungen tragen also auch zur Einhaltung der Emissionsminderungsziele in dem durch handelbare Emissionszertifikate regulierten Sektor des Emissionshandels bei.

Endenergieeinsparung: Die durch die geförderten Modernisierungsvorhaben erreichte Endenergieeinsparung wurde abgeschätzt

- bei den Darlehensfällen des Jahres 2005 auf ca. 670 Mio. kWh/a,
- bei den Darlehensfällen des Jahres 2006 Fällen auf ca. 1,52 Mrd. kWh/a.

Diese Werte verteilen sich unterschiedlich auf die jeweiligen Energieträger: Bei den „klassischen“ Energieträgern Kohle, Heizöl, Erdgas und Strom zeigt sich ein deutlicher Rückgang, während der Einsatz der klimafreundlicheren Energieträger Biomasse und Fernwärme zunimmt. Kohleheizungen wurden bei den geförderten Modernisierungen weitgehend verdrängt.

Im Fall der (auch unter dem Aspekt der Versorgungssicherheit diskutierten) Energieträger Heizöl und Erdgas wurde in den 2005 und 2006 geförderten Vorhaben eine Einsparung von 1,7 Mrd. kWh/a Heizöl (rund 170 Mio. Liter/a) bzw. 390 Mio. kWh/a Erdgas (rund 39 Mio. m³/a) erreicht.

Die Endenergieeinsparung von 670 Mio. kWh/a der Darlehensfälle des Jahres 2005 und die ca. 1,52 Mrd. kWh der Darlehensfälle des Jahres 2006 entsprechen rund 0,11 % bzw. 0,25 % des Endenergieverbrauchs der privaten Haushalte in Deutschland für Raumwärme und Warmwasser im Jahr 2005.⁶¹

9.4 Beschäftigungseffekte

Die mit den im KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramm geförderten Modernisierungsvorhaben verbundenen Beschäftigungseffekte waren beachtlich. Sie betragen für das Jahr 2005 etwa 27.000 Personenjahre und für das Jahr 2006 rund 65.000 Personenjahre. Die Verteilung auf die Bundesländer sieht die bevölkerungsreichen Länder Baden-Württemberg, Bayern und Nordrhein-Westfalen vorne mit jeweils mehr als 5.000 Personenjahren im Jahr 2005 und mit rund 12.000 Personenjahren oder mehr (13.600 PJ in NRW) im Jahr 2006. Rund 67 % der Beschäftigungseffekte sichern oder schaffen Arbeitsplätze im Mittelstand: Das waren rund 18.100 Personenjahre in 2005 und rund 43.500 Personenjahre in 2006. Die durchschnittliche Mittelstandsquote von 67 % wird vom Baugewerbe mit 83 % weit übertroffen. In etwa der Verteilung der Bevölkerung entsprechend sind die größten Anteile der Beschäftigungseffekte mit rund 50 % (2005) und 52 % (2006) in städtischen Gebieten zu finden. In 2006 waren dies rund 34.000 neu geschaffene oder gesicherte Arbeitsplätze. Für die ländlichen Gebiete wurden die Beschäftigungswirkungen 2006 auf rund 10.000 Personenjahre und für die halbstädtischen Gebiete auf rund 21.000 Personenjahre geschätzt.

Die Abbildung 23 zeigt die Beschäftigungseffekte (gesamt und direkt) der mit dem KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramm in den Jahren 2005 und 2006 finanzierten Investitionen, die Abbildung 24 die Verteilung der Beschäftigungswirkungen des Kreditprogramms des Jahres 2006 auf die Bundesländer.

⁶¹ Nach [BMWl 2007] betrug der Endenergieverbrauch der privaten Haushalte für Raumwärme und Warmwasser (ohne Vorräte) 2.174,6 Petajoule, entsprechend 604.538.800.000 kWh.

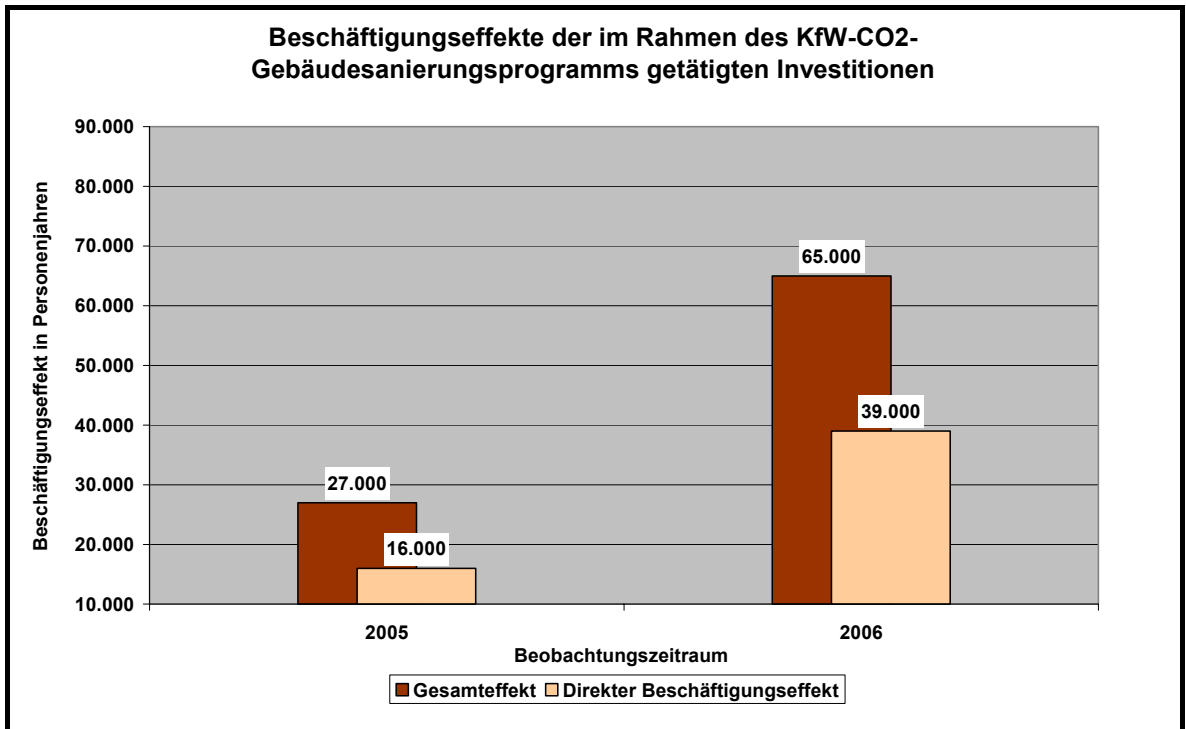


Abbildung 23 Gesamtbeschäftigungseffekte in Personenjahren

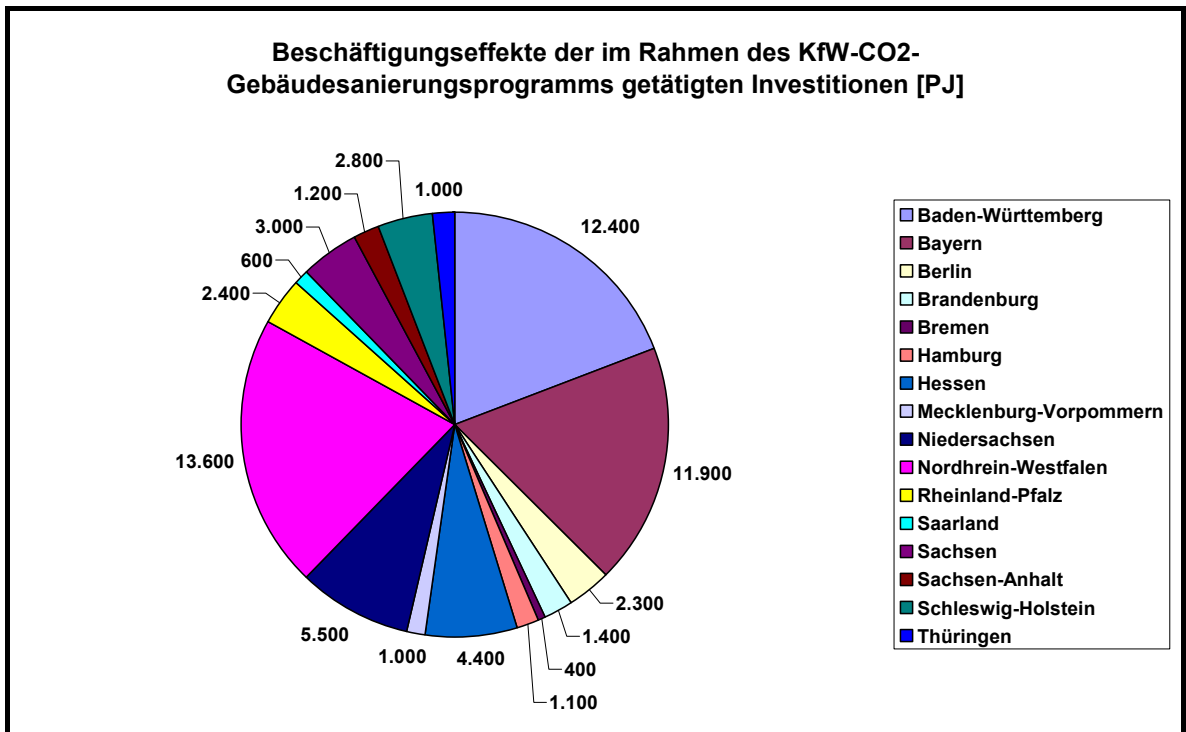


Abbildung 24 Beschäftigungseffekte 2006 aufgeteilt nach Bundesländern

10 Definitionen

Fall bzw. Fälle	Mit „Fall“ wird bei der Auswertung der schriftlichen Befragung und des Vor-Ort-Checks die Menge der Daten bezeichnet, die zu einem Hauseigentümer bzw. Gebäude gehört.
Prozentzahlen	<p>Die Prozentzahlen, die bei der Auswertung der schriftlichen Befragung und des Vor-Ort-Checks angegeben werden, beziehen sich auf Summe der Fälle der jeweiligen bereinigten Netto-Stichprobe, soweit im Einzelfall nichts anderes angegeben wurde. Gaben Befragte zu Fragen des Fragebogens keine Antworten, so werden diese als „keine Angabe“ mitgezählt. Beispiel: Sind Sie männlich oder weiblich? Größe der bereinigten Stichprobe $n = 100$. Ja-Antworten 34 (=34 %), nein-Antworten = 56 (=56 %), keine Angabe = 10 (10 %).</p> <p>In Ausnahmen sind die Prozentzahlen auf Teilmengen der Grundgesamtheit bezogen. Dies wird jedoch extra erwähnt, und wenn sinnvoll, zusätzlich die Prozentzahl bezogen auf die Größe der bereinigten Stichprobe angegeben.</p>
Personenjahr (PJ)	1 Personenjahr = Beschäftigung einer Person ein Jahr lang mit der durchschnittlichen wöchentlichen Arbeitszeit der jeweiligen Branche

11 Literaturverzeichnis

- [AGFW 2004] Hauptbericht der Fernwärmeversorgung 2003. Hrsg.: Arbeitsgemeinschaft für Wärme und Heizkraftwirtschaft - AGFW- e.V. Frankfurt. 2004.
- [Betz et al. 2005] Betz, R. Rogge, K. Flexible Instrumente im Klimaschutz. Hrsg.: Umweltministerium Baden-Württemberg. Stuttgart. 2005.
- [Bleses 2007] Bleses, P.. Input-Output-Rechnung. In: Wirtschaft und Statistik 1/2007. Hrsg. Statistisches Bundesamt. Wiesbaden. 2007. S. 86-96.
- [BMU 2005] Emissionshandel. Mehr Klimaschutz durch Wettbewerb. Hrsg.: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Berlin. 2005.
- [BMU 2007] pers. Mitteilung des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. 2007.
- [BMU 2007b] Die Durchführung von JI-Projekten . Hrsg.: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Homepage vom 20.6.2007. www.jiko-bmu.de/service/durchfuehrung_projekte/ji/doc/print/63.php
- [BMW 2007a] Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie. Energiestatistiken, Endenergieverbrauch nach Anwendungsbereichen vom 25.4.2007. Homepage-Stand vom 4.6.2007. <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/Binaer/Energiedaten/energiegewinnung-und-energieverbrauch5-eev-nach-anwendungsbereichen.property=blob.bereich=bmwi.sprache=de.rwb=true.xls>
- [BMW 2007b] Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie. Energiestatistiken, Zahlen und Fakten. Energiedaten. Nationale und Internationale Entwicklung. Bearbeitungsstand vom 20.4.2007. Homepage vom 20.6.2007. <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/Binaer/energie-daten-ge-samt.property=blob.bereich=bmwi.sprache=de.rwb=true.xls>, Arbeitsblatt 9.
- [DESTATIS 2005] „Rund 15% der Bevölkerung Deutschlands leben auf dem Land“. Statistisches Bundesamt. Pressemitteilung vom 30. Mai 2005. Wiesbaden. 2005.
- [DESTATIS 2006] Statistisches Jahrbuch 2006. Hrsg.: Statistisches Bundesamt.. Wiesbaden. 2006
- [Diefenbach 2005] Diefenbach, N. Enseling, A. Loga, T. (Institut Wohnen und Umwelt, Darmstadt), Hertle, H. Jahn, D. Duscha, M. (ifeu-Institut, Heidelberg), Beiträge der EnEV und des KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramms zum Nationalen Klimaschutzprogramm, Endbericht Juli 2005. Institut Wohnen und Umwelt. Darmstadt. 2006.

- [EPHW] Loga, T., Imkeller-Benjes, U. Energiepass Heizung / Warmwasser - Energetische Qualität von Baukörper und Heizungssystem; IWU, Darmstadt 1997
- [Gabriel 2007] Bundesumweltminister Gabriel. „8-Punkte-Plan“: Regierungserklärung zur Senkung der Treibhausgas-Emissionen um 40 % bis 2020 vor dem Deutschen Bundestag vom 26.4.2007. Download unter http://www.bmu.de/reden/bundesumweltminister_sigmar_gabriel/doc/39239.php
- [Gruber et al. 2005] Gruber, E. Mannsbart, W. (Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung, ISI); Erhorn, H. Erhorn-Kluttig, H. (Fraunhofer-Institut für Bauphysik, IBP); Brohmann, B. Rausch, L. Hünecke, K. (Öko-Institut e.V. – Institut für angewandte Ökologie). Energiepass für Gebäude – Evaluation des Feldversuchs. Schlussbericht an die Deutsche Energie-Agentur. Karlsruhe. 2005.
- [Hake et al 1999] Hake, J.-Fr. Kleemann, M. Kolb, G. Klimaschutz durch energetische Sanierung von Gebäuden. Band 1. Hrsg.: Forschungszentrum Jülich, Programmgruppe STE. Reihe Umwelt. Band 21. Jülich. 1999.
- [IfM 2004] Günterberg, B. Kayser, G. SMEs in Germany, Facts and Figures 2004. IfM-Materialien Nr. 161. Institut für Mittelstandsforschung. Bonn. 2004.
- [IWU 2003] Deutsche Gebäudetypologie – Systematik und Datensätze. Stand: Dezember 2003. Hrsg.: Institut Wohnen und Umwelt. Darmstadt. 2003. www.iwu.de
- [KfW 2007] KfW. Kreditvolumen und Investitionsvolumen im KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramm 2005 und 2006. Tabellarische Auswertung für das Bremer Energie Institut. Frankfurt. März 2007.
- [Kleemann et al. 1999] Kleemann, M., Kuckshinrichs, W. Heckler, R. CO₂-Reduktion und Beschäftigungseffekte im Wohnungssektor durch das CO₂-Minderungsprogramm der KfW. Hrsg.: Forschungszentrum Jülich, Programmgruppe STE. Reihe Umwelt. Band 17. Jülich. 1999.
- [Kleemann et al. 2003a] Kleemann, M, Heckler, R., Kraft, A. Kuckshinrichs, W. Klimaschutz und Beschäftigung durch das KfW-Programm zur CO₂-Minderung und das KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramm. Hrsg.: Forschungszentrum Jülich, Programmgruppe STE. Reihe Umwelt. Band 34. Jülich. 2003.
- [Kleemann et al. 2003b] Kleemann, M, Heckler, R., Kraft, A. Kuckshinrichs, W. Klimaschutz und Beschäftigung durch das KfW-Programm zur CO₂-Minderung und das KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramm – Kurzfassung. Hrsg.: Forschungszentrum Jülich, Programmgruppe STE. Jülich. 2003.

- [Kleemann et al. 2005] Kleemann, M., Hansen, P. Evaluierung der CO₂-Minderungsmaßnahmen im Gebäudebereich. Langfassung des Endberichts. Hrsg.: Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung. BBR-Online-Publikation. Bonn. 2005.
- [Knissel et al. 2006] Knissel, J. Roland, A. Born, R. Loga, T. Müller, K. Stercz, V. Vereinfachte Ermittlung von Primärenergiekennwerten – zur Bewertung der wärmetechnischen Beschaffenheit in ökologischen Mietspiegeln. Hrsg.: Institut Wohnen und Umwelt. Darmstadt. 2006.
- [KVEP 2005] Loga, T. Diefenbach, N. Knissel, J. Born, R. Entwicklung eines vereinfachten, statistisch abgesicherten Verfahrens zur Erhebung von Gebäudedaten für die Erstellung des Energieprofils von Gebäuden. Kurztitel „Kurzverfahren Energieprofil“. Forschungsarbeit gefördert durch das Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung. IWU. Darmstadt. 2005.
- [LEG] Leitfaden Energiebewusste Gebäudeplanung. Hrsg.: Hessisches Umweltministerium. Wiesbaden. 1989, 1993, 1995 und 1999.
- [Loga et al 2003] Loga, T. Großklos, M. Knissel, J. Der Einfluss des Gebäudestandards und des Nutzerverhaltens auf die Heizkosten – Konsequenzen für die verbrauchsabhängige Abrechnung. Eine Untersuchung im Auftrag der Viterra Energy Services AG. Essen. IWU. Darmstadt. 2003.
- [Loga 2003b] Loga, T.: Heizgrenztemperaturen für Gebäude unterschiedlicher energetischer Standards. In: Bauphysik 25 (2003) Heft 1.
- [Loga et al 2005] Loga, T. Diefenbach, N. Knissel, J. Born, R. (Institut Wohnen und Umwelt, Darmstadt), Kurzverfahren Energieprofil. Fraunhofer IRB Verlag. Stuttgart. 2005.
- [Matthäus-Maier 2006] Matthäus-Maier, I. Die KfW-Programme zum Umwelt- und Klimaschutz im Gebäudebereich. In: Energieeffizienz in Gebäuden – Jahrbuch 2006. Berlin. 2006. S. 77-88.
- [NAP II 2006] Nationaler Allokationsplan 2008-2012 für die Bundesrepublik Deutschland. Hrsg.: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Berlin. 2006. Bekannt gemacht am 21.7.2006 im Bundesanzeiger.
- [NIR 2007] Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen 2007. Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 – 2005. Hrsg.: Umweltbundesamt. Dessau. April 2007.
- [NKP 2005] Nationales Klimaschutzprogramm der Bundesregierung vom 13.7.2005. Quelle: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Download <http://www.bmu.de/klimaschutz/downloads/doc/35742.php> vom 18.10.2005.

- [ProMechG 2005] „Gesetz über projektbezogene Mechanismen nach dem Protokoll von Kyoto zum Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen vom 11. Dezember 1997“ – Projekt-Mechanismen-Gesetz, BGBl. I Nr. 69 vom 29.09.2005.
- [TEHG 2004] Gesetz zur Umsetzung der Richtlinie 2003/87/EG über ein System für den Handel mit Treibhausgasemissionszertifikaten vom 8.7.2004. In: BGBl. I 2004, 1578.
- [UBA 2003] Hrsg.: Umweltbundesamt
<http://www.bmu.de/klimaschutz/doc/print/6235.php>. Erstellungsdatum 2003.
- [UNFCCC] United Nations Framework Convention on Climate Change, Stand vom 30.5.2007.
http://unfccc.int/files/kyoto_protocol/background/status_of_ratification/application/pdf/kp_ratification.pdf
- [UNFCCC 2004] NN. Meeting eligibility requirements. United Nations Framework Convention on Climate Change. Session 4 First UNFCCC workshop on implementation of Article 6 projects under the Kyoto Protocol. Moscow 26-27 May 2004.
www.unfccc.int.
- [Verordnung 3696/93] Verordnung (EWG) Nr. 3696/93 des Rates vom 29. Oktober 1993 betreffend die statistische Güterklassifikation in Verbindung mit den Wirtschaftszweigen in der Europäischen Wirtschaftsgemeinschaft. Statistisches Bundesamt. Wiesbaden. 2005.
- [VGR 2007] Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung (VGR) des Bundes - Input-Output-Rechnung. Statistisches Bundesamt. Fachserie 18 Reihe 2 – 2002. Wiesbaden. Februar 2007.
- [ZuG 2007] Gesetz über den nationalen Zuteilungsplan für Treibhausgas-Emissionsberechtigungen in der Zuteilungsperiode 2005 bis 2007 vom 26.8.2004. In: Bundesgesetzblatt I 2004 Nr. 45 vom 30.8.2004.
- [ZuG 2012] Gesetz zur Änderung der Rechtsgrundlagen zum Emissionshandel im Hinblick auf die Zuteilungsperiode 2008 bis 2012. Beschluss des Deutschen Bundestags vom 22.6.2007 (vorbehaltlich der Unterzeichnung durch den Bundespräsidenten und Veröffentlichung im Bundesgesetzblatt; zum Zeitpunkt der Anfertigung des Gutachtens noch nicht erfolgt)

Aktualisierung der Maßnahmenpakete

Betrachtungszeitraum: August 2001 bis September 2006

Die folgende Tabelle zeigt den Monat und das Jahr einer Aktualisierung des Zugschnitts von Maßnahmenpaketen durch die KfW, das Mindestbaujahr förderfähiger Gebäude sowie das erforderliche Mindest-Bündel an Maßnahmen in einem Maßnahmenpaket bzw. die mindestens zu erreichende CO₂-Reduktion.

Für jedes Maßnahmenpaket gab es Anforderungen, z.B. an die Mindest-Dämmstärke.

Aktualisierung ab:	förderfähige Gebäude mit Baujahr	MP 0	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4	MP 5	MP 6
08/2001	vor 1978	-	Erneuerung Heizung Wärmedämmung Dach Wärmedämmung Außenwände	Erneuerung Heizung Wärmedämmung Dach Wärmedämmung Kellerdecke ¹⁾ Fenstererneuerung	Erneuerung Heizung Umstellung des Energieträgers Fenstererneuerung	Maßnahmen, die in Summe zu mindestens 40 kg/m ² CO ₂ -Einsparung führen	-	-
01/2003	s.o.	Wärmedämmung Außenwände Wärmedämmung Dach Wärmedämmung Kellerdecke ¹⁾ Fenstererneuerung	s.o.	s.o.	Ergänzung: Anforderungen der EnEV (vom 16.11.2001) einhalten	s.o.	-	-
05/2003	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	Ergänzung: Bei 30 bzw. 35 kg/m ² CO ₂ -Einsparung geringere Förderung möglich	Austausch Ofenheizung oder Einbau Brennwärtekessel und Solaranlage	Errichtung oder Erwerb „KfW Energiesparhäuser 40“
01/2005	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	Paket entfällt
02/2006	vor 1983	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	Änderung: Einsparung unter 40 kg/m ² CO ₂ : KfW-Programm „Wohnraum modernisieren“	Paket entfällt	-

¹⁾: statt WD Kellerdecke auch WD erdberührter Bauteile möglich

Die folgende Tabelle zeigt für zwei wichtige Bauteile, wie im Laufe der Jahre die Anforderungen des KfW-Gebäudesanierungsprogramms an die Dämmstärke bzw. die Wärmeleitfähigkeitsgruppe (WLG) verändert wurden.

	Wärmeleitfähigkeitsgruppe	025	030	035	040	045	050	Gültigkeit
Außenwände	Dämmstoffdicke [cm]	12	12	12	12	nicht förderfähig		ab 08/2001
		7	9	10	12	14	16	ab 02/2002 bis 10/2004
		9	11	12	14	16	18	ab 11.2004 (letzte untersuchte Fassung: 09/2006)
Kellerdecken	Dämmstoffdicke [cm]	8	8	8	8	nicht förderfähig		ab 08/2001
		5	6	7	8	9	10	ab 02/2002 (letzte untersuchte Fassung: 09/2006)

Details der Methodik des Vor-Ort-Checks

Die Tabelle dokumentiert stichwortartig die relevanten Informationen nach DIN 77500.

Auftraggeber der Untersuchung	KfW Bankengruppe
Auftragnehmer	Arbeitsgemeinschaft aus bremer energie institut, Institut Wohnen und Umwelt (IWU) und Inst. f. Statistik der Universität Bremen. Federführung: bremer energie institut.
Aufgabenstellung	Der „Vor-Ort-Check“ ist ein Baustein zur Ermittlung von Effekten des KfW-CO ₂ -Gebäudesanierungsprogramms. Er dient dazu, die Methodik der Abschätzung von Endenergieeinsparung und CO ₂ -Reduktion zu verbessern.
Zielgruppe der Ergebnisse des Vor-Ort-Checks	Die o.a. Arbeitsgemeinschaft.
Zielgruppe der Ergebnisse der Gesamtuntersuchung	KfW Bankengruppe. Politik-Entscheider.
Untersuchungsgegenstand	Gebäude bzw. Hauseigentümer, die in den Jahren 2001 bis 2006 für die Modernisierung ihres/ihrer Gebäude ein Darlehen der KfW Bankengruppe aus dem KfW-CO ₂ -Gebäudesanierungsprogramm erhielten.
Stichprobenmethode und Stichprobengröße	<p>Geschichtete Zufallsauswahl aus Darlehensnehmern aus allen Bundesländern. Vorgehensweise bei der Ziehung der Stichprobe (zum ersten Schritt siehe auch unterhalb der Tabelle):</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1.826 Darlehensnehmer wurden von der KfW Bankengruppe angeschrieben und um ihr Einverständnis zum Vor-Ort-Check und zur Datenweitergabe gebeten. Zielgröße war es, 200 Einwilligungserklärungen zu erhalten. - 209 Hauseigentümer äußerten innerhalb der gesetzten Frist ihre Bereitschaft zum Mitmachen (weitere 46 unter Überschreitung der Frist). 12 davon stimmten nicht mit organisatorischen Erfordernissen überein (Investitionsort abgelegten, Baumaßnahme noch nicht durchgeführt). - Die untersuchungsrelevanten Daten von 197 untersuchungsbereiten Hauseigentümern wurden den Energieberatern zwecks Terminabsprache und Durchführung des Checks zugeleitet. - Bei 170 Gebäuden konnte der Check tatsächlich durchgeführt werden (=Netto-Stichprobe). Zielgröße war 150. Gründe für das Nicht-Zustandekommen des Checks waren z.B. Urlaub und Krankheit des Hauseigentümers oder Gebäudeenergieberaters, nicht zustande gekommene Besichtigungstermine auf Grund großer Entfernung zwischen Investitionsobjekt und Wohnort des Hauseigentümers. - 3 Fälle wurden ausgeschlossen, so dass eine bereinigte Netto-Stichprobe von 167 Fällen verbleibt. Zwei ausgeschlossene Fälle betrafen Gebäude mit Antragsjahr I/2006; bei diesen

	zeigte sich erst während der Besichtigung, dass die Modernisierung bei weitem noch nicht abgeschlossen war. Beim dritten ausgeschlossenen Fall erreichten uns die Daten zu spät.
Untersuchungszeitraum	Die Begehungen wurde im I. Quartal 2007 vorgenommen.
Erhebungsverfahren	Erhebung relevanter Daten aus: <ul style="list-style-type: none"> - Kreditantrag (vorgesehene Maßnahmen), - Sichtkontrolle durch selbständige Handwerksmeister des Schornstiefegerhandwerks mit Zusatzausbildung zum „Gebäudeenergieberater im Handwerk (HWK)“, soweit sie Technische Landesinnungswarte, Technische Innungswarte, Innungs-Obermeister oder von diesen benannte Vertreter mit entsprechender Qualifikation sind, - Einblick in Rechnungen und Lieferscheine durch die Gebäudeenergieberater, - Aktenlage laut Kehrbuch Bezirksschornstiefegermeister, - Fragebogen an Hauseigentümer.
Stichproben-Ausschöpfung	167 von 197 = 85 %
Art und Höhe eventuell gewährte Incentivs	Keine.
Anzahl eingesetzter Interviewer (hier: Gebäudeenergieberater)	32
Methode und Ergebnis der Interviewer-Kontrollen	Durch Vorauswahl der Gebäudeenergieberater sowie Plausibilitätskontrollen der Erhebungsbögen.
Fragebogen	Erhebungsbogen „Begehungsprotokoll“ siehe Anlage 3. Fragebogen Hauseigentümer identisch mit Anlage 5.
Angewandte Gewichtungsverfahren	Keine.

Vorgehensweise bei der Ermittlung der Hauseigentümer bzw. Gebäude für den Vor-Ort-Check:

1. Selektion aller Darlehen im KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramm für die Zeiträume 2002, 2003, 2004, 1. Quartal 2005 und 1. Quartal 2006, deren PLZ des Investitionsortes mit den angegebenen Kehrbezirken übereinstimmen.

Darlehen, bei denen der Geschäftspartner einer Auswertung seiner Daten bereits im Darlehensantrag nicht zugestimmt hatte, werden ausgeschlossen.

= Datei A₁

2. Aus Datei A₁ werden alle Darlehen mit den Verwendungszwecken: Bau Passivhaus, Bau Energiesparhaus 40 oder Bau Energiesparhaus 60 ausgeschlossen. Geschäftspartner mit zusätzlichen Verwendungszwecken bleiben bestehen (d.h. z.B. ein Geschäftspartner hat ein Darlehen für den Bau eines Energiesparhauses 40 und ein weiteres Darlehen für Sanierungsmaßnahmen erhalten).

= Datei A₂

Anlage 2

3. Zu den ermittelten Darlehen wird abgefragt, ob eine Bestätigung zum Antrag in eingescannter Form vorliegt, damit diese später dem Schornsteinfeger zur Verfügung gestellt werden kann.

= Datei A₃

4. Die einzelnen Darlehen werden auf den Kreditnehmer reduziert. Dabei wird ausgeschlossen, dass die bereits befragten Adressen aus der Fragebogenversendung (Datei C) nochmals angeschrieben werden (ausgenommen sind Kreditnehmer mit einem Investitionsvolumen von über 1 Mio. EUR. Diese bleiben in der Datei B weiterhin bestehen).

Datei A₃ – Datei C = Datei B

5. Für die Kreditnehmer mit Investitionsort Hamburg oder Berlin gilt folgende Regelung:

Kreditnehmer mit einem Investitionsvolumen von über 1 Mio. EUR werden auf jeden Fall angeschrieben. Die restlichen Kreditnehmer werden per Zufallsvariable ausgewählt, so dass insgesamt eine Anzahl von jeweils 20 % der Kreditnehmer in diesen Orten befragt werden.

Die Vorgehensweise bei der Durchführung des Vor-Ort-Checks

Der Vor-Ort-Check wurde aus rein wissenschaftlichen Gründen geplant und nicht deshalb, weil bei einzelnen Darlehensnehmern Verdachtsmomente auf Mittelmissbrauch vorlagen. Aus Gründen der Vertragsbeziehung KfW Bankengruppe – Hausbank – Hauseigentümer und des Datenschutzes mussten zunächst Darlehensnehmer gefunden werden, die ihr Gebäude, ihre Darlehensunterlagen und Rechnungen für einen Vor-Ort-Check zur Verfügung stellen.

Auf die in der obigen Tabelle und im vorangegangenen Abschnitt beschriebene Weise wurde eine Gruppe von Darlehensnehmern gebildet, die von der KfW Bankengruppe schriftlich um ihr Einverständnis für einen Vor-Ort-Check gebeten wurden. Zu diesen „Vor-Ort-Check-bereiten“ Darlehensnehmern erhielt das Bremer Energie Institut dann Adressen sowie Daten zum beantragten Maßnahmenpaket. Das Institut nahm Gebäudeenergieberater unter Vertrag, dabei wurden diese selbstverständlich zur Verschwiegenheit verpflichtet. Diese Gebäudeenergieberater erhielten einige Daten zu den zu untersuchenden Gebäuden, Instruktionen zur Vorgehensweise, Fragebögen für die Hauseigentümer sowie Begehungsbögen. Für Fragen standen den Hauseigentümern und Gebäudeenergieberatern Ansprechpartner im Institut und bei der KfW Bankengruppe zur Verfügung.

Die Gebäudeenergieberater stellten auf regionaler Ebene den Kontakt zu den „Vor-Ort-Check-bereiten“ Hauseigentümern her und ließen ihnen zunächst den 10-seitigen Fragebogen vor dem eigentlichen Besichtigungstermin zukommen. Die Hauseigentümer wurden um ein eigenständiges Ausfüllen gebeten. Beim Vor-Ort-Termin wurden dann leicht überprüfbare Bauteile (Außenwand, Kellerdecke, Fenster) sowie das Heizsystem auf die tatsächliche Ausführung überprüft.

Der Vergleich zwischen Darlehensantrags-Angaben, Hauseigentümer-Angaben im 10-seitigen Fragebogen und Erkenntnissen der Begehung wurde unter Verwendung einschlägiger Analysewerkzeuge – insbesondere der statistischen Auswertung mit dem Programmsystem SPSS - vorgenommen.

Begehungsprotokoll

zum Check des KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramms

Bitte solche Symbole ankreuzen, solche Kästchen mit Zahlen ausfüllen. Danke!

Bitte die grau unterlegten Daten vor Begehung eintragen (Achtung: auch eine Zahl auf Seite 4 des Begehungsprotokolls). Die Zahlen in Klammern hinter den Antwortmöglichkeiten dienen der Nummerierung und haben für Sie keine Bedeutung.

Kennung des Falls: Bitte aus dem großen Fragebogen, den der Hauseigentümer erhält/erhalten hat,

rechtsbündig die Nummer übertragen, die unten links steht: (1)

Eingangs-Datum des KfW-Antrags (bitte aus den KfW-Unterlagen übertragen):

TT.MM.JJ (2)

Name des prüfenden Schornsteinfegers: (3)

[Stempel oder Druckschrift]

Datum der Begehung:

TT.MM.JJ(4)

Name des Hauseigentümers: (5)

Postleitzahl des Standortes des untersuchten Gebäudes: (6)

Vor der Begehung sollte der 10-seitige Fragebogen vom Hauseigentümer alleine ausgefüllt werden. Bei der Begehung sind dann bestimmte Angaben aus dem Fragebogen sowie ausgewählte zusätzliche Sachverhalte durch Sie als Sachverständiger zu prüfen.

Zu Seite 1 des 10-seitigen Fragebogens, dort unteres Drittel:

Welches (genaue) Baujahr hat das Gebäude? (7)

Sofern nicht genau bekannt, ca.-Baujahr eintragen

Zu den Seiten 2 und 3 des 10-seitigen Fragebogens:

Bei den nachstehenden Angaben bitte immer den tatsächlichen augenblicklichen Zustand des Gebäudes eintragen. Kontrollieren Sie bitte bzgl. der Beantwortung der Fragen im unteren Drittel der Seite 2 und oberen Drittel der Seite 3 des 10-seitigen Fragebogens das Vorhandensein, die Dicke und die Wärmeleitfähigkeit der Dämmung der „Außenwände“ und des „Fußbodens“ zum Keller oder Erdreich. Andere Bauteile sollen nicht kontrolliert werden.

Außenwände: (8) ca. % der Fläche der Außenwände des Gebäudes weisen eine

Modernisierungs-Dämmstoffdicke von (9) cm auf.

Falls Außenwände in unterschiedlicher Stärke gedämmt wurden, bitte hier zusätzlich eintragen:

(10) % der Fläche der Außenwände des Gebäudes weisen eine Modernisierungs-

Dämmstoffdicke von (11) cm auf.

Kommentar: (12)
.....

Zur Wärmeleitfähigkeit des verwendeten Dämmstoffs bei der Außenwand:

Die Wärmeleitfähigkeit kann man dem Baustoff nicht ansehen. Deshalb ist es hierfür erforderlich, Einblick in die Rechnung oder den Lieferschein zu nehmen.

(13) Ja, ich konnte Einblick in die Rechnung/den Lieferschein bzgl. des Dämmstoffs der Außenwände

nehmen. Danach beträgt die Wärmeleitfähigkeit: (14) , W/(mK) (z.B. 0,040)

(13) Nein, ich konnte keinen Einblick in Rechnung/ Lieferschein nehmen.

Kommentar: (15)
.....

Kellerdecke/Fußboden

(16) % der Kellerdecken-Fläche weist eine Modernisierungs-Dämmstoffdicke von

(17) cm auf.

Falls Kellerdecken unterschiedlich dick gedämmt wurden, bitte hier zusätzlich eintragen:

(18) % der Kellerdecken-Fläche weist eine Modernisierungs-Dämmstoffdicke von

(19) cm auf.

Zur Wärmeleitfähigkeit des verwendeten Dämmstoffes bei der Kellerdecke:

(20) Ja, ich konnte Einblick in die Rechnung/den Lieferschein bzgl. des Dämmstoffes der Kellerdecke nehmen. Danach beträgt die Wärmeleitfähigkeit überwiegend: (21) , W/(mK) (z.B. 0,035).

(20) Nein, ich konnte keinen Einblick in die Rechnung/den Lieferschein bzgl. des Dämmstoffes der Kellerdecke nehmen.

Kommentar (22)

.....
.....

Fenster

Bitte überprüfen:

(23) ja, alle nein, nicht alle Fenster beheizter Räume sind isolierverglast.

Der Flächenanteil der mit dem KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramm modernisierten Fenster beträgt

(24) % der gesamten Fensterfläche des Gebäudes.

Der U-Wert des Glases der mod. Fenster beträgt in der Mehrzahl der Fenster (25) , (z.B. 1,1 W/mK). (Diese Zahl steht i.d.R. eingepreßt im Alu-Abstandhalter zwischen den Scheiben.)

Kommentar: (26)

Zu Seite 4 des 10-seitigen Fragebogens

Heizung allgemein

Die Angaben des Hauseigentümers zu den Fragen auf Seite 4 des 10-seitigen Fragebogens kann ich

(27) bestätigen nicht bestätigen

Wenn Sie die Angaben nicht bestätigen können: Welche Abweichungen haben Sie vorgefunden: (28)

.....
.....

Heizungsregelung

Bitte prüfen Sie und geben Sie an: Die aktuell vorhandene(n) Zentralheizung(en) weist /weisen selbsttätig wirkende Einrichtungen zur Verringerung und Abschaltung der Wärmezufuhr sowie zur Ein- und Ausschaltung elektrischer Antriebe in Abhängigkeit von 1. der Außentemperatur oder einer anderen geeigneten Führungsgröße und 2. der Zeit auf:

(29) ja nein

Rohrdämmung

Die Wärmeverteilungsleitungen von Warmwasserzentralheizungen in unbeheizten Räumen sind

(30) gedämmt nur teilweise gedämmt nicht gedämmt.

Unter „nur teilweise gedämmt“ soll hier verstanden werden: Mindestens 10 % der Leitungslänge ist nicht gedämmt.

Die Dämmstoffdicke ist überwiegend im Sinne der EnEV durchgeführt (z.B. 20 mm Dämmung bei Rohr-Innendurchmesser bis 22 mm):

(31) ja ja, aber besser als EnEV nein, schlechter als EnEV.

Kommentar (32)

Zu Seite 5 des 10-seitigen Fragebogens

In der unteren Hälfte der Seite 5 des 10-seitigen Fragebogens geht es um die Maßnahmenpakete. Ein Maßnahmenpaket besteht immer aus mehreren Energiesparmaßnahmen an verschiedenen Bauteilen und ggf. der Heizungsanlage. Der Hauseigentümer hat im Förderantrag genannt, dass er das folgende Maßnahmenpaket anwendet:

(33) Maßnahmenpaket (Bitte diese Zahl vor der Begehung aus den Daten entnehmen, die Ihnen vom Institut bezüglich des Hauseigentümers mitgeteilt wurden).

Durchführung nach Maßnahmenpaket 0, 1, 2, 3 oder 5 (ohne MP 4)

(Nur ausfüllen, falls laut Kreditantrag Maßnahmenpaket 0 bis 3 oder 5 durchgeführt wurde, sonst weiter mit Durchführung nach Maßnahmenpaket 4)

Bitte überprüfen Sie im Falle der Maßnahmenpakete 0 bis 3 sowie 5, ob die vorgesehene Maßnahmenkette wirklich durchgeführt wurde. Dazu machen Sie bitte zunächst in der folgenden Tabelle bei dem Maßnahmenpaket (MP) in der Spalte 1 ein Kreuz, das laut Kreditantrag durchgeführt werden sollte. Dann checken Sie am Gebäude bauteilweise das Vorhandensein von Modernisierungsmaßnahmen. In dieser Tabelle dürfen Kreuze nur in einer Zeile gemacht werden.

	Außenwand-Dämmung	Dach-Dämmung	Kellerdecke n-Dämmung	Fenster-Erneuerung	Austausch Heizung	Umstellung des Energieträgers
MP 0 ○ (34)	<input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein (35)	<input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein (36)	<input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein (37)	<input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein (38)		
MP 1 ○ (39)	<input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein (40)	<input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein (41)			<input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein (42)	
MP 2 ○ (43)		<input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein (44)	<input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein (45)	<input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein (46)	<input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein (47)	
MP 3 ○ (48)				<input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein (49)	<input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein (50)	<input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein (51)
MP 5 ○ (52)	Austausch Ofenheizung <input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein (53)			Einbau Brennwertkessel und Solaranlage <input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein (54)		

Was wurde im Vergleich zu den Soll-Anforderungen des Maßnahmenpakets zusätzlich gemacht? (55)

.....

.....

.....

.....

Durchführung nach Maßnahmenpaket 4

(Nur ausfüllen, falls laut Kreditantrag Maßnahmenpaket 4 benutzt wurde (falls nicht MP 4 benutzt wurde, weiter mit Rubrik „Heizung vor und nach Modernisierung“)

Sofern der Hauseigentümer nach Maßnahmenpaket 4 modernisiert hat, lassen Sie sich bitte den Nachweis des Sachverständigen zur Berechnung der CO₂-Einsparung zeigen. Der Nachweis konnte eingesehen werden

(56) Ja Nein

Bitte prüfen Sie diesen Nachweis darauf:

- a) Welcher CO₂- Emissionsfaktor wurde für die Haupt-Heizung des früheren Zustands benutzt? Bitte hier eintragen:(z.B. 0,41 kg CO₂/kWh). (57)
- b) Welcher CO₂- Emissionsfaktor wurde für die Haupt-Heizung des modernisierten Zustands benutzt? Bitte hier eintragen:(z.B. 0,41 kg CO₂/kWh). (58)
- c) Welcher Haupt-Energieträger wurde nach Sachverständigenerklärung für die Heizung im früheren Zustand genannt?(59)
- d) Welcher Haupt-Energieträger wurde nach Sachverständigenerklärung für die Heizung im modernisierten Zustand vorgesehen?(60)

Sollte(n) laut Sachverständigenerklärung

- a) die Außenwände gedämmt werden? ja nein teilweise (61)
- b) die Kellerdecke(n) gedämmt werden? ja nein teilweise (62)
- c) ein neuer Heizkessel (o.ä.) eingebaut werden? ja nein (63)

Ist die genannte Maßnahme durchgeführt worden?

- a) Außenwanddämmung ja nein teilweise (64)
- b) Kellerdeckendämmung ja nein teilweise (65)
- c) Heizung ja nein teilweise (66)

Gegenüber der Sachverständigen-Erklärung bestehen offenbar bei der Durchführung folgende Änderungen: (z.B: 16 cm statt 14 cm Außenwanddämmung eingebaut; 6 statt 8 cm Kellerdeckendämmung eingebaut, zusätzlich Solaranlage 10 m² Kollektorfläche eingebaut o.ä.) (67)

Kommentar: (68)

.....
.....

Heizung vor und nach Modernisierung:

Diesen Abschnitt bitte im Schornsteinfeger-Büro nach Aktenlage des Kkehrbuchs ausfüllen. Sofern früher mehrere Kessel oder Gasetagenheizungen vorhanden waren, jüngstes Baujahr eintragen.

Der frühere Heizkessel war Baujahr: (69)

Der heutige Kessel ist Baujahr: (70)

Beim heute vorhandenen Kessel handelt es sich um einen

- (71) NT-Kessel Brennwertkessel Standardkessel
- anderes (Fernwärme, Wärmepumpe)

Der frühere überwiegende Brennstoff war: (72) Heizöl Erdgas Anderes, nämlich :
.....(73)

Der aktuelle überwiegende Brennstoff ist: (74) Heizöl Erdgas Anderes, nämlich :
.....(75)

Platz für allgemeine Anmerkungen und Kommentare: (76)

.....
.....
.....
.....
.....

Ende!

Vielen Dank an Sie und den /die Hauseigentümerin für Ihre Mühe!

Details der Methodik der schriftlichen Befragung von Darlehensnehmern

Die Tabelle dokumentiert stichwortartig die relevanten Informationen nach DIN 77500.

Auftraggeber der Untersuchung	KfW Bankengruppe
Auftragnehmer	Arbeitsgemeinschaft aus bremer energie institut, Institut Wohnen und Umwelt (IWU) und Inst. f. Statistik der Universität Bremen. Federführung: bremer energie institut.
Aufgabenstellung	Die „schriftliche Befragung der Darlehensnehmer“ ist ein Baustein zur Ermittlung von Effekten des KfW-CO ₂ -Gebäudesanierungsprogramms. Sie dient dazu, die eine Abschätzung von Endenergieeinsparung und CO ₂ -Reduktion vorzunehmen.
Zielgruppe der Ergebnisse der Befragung	Die o.a. Arbeitsgemeinschaft.
Zielgruppe der Ergebnisse der Gesamtuntersuchung	KfW Bankengruppe. Politik-Entscheider.
Untersuchungsgegenstand	Gebäude bzw. Hauseigentümer, die in den Jahren 2002 bis 2006 für die Modernisierung ihres/ihrer Gebäude ein Darlehen der KfW Bankengruppe aus dem KfW-CO ₂ -Gebäudesanierungsprogramm erhielten.
Stichprobenmethode und Stichprobengröße	<p>Geschichtete Auswahl mit Darlehen im KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramm (Details zur Bildung der Stichprobe siehe unterhalb der Tabelle).</p> <ul style="list-style-type: none"> - Insgesamt ausgereichte Darlehen 2002 bis 2006 = 148.430 (alle Darlehen im Zeitraum Zahlen laut KfW, Auswertungsdatum 04.06.2007) - Gesamtzahl Darlehensnehmer 2002 bis 2006 =118.011 (Auswertungsdatum 04.06.2007) - 7.566 nach bestimmten Kriterien zufällig ausgewählte Darlehen. Hier wurden die Darlehensnehmer von der KfW Bankengruppe angeschrieben (1.517 Darlehensnehmer aus dem Jahr 2002, 1.513 Darlehensnehmer aus dem Jahr 2003, 1.511 Darlehensnehmer aus dem Jahr 2004, 1.513 Darlehensnehmer aus dem Jahr 2005, 1.512 Darlehensnehmer aus dem Jahr 2006) - 1.972 Darlehensnehmer sandten innerhalb der gesetzten Frist den Fragebogen zurück (= Netto-Stichprobe). Zielgröße war 1.500. - 1.301 Fälle wurden für die Bearbeitung der Fragestellung „Berechnung der Energieeinsparung/CO₂-Reduktion für die Jahre 2005 und 2006“ ausgeschlossen, so dass hierfür eine bereinigte Netto-Stichprobe „Energie/CO₂“ von 671 Fällen verblieb. Die ausgeschlossene Fälle betrafen: <ul style="list-style-type: none"> - Förderfälle aus anderen Jahren als 2005 bzw. 2006 (1.027 Fälle). Diese wurden in einer separaten Untersuchung für den Abgleich Energiebedarf/Energieverbrauch berücksichtigt.

	<ul style="list-style-type: none"> - Fragebögen aus 2005/2006 mit unvollständigen bzw. unplausiblen Angaben (344 Fälle) - 240 Fälle wurden für die Bearbeitung der Fragestellung „regionale Beschäftigungswirkung“ ausgeschlossen, so dass hierfür eine bereinigte Netto-Stichprobe „Beschäftigungswirkung“ von 1.732 Fällen verblieb. Die ausgeschlossene Fälle betrafen: <ul style="list-style-type: none"> - 129 Fälle ohne Angaben zum Investitionsvolumen - 54 Fälle ohne Angaben zum Investitionsort - 57 Fälle ohne Angaben zur regionalen Verteilung der Aufträge/Umsätze - 35 Fragebögen erreichten uns zu spät und konnten nicht in der Auswertung berücksichtigt werden
Untersuchungszeitraum	Die Befragung wurde im IV. Quartal 2007 durchgeführt.
Erhebungsverfahren	schriftliche Befragung
Stichproben-Ausschöpfung	Für die Fragestellung „Berechnung der Energie /CO ₂ -Einsparung“: 671 von 945 (Förderjahre 2005/2006) = 71 % für die Fragestellung „Beschäftigung“ 1.732 von 1.972 = 87,3 %
Art und Höhe eventuell gewährte Incentivs	keine
Anzahl eingesetzter Interviewer	keine
Methode und Ergebnis der Interviewer-Kontrollen	entfällt
Fragebogen	siehe Anlage 5.
Angewandte Gewichtungsverfahren	Keine

Vorgehensweise bei der Auswahl der Darlehensnehmer für die schriftliche Befragung

1. Selektion aller Darlehen im KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramm für den Beobachtungszeitraum 2002 bis 2006, daraus die Teilmenge mit Darlehen aus 2002, 2003, 2004, 1. Quartal 2005 und 1. Quartal 2006.
Für 2005 und 2006 werden nur die Darlehensfälle aus dem I. Quartal herangezogen, weil a) Aussagen zum Energieverbrauch nach Modernisierung benötigt werden (dafür müssen die Maßnahmen abgeschlossen sein und ein Winter inkludiert sein; betrifft 2002 bis 2005; b) Aussagen zu den tatsächlich durchgeführten Maßnahmen vorliegen sollen (die sind aus Darlehen des II., III. und IV. Quartals 2006 nicht zuverlässig zu erhalten, weil unsere Befragung im IV. Quartal 2006 stattfinden musste und die Darlehensnehmer bis zu 12 Monate nach Bewilligung Zeit für die Maßnahmendurchführung benötigen.

Anlage 4

Darlehen, bei denen der Geschäftspartner einer Auswertung seiner Daten nicht zustimmt, werden ausgeschlossen.

= Datei A₁

2. Aus Datei A₁ werden alle Darlehen mit den Verwendungszwecken: Bau Passivhaus, Bau Energiesparhaus 40 oder Bau Energiesparhaus 60 ausgeschlossen (Ausschluss 1). Geschäftspartner mit zusätzlichen Verwendungszwecken bleiben bestehen (d.h. z.B. ein Geschäftspartner hat ein Darlehen für den Bau eines Energiesparhauses 40 und ein weiteres Darlehen für Sanierungsmaßnahmen erhalten).

A₂ = A₁ - Ausschluss 1

3. Aus Datei A₂ werden alle Geschäftspartner ermittelt, deren Investitionsvolumen bei einem oder mehrere Darlehen bei ≥ 1 Mio. EUR liegen. Diese werden separat gespeichert (Datei B), weil sie ohnehin Mitglied der Stichprobe sein und dem weiteren Auswahlverfahren nicht unterzogen werden sollen.

C₁ = A₂ - B

4. Die Datei C₁ „Darlehen“ wird auf die einzelnen Geschäftspartner reduziert. Dies ist notwendig, da ein Geschäftspartner mehrere Darlehen für ein oder mehrere Objekte erhalten haben kann, aber nur einmal angeschrieben werden soll. Für die Zuordnung zum Beobachtungszeitraum wird das Vertragsjahr vom jüngsten Darlehen übernommen. Z. B.: Hat ein Geschäftspartner in 2002 und 2004 ein Darlehen erhalten, so wird dieser dem Jahr 2004 zugeordnet (Ausschluss 2)

Datei C₂ „Geschäftspartner“ = C₁ – Ausschluss 2.

5. In der Stichprobe sollen die Geschäftspartner bzgl. ihres örtlichen Sitzes so vertreten sein, wie sie in der Grundgesamtheit vertreten sind. Deshalb wurde für die Datei C₂ berechnet, wie hoch der prozentuale Anteil der Geschäftspartner mit Sitz in Bayern, Niedersachsen etc. ist, z.B. $\text{Ant}_{\text{Nieder}} = C_{2\text{Nieder}}/C_2$. Die ermittelten Länderanteile (z.B. $\text{Ant}_{\text{Nieder}} = 11\%$) wurden anschließend als Zielvorgabe für den Länderanteil an Geschäftspartnerfällen in den Stichproben für die Jahre 2002, 2003, 2004, 2005 und 2006 verwendet. Hierbei wird von der errechneten länderspezifischen Ziel-Anzahl (z.B. Niedersachsen 2002 = $0,11 * 1.500$ Fälle = 165 Fälle) jedoch jeweils die Zahl der in Schritt 3 ermittelten Geschäftspartner (B) pro Jahr und Land abgezogen (z.B. Niedersachsen = 5). Daraus ergibt sich nun die Zahl der Fälle der Stichprobe pro Jahr und Bundesland aus der Datei C₂ (z.B. Niedersachsen = 160 Fälle).

Formel für Niedersachsen: $\text{Anz}_{\text{Nieder}2002} = 1500 * \text{Ant}_{\text{Nieder}} - B_{\text{Nieder}}$

6. Zufallsauswahl von Fällen (16 Bundesländer, 5 Beobachtungsjahre). Die Geschäftspartner wurden per Random-Verfahren ausgelost.
7. Zusammenführung aller Stichproben und Datei B. Aufteilung der Datei in die einzelnen Beobachtungszeiträume (= 5 Dateien).

Durchgeführte Maßnahmen (Fortsetzung)

Neu aufgebrachte Dämmung (Fortsetzung)

	Wurde die Fläche des jeweiligen Bauteiltyps vollständig oder teilweise gedämmt?*				Wärmeleitfähigkeit des Dämmstoffs (WLG), falls bekannt **				
	(fast) vollständig ca. 100%	teilweise, 75 %	und zwar ca. 50 %	25 %	030	035	040	045	050
Dach	<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 Geschosdecke <i>unter nicht beheizten Dachräumen</i>	<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="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="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"/>

* Wenn z.B. drei von vier etwa gleich großen Wänden gedämmt wurden, wäre unter "Außenwände" die Markierung "75%" anzukreuzen

** z.B. aus Kreditantrag
Bsp.: WLG 040: Wärmeleitfähigkeit 0,040 W/m²K

Welche der folgenden Maßnahmen wurden während der von der KfW geförderten Modernisierung außerdem durchgeführt?

Erneuerung der Fenster

Anteil der erneuerten Fenster ca.

- 25%
 50%
 75%
 100%

Verglasung

- 2-Scheiben
 3-Scheiben
 3-Scheiben mit hochdämmendem Rahmen (Passivhausrahmen)

Einbau einer mechanischen Lüftungsanlage

- ohne Wärmerückgewinnung (z.B. Abluftanlage)
 mit Wärmerückgewinnung

Einbau Solarstromanlage (Photovoltaik)

Vergrößerung des Wohnraums

- Ausbau des vorhandenen Dachgeschosses
 vollständig teilweise

- Einbau neuer Dachgauben

- Ausbau des Kellers
 vollständig teilweise

- Anbau an das Gebäude

- Aufstockung des Gebäudes

Durchgeführte Maßnahmen (Fortsetzung)

<input type="checkbox"/> Einbau <u>neuer</u> Geräte zur Wärmeerzeugung bzw. erstmaliger Fernwärmeanschluss und zwar:	Das Gerät / die Geräte dienen		
	nur der Heizung	nur der Warmwasserbereitung	der Heizung und Warmwasserbereitung
<input type="checkbox"/> Öl- oder Gas-Heizkessel bzw. Therme Kesseltyp: <input type="radio"/> Niedertemperatur <input type="radio"/> Brennwert Brennstoff: <input type="radio"/> Gas <input type="radio"/> Öl <input type="radio"/> Flüssiggas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="checkbox"/> Elektro-Wärmepumpe Die Wärmepumpe arbeitet... <input type="radio"/> allein <input type="radio"/> kombiniert mit Heizstab <input type="radio"/> kombiniert mit Kessel Wärmequelle der Wärmepumpe: <input type="checkbox"/> Außenluft <input type="checkbox"/> Erdreich/Grundwasser <input type="checkbox"/> Abluft einer Lüftungsanlage <input type="checkbox"/> Kellerluft	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="checkbox"/> Holz- bzw. Biomasse-Zentralheizung <input type="radio"/> Holzpellet-Kessel <input type="radio"/> andere	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="checkbox"/> Kraft-Wärme-Kopplungsanlage "Blockheizkraftwerk" im Gebäude selbst Brennstoff: <input type="radio"/> Gas <input type="radio"/> Öl <input type="radio"/> Biomasse	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="checkbox"/> solarthermische Anlage (Wärme) <i>nicht Solarstromanlage</i>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="checkbox"/> Elektroheizgeräte oder el. Nachtspeicherheizung <i>(ohne Wärmepumpe)</i>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="checkbox"/> Brennstoffbetriebene Einzelöfen Brennstoff: <input type="checkbox"/> Scheitholz <input type="checkbox"/> Gas <input type="checkbox"/> Kohle <input type="checkbox"/> Holzpellets <input type="checkbox"/> Öl	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="checkbox"/> Elektro-Speicher oder -Durchlauferhitzer zur Warmwasserbereitung	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="checkbox"/> Gas-Durchlauferhitzer bzw. direkt mit Gas beheizter Speicher zur Warmwasserbereitung	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="checkbox"/> Anderes System zur Wärmeerzeugung und zwar <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="checkbox"/> Erstmaliger Anschluss an Fernwärmenetz bzw. Nahwärmenetz	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Welches ist heute - also nach Abschluss der von der KfW geförderten Modernisierung - die vorwiegende Art der Heizung und Warmwasserbereitung?

Vorwiegende Beheizungsart

- zentral für das ganze Gebäude
 - ➔ Während der Modernisierung wurden die Verteilungen/-rohre der Heizung erstmalig eingebaut, ausgetauscht oder neu gedämmt.
- wohnungsweise
getrennte Heizsysteme für jede Wohnung
- raumweise

Vorwiegende Art der Warmwasserbereitung

- zentrale Warmwasserbereitung für das ganze Gebäude
 - ➔ mit Warmwasserzirkulation
 - Während der Modernisierung wurden die Warmwasserverteilungen/-rohre erstmalig eingebaut, ausgetauscht oder neu gedämmt.
- Warmwasserbereitung in den Wohnungen oder in einzelnen Räumen

Teil 2: Angaben zur Förderung im KfW-CO2-Gebäudesanierungsprogramm

Welche der von Ihnen genannten **Maßnahmen** wurden durch das **KfW-CO2-Gebäudesanierungsprogramm** gefördert?

- alle genannten Maßnahmen (Wärmedämmung, Heizungsmodernisierung)
- nicht alle, sondern nur die folgenden Maßnahmen:
- Dämmung Dach bzw. oberste Geschosdecke
 - Außenwanddämmung
 - Dämmung Fußboden bzw. Kellerdecke
 - Fenstererneuerung
 - alle neuen Wärmeerzeuger
 - ein Teil der neuen Wärmeerzeuger
 - Änderung am Wärmeverteilungssystem
 - Einbau Lüftungsanlage

Hätten Sie die Maßnahmen so auch ohne Förderung durch das KfW-CO2-Gebäudesanierungsprogramm durchgeführt?

- Nein
- Ja

Nach **welchem** der folgenden **Maßnahmenpakete** (MP) wurden die Maßnahmen gefördert?
vgl. *Kreditantrag*

- MP 0** Dämmung Außenwand, Dach, Kellerdecke, Fenstererneuerung
- MP 1** Austausch der Heizung, Dämmung Außenwand und Dach
- MP 2** Austausch der Heizung, Dämmung Dach und Kellerdecke*, Fenstererneuerung
** statt Dämmung Kellerdecke auch Dämmung erdberührter Bauteile möglich*
- MP 3** Austausch der Heizung, Umstellung des Energieträgers, Fenstererneuerung
- MP 4** freie Maßnahmenkombination mit Nachweis der CO2-Einsparung
- MP 5** Austausch Ofenheizung oder Einbau Brennwertkessel und Solaranlage



Falls Sie nach Maßnahmenpaket 4 gefördert wurden:

Die nachgewiesene CO₂-Einsparung lag bei: kg / m²
bezogen auf die Gebäudenutzfläche AN

Zugehörige Gebäudenutzfläche AN ,0 m²
(vgl. Nachweis; AN ist in der Regel nicht mit der Wohnfläche identisch)

Haben Sie einen **Teilschulderlass** bzw. **Tilgungszuschuss** erhalten?

(für Gebäude, die das Neubau-Niveau nach Energieeinsparverordnung (EnEV) bzw. "Niedrigenergiehausniveau im Bestand" erreichen)

- Nein
- Ja

Teil 3: Angaben zum Gebäude vor Durchführung der von der KfW geförderten Modernisierungsmaßnahmen

Bitte jeweils auch dann ankreuzen, wenn sich bei der Modernisierung nichts geändert hat.

Anzahl Vollgeschosse ohne Keller- und Dachgeschoss













1 2 3 4 mehr als 4, nämlich

Anzahl Wohnungen

1 2 3 4 mehr als 4, nämlich

Beheizte Wohnfläche gerundet ,0 m²

Dachgeschoss und Keller vor der Modernisierung

<p>Dach</p> <p><input type="radio"/> Flachdach oder flach geneigtes Dach  </p> <p><input type="radio"/> Dachgeschoss unbeheizt </p> <p><input type="radio"/> Dachgeschoss teilweise beheizt  </p> <p><input type="radio"/> Dachgeschoss voll beheizt  </p> <p><input type="checkbox"/> Dachgauben oder andere Dachaufbauten vorhanden </p>	<p>Keller</p> <p><input type="radio"/> nicht unterkellert </p> <p><input type="radio"/> unbeheizter Keller </p> <p><input type="radio"/> teilweise beheizter Keller </p> <p><input type="radio"/> voll beheizter Keller </p>
---	---

Konstruktionsart

	massiv	Holz	
Dach	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Bitte die jeweils überwiegende Konstruktionsart nennen: "Holz": z.B. Holzbalkendecken, Sparrendächer, Fachwerk- oder Holz-Fertighauswände "massiv": z.B. gemauerte Wände, Betonwände und -decken
oberste Geschossdecke (wenn Dachgeschoss nicht beheizt)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Außenwände	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Fußboden zum Keller oder Erdreich	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Frühere Dämmmaßnahmen

Wurden bereits früher - nach der Errichtung des Gebäudes, aber vor der von der KfW geförderten Modernisierung - Dämmmaßnahmen durchgeführt?

Ja, und zwar an folgenden Bauteilen	Wurden dabei die Flächen des jeweiligen Bauteiltyps vollständig oder teilweise gedämmt? (fast) vollständig teilweise, und zwar ca.			
	ca. 100%	75	50	25 %
<input type="checkbox"/> Dach	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="checkbox"/> oberste Geschossdecke <i>unter nicht beheizten Dachräumen</i>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="checkbox"/> Außenwände	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="checkbox"/> Fußboden zum Keller oder Erdreich	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Fenster vor Durchführung der geförderten Modernisierungsmaßnahmen

<p>Material des Fensterrahmens (überwiegendes Material nennen; bei ungefähr gleichen Anteilen Mehrfachnennung)</p> <p><input type="checkbox"/> Holz <input type="checkbox"/> Kunststoff <input type="checkbox"/> Aluminium oder Stahl</p>	<p>Jahr des Fenstereinbaus, falls bereits früher einmal ausgetauscht</p> <p>ca. <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/></p>
<p>Art der Verglasung</p> <p><input type="checkbox"/> Einscheibenverglasung <input type="checkbox"/> Zweischeibenverglasung z.B. Isolier- oder Wärmeschutzglas, Verbund- oder Kastenfenster <input type="checkbox"/> Dreischeibenverglasung</p>	

Teil 4: Angaben zum Energieverbrauch vor und nach der Modernisierung

Bitte nur Angaben für das im Fragebogen beschriebene Gebäude eintragen. (Nicht ausfüllen, falls nur Verbrauchswerte für Teile des Gebäudes vorliegen oder die Heizung andere Gebäude mit versorgt.)

Bitte auch dann ausfüllen, wenn nur Werte vor oder nur Werte nach der Modernisierung vorliegen. Keine Verbrauchswerte aus dem Zeitraum eintragen, in dem die Modernisierungsarbeiten durchgeführt wurden. (Falls das Gebäude vor der Modernisierung ganz oder zum Teil leer stand: Auch für diesen Zeitraum keine Werte eintragen.)

Energieverbrauch des wichtigsten Energieträgers der Heizung vor Durchführung der von der KfW geförderten Modernisierungsmaßnahmen

Möglichst fortlaufende Werte für mehrere Jahre eintragen - nur Energieverbrauch für Heizung / Warmwasser

Einheit und Energie- träger (nur ein Kreuz)	Verbrauchswert	im Zeitraum von			bis		
		Tag	Monat	Jahr	Tag	Monat	Jahr
<input type="radio"/> Liter Heizöl*	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="radio"/> m ³ Erdgas	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="radio"/> kWh Erdgas	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="radio"/> Liter Flüssiggas	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="radio"/> MWh Fernwärme	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="radio"/> kWh Strom	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Verbrauchswert gilt für

Heizung (ohne Warmwasser)

Heizung und Warmwasser

weiß nicht

Wurde zusätzlich zu dem oben angegebenen Verbrauch ein anderer Brennstoff oder Strom zum Heizen eingesetzt ?

gar nicht wenig häufig weiß nicht

Energieverbrauch des wichtigsten Energieträgers der Heizung nach Durchführung der von der KfW geförderten Modernisierungsmaßnahmen

Möglichst fortlaufende Werte für mehrere Jahre eintragen - nur Energieverbrauch für Heizung / Warmwasser

Einheit und Energie- träger (nur ein Kreuz)	Verbrauchswert	im Zeitraum von ... bis		
		Tag	Monat	Jahr
<input type="radio"/> Liter Heizöl*	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="radio"/> m ³ Erdgas	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="radio"/> kWh Erdgas	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="radio"/> Liter Flüssiggas	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="radio"/> MWh Fernwärme	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="radio"/> kWh Strom	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Verbrauchswert gilt für

Heizung (ohne Warmwasser)

Heizung und Warmwasser

weiß nicht

Wurde zusätzlich zu dem oben angegebenen Verbrauch ein anderer Brennstoff oder Strom zum Heizen eingesetzt ?

gar nicht wenig häufig weiß nicht

* Bei Öl-Zentralheizung, falls keine Heizkostenabrechnung mit Jahresverbrauchswerten vorliegt

Als "Verbrauchswert" Tankfüllung in Litern und als "Zeitraum bis" das Datum der Tankfüllung eintragen. In die Spalte "Zeitraum von" muss das Datum der vorhergehenden Tankfüllung eingetragen werden.

Wurde der Öltank bei jeder angegebenen Füllung ungefähr gleich weit gefüllt (z.B. immer "vollgetankt")?

ja nein weiß nicht

Teil 5: Sonstige Fragen

Wo waren die **Unternehmen** angesiedelt, die mit der Gebäudemodernisierung beauftragt wurden?
Wie verteilt sich die **Auftragssumme**?

	Anteil an der Auftragssumme			
	überwiegend mehr als 50%	erheblich 25%-50%	klein < 25%	- 0%
Regionale Unternehmen (bis ca. 50 km vom Ort des Gebäudes entfernt)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Weiter (als ca. 50 km) entfernte Unternehmen aus Deutschland	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Unternehmen aus anderen Ländern der Europäischen Union	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Unternehmen aus Ländern außerhalb der Europäischen Union	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Haben Sie **Anmerkungen** zum Fragebogen?

Ja, und zwar folgende _____

Gibt es Dinge im **KfW-CO2-Gebäudesanierungsprogramm**, mit denen Sie **unzufrieden** sind?

Ja, und zwar die folgenden _____

Haben Sie **Verbesserungsvorschläge an die KfW**, insbesondere zur Ausgestaltung und Durchführung des KfW-CO2-Gebäudesanierungsprogramms?

Ja, und zwar die folgenden _____

Vielen Dank für Ihre Mühe !

Zum verwendeten Rechenverfahren zur Berechnung des Endenergiebedarfs

1. Geometrische, bautechnische und anlagentechnische Daten

Für die Ermittlung der geometrischen, der bautechnischen und der anlagentechnischen Daten wurde auf das vom Institut Wohnen und Umwelt mit Förderung des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung erstellte „Kurzverfahren Energieprofil“ zurückgegriffen [KVEP 2005].

Bei dem „Kurzverfahren Energieprofil“ handelt es sich um ein geschlossenes Verfahren, das auf der Basis einer überschaubaren Menge von Gebäudedaten eine Bewertung der energetischen Qualität erlaubt. Eine aufwändige Begehung des Objekts und detaillierte Datenaufnahme ist nicht erforderlich.

Mit Hilfe eines Fragebogens werden die aus energetischer Sicht wichtigsten Eigenschaften des Gebäudes erfasst. Die größte Zeitersparnis ergibt sich durch Verzicht auf eine detaillierte Flächenaufnahme. Die Bauteilflächen werden stattdessen auf der Basis weniger, leicht zu erhebender Eingabegrößen (Wohnfläche, Geschosszahl, etc.) abgeschätzt. Die Baualtersklasse des Gebäudes ermöglicht die grobe Einstufung des Wärmeschutzes der Bauteile, wobei auch nachträglich durchgeführte Maßnahmen berücksichtigt werden. Weiterhin muss noch angegeben werden, welches System für Beheizung und Warmwasserbereitung verwendet wird und wann die Geräte etwa eingebaut wurden. Auf Basis dieser wenigen Daten kann so ein vollständiger Gebäudedatensatz generiert werden, mit dem die Energiebilanz gemäß DIN V 4108-6 und DIN V 4701-10 ausreichend genau berechnet werden kann.

Die im Rahmen des BBR-Projekts entwickelten Fragebögen wurden an die Rahmenbedingungen der hier vorgenommenen Untersuchung angepasst.

Das Kurzverfahren Energieprofil besteht aus 3 von einander unabhängigen typologischen Verfahren:

Teil I: Flächenschätzverfahren

Gegenstand des ersten Teils ist die Abschätzung der Teilflächen der thermischen Hülle. Grundlage für die Entwicklung dieses Verfahrens war die statistische Analyse einer Gebäudedatenbank mit den wärmetechnisch relevanten Daten von mehr als 4.000 Wohngebäuden. Im Rahmen der Auswertung wurden die Variablen ermittelt, die sich deutlich auf die Größe der einzelnen Bauteilflächen (Außenwand, Fenster, Dach, etc.) auswirken. Dies sind im Wesentlichen:

- die beheizte Wohnfläche
- die Anzahl der beheizten Vollgeschosse
- der Beheizungsgrad des Dach- und Kellergeschosses (nicht / teilweise / vollständig beheizt)
- die Anbausituation (freistehend / 1 Nachbargebäude / 2 Nachbargebäude).

Die statistische Abhängigkeit der unterschiedlichen Bauteilflächen von diesen Variablen wurde quantifiziert und die entsprechenden Parameter in einer Tabelle zusammengestellt. Die Variablen und die tabellierten Parameter stellen zusammen das Flächenschätzverfahren dar.

Teil II: Bauteilkatalog / Pauschalwerte für die Wärmedurchgangskoeffizienten

Der zweite Teil des Kurzverfahrens Energieprofil enthält einen Katalog, der Pauschalwerte für die Wärmedurchgangskoeffizienten der Bauteile Außenwand, Kellerdecke, Dach und Fenster wiedergibt. Diese Werte sind aus verschiedenen Untersuchungen zusammengetragen und typisiert worden. Bei der Anwendung des Verfahrens hängt die energetische Qualität der Bauteile ab vom jeweiligen Baualter, von der Art der Konstruktion (massiv, Holz) und von gegebenenfalls nachträglich durchgeführten Maßnahmen.

Teil III: Komponentenkatalog Heizung und Warmwasser / Pauschalwerte für die Anlagentechnik

Der dritte Teil des Kurzverfahrens Energieprofil enthält einen Komponentenkatalog für die Anlagentechnik. Grundlage für die Ermittlung dieser Pauschalwerte waren größtenteils Algorithmen und Kennwerte aus DIN V 4701-10 DIN V 4701-12 und PAS 1027. Das Kennwertschema entspricht im Wesentlichen dem der DIN V 4701-10 Anhang C für Neubauten. Die Pauschalwerte sind nach Komponententyp, Baualter und Gebäudegröße klassifiziert.

2. Bilanzgleichungen und Randbedingungen

Die energetische Bilanzierung der Gebäude erfolgt auf der Grundlage der in DIN V 4108-6 und DIN V 4701-10 beschriebenen Bilanzgleichungen. Die Randbedingungen sind auf Bestandsgebäude zugeschnitten und wurden entsprechend [LEG] / [EPHW] angesetzt:

- Raumtemperatur: Es wurden die Effekte der räumlichen und zeitlichen Teilbeheizung berücksichtigt:
 - Nachtabsenkung, abhängig vom Gebäudestandard (je höher die Wärmeverluste, desto stärker die Reduktion der Raumtemperatur);
 - räumlich eingeschränkte Beheizung, abhängig vom Gebäudestandard und von der mittleren Wohnungsgröße des Gebäudes (je höher die Wärmeverluste und je größer die Wohnfläche pro Wohnung, desto stärker die Reduktion der Raumtemperatur); dies berücksichtigt, dass bei größeren Wohnungen mehr Räume teilweise nicht oder nur geringfügig direkt beheizt werden;

Damit liegt die mittlere Temperatur in der Heizzeit für schlecht gedämmte Gebäude bei 15 bis 17°C Raumtemperatur, für gut gedämmte Gebäude bei 19 bis 21°C (diese mittleren Temperaturen sind durch Messergebnisse belegt, siehe Zusammenstellung verschiedener Projekte in [IWU 2003]).

- Heizgrenztemperatur: Die Berechnung der Heizperiodenbilanz erfolgt mit dynamischen Heizgrenzen. Das auf der Grundlage der DIN V 4108-6 ermittelte vereinfachte Verfahren ist in [Loga 2003] dokumentiert. Bei dieser Methode wird berücksichtigt, dass Gebäude mit schlechtem Wärmeschutz länger beheizt werden müssen als gut gedämmte Gebäude. Entsprechend werden – abhängig vom Gebäudestandard – die in die Gebäudebilanz einfließenden Klimadaten (Gradtagszahl, solare Einstrahlung) variiert.
- Länge der Heizzeit: Die vom Gebäudestandard abhängige Heizperiodenlänge geht auch in die Berechnung der Anlagentechnik ein. Die für eine bestimmte Heizperiodenlänge ermittelten Tabellenwerte für die Wärmeverluste werden mit der vorliegenden Heizperiodenlänge kalibriert. Dies berücksichtigt den Effekt, dass in schlechter gedämmten Gebäuden die heiztechnischen Komponenten länger betrieben werden und diese damit höhere Wärmeverluste sowie einen höheren Hilfsstrombedarf aufweisen.

Eine zusammenhängende Darstellung der hier nur kurz skizzierten Randbedingungen findet sich in [IWU 2003].

3. Vergleich mit dem gemessenen Energieverbrauch

Berechnungsmethoden für die Gebäude-Energiebilanz beruhen auf theoretischen, zu- meist in Normen festgelegten Ansätzen für die Randbedingungen der Berechnung, z.B. auf „Standard-Nutzungsbedingungen“, die das Verhalten der Gebäudebewohner abbilden. Derartige Verfahren sind bisher nicht an tatsächliche mittlere Energieverbräuche im Be- stand angeglichen. Im Zuge der Untersuchungen zum KfW-CO₂-Gebäudesanierungs- programm wurde, u.a. um grobe Anhaltswerte für mögliche Fehlerbandbreiten zu erhal- ten, ein Vergleich der Berechnungsergebnisse mit dem gemessenen Energieverbrauch durchgeführt. Zu diesem Zweck wurden bei den Fördermittelempfängern auch Energie- verbrauchswerte abgefragt. Da hier eine getrennte Auswertung der Angaben vor und nach der Modernisierung notwendig war und für die Jahre 2005 und 2006 kaum auswert- bare Angaben für den sanierten Zustand erwartet werden konnten, wurden ältere Förder- fälle aus den Jahren 2002-2004 mit in die Befragung einbezogen.

Die Anzahl der auswertbaren Datensätze war erwartungsgemäß begrenzt. Nur in etwa der Hälfte der Fälle wurden Verbrauchsdaten genannt. Für die Analysen wurden, insbe- sondere auf Grund der geringen Fallzahlen bei anderen Systemen¹, nur Gebäude mit Öl- und Gas-Heizung (meist Zentralheizung) herangezogen. Dabei wurde eine Klimabereini- gung durchgeführt (Umrechnung auf mittlere deutsche Klimadaten der Jahre 1990 – 2006).

In 128 Fällen waren Verbrauchswerte sowohl vor also auch nach der Modernisierung ver- fügbar. Es zeigte sich, dass die gemessenen Einsparungen im Durchschnitt um ca. 30 % unter den berechneten Werten lagen. Ähnlich lagen die Verhältnisse bei der separaten Analyse des Energieverbrauchs vor bzw. nach der Modernisierung. Hier unterschritten die gemessenen Verbräuche die berechneten Werte durchschnittlich um knapp 25 % (vor der Modernisierung) bzw. ca. 20 % (nach der Modernisierung).²

Dabei ist explizit darauf hinzuweisen, dass es sich hier um die Mittelwerte der untersuch- ten Fälle handelt. Die Einzelwerte wiesen eine starke Streuung auf.

Sowohl die Unterschreitung der Durchschnittswerte des Energiebedarfs durch den ge- messenen Verbrauch als auch die erhebliche Streuung sind auch aus anderen Untersu- chungen bekannt, vgl. [Gruber et al. 2005], [Knissel et al. 2006]. Während zur Streuung auch das individuell sehr unterschiedliche Nutzerverhalten beiträgt, kommen für die häufig beobachtete systematische Abweichung zwischen den Durchschnittswerten wahrschein- lich vor allem folgende Gründe in Betracht:

- Von den Standardannahmen im Mittel abweichende reale Nutzungsbedingungen: So orientiert sich beispielsweise der Luftwechsel der Energiebilanz-Berechnungs- verfahren an einem aus hygienischen Gründen sinnvollen Luftaustausch. Der

¹ Beispielsweise lagen für dezentrale Heizsysteme in Mehrfamilienhäusern fast keine Werte vor. Der Verbrauch wird hier in der Regel direkt mit dem Mieter abgerechnet, dem Eigentümer sind also keine Werte bekannt. Gleichzeitig hatten aber die Ofenheizungen gerade bei den Mehr- familienhäusern vor der Modernisierung einen erheblichen Anteil, vgl. Kap. 4.4 des Haupttex- tes.

² Hier konnten 386 Wertepaare (gemessener Verbrauch/ berechneter Bedarf) vor und 244 Wer- tepaare nach der Modernisierung ausgewertet werden.

durchschnittliche Luftwechsel in deutschen Wohngebäuden könnte aber möglicherweise deutlich davon abweichen.

- Ansätze für bautechnische und anlagentechnische Kenndaten, die die Verluste tendenziell überschätzen: Entsprechend dem Grundprinzip, dass Schätzwerte tendenziell auf der sicheren Seite liegen sollten (z.B. wichtig für Heizlastberechnung, aber auch um einen Anreiz für genauere Berechnung zu geben), werden die Verluste von bautechnischen und anlagentechnischen Komponenten in üblichen Rechenverfahren eventuell zu hoch abgeschätzt. Dies betrifft z.B. Lambda-Werte, Übergangskoeffizienten, U-Werte, Aufwandszahlen, Verteilnetztemperaturen, Kellertemperaturen etc.

Vor diesem Hintergrund ist davon auszugehen, dass die Anwendung gängiger Energiebilanz-Berechnungsverfahren nicht nur bei der Analyse von Einzelgebäuden (wegen unterschiedlichen Nutzerverhaltens), sondern auch bei der Untersuchung einer „Gebäudegesamtheit“, also einer großen Anzahl von Gebäuden, eine gewisse Unsicherheit aufweist. Weitere Untersuchungen mit dem Ziel, an den mittleren Energieverbrauch angeglichene Berechnungsverfahren zu entwickeln, wären hilfreich, damit solche Effekte allgemein quantifiziert werden können. Dies wäre insbesondere auch im Hinblick auf Szenarien- und Prognosemodelle über die Entwicklung des Energieverbrauchs und der CO₂-Emissionen im deutschen Gebäudebestand von Bedeutung.

Entsprechende Untersuchungen zur Entwicklung eines allgemein anwendbaren Verfahrens können mit den vorhandenen Daten noch nicht durchgeführt werden, d.h. es müsste zunächst durch systematische Erhebungen eine verbesserte Datenlage geschaffen werden. Erforderlich wäre eine große Zahl von aus repräsentativen Stichproben ermittelten Verbrauchswerten bei gleichzeitiger Erhebung der energetischen Gebäudemerkmale. Insbesondere sollten keine „Informationslücken“ auftreten, d.h. die Datenlage sollte differenzierte Ansätze zur Berücksichtigung aller relevanten Arten von Heizsystemen, Gebäudetypen und Wärmeschutzstandards ermöglichen. Es ist in diesem Bereich also noch ein erheblicher Forschungsbedarf zu sehen.

4. Literatur

(für diese Anlage benutzte Literatur)

- [EPHW] Loga, T. Imkeller-Benjes, U. Energiepass Heizung / Warmwasser - Energetische Qualität von Baukörper und Heizungssystem. IWU. Darmstadt. 1997.
- [Gruber et al. 2005] Gruber, E. Mannsbart, W. (Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung, ISI); Erhorn, H. Erhorn-Kluttig, H. (Fraunhofer-Institut für Bauphysik, IBP); Brohmann, B. Rausch, L. Hünecke, K. (Öko-Institut e.V. – Institut für angewandte Ökologie). Energiepass für Gebäude – Evaluation des Feldversuchs. Schlussbericht an die Deutsche Energie-Agentur. Karlsruhe. 2005
- [IWU 2003] Loga, T. Großklos, M. Knissel, J. Der Einfluss des Gebäudestandards und des Nutzerverhaltens auf die Heizkosten – Konsequenzen für die verbrauchsabhängige Abrechnung. Eine Untersuchung im Auftrag der Viterra Energy Services AG, Essen; IWU Darmstadt, Juli 2003

Anlage 6

- [Knissel et al. 2006] Knissel, J. Roland, A. Born, R. Loga, T. Müller, K. Stercz, V. Vereinfachte Ermittlung von Primärenergiekennwerten – zur Bewertung der wärmetechnischen Beschaffenheit in ökologischen Mietspiegeln. Hrsg.: Institut Wohnen und Umwelt. Darmstadt. 2006.
- [KVEP 2005] Loga, T. Diefenbach, N. Knissel, J. Born, R. Entwicklung eines vereinfachten, statistisch abgesicherten Verfahrens zur Erhebung von Gebäudedaten für die Erstellung des Energieprofils von Gebäuden. Kurztitel „Kurzverfahren Energieprofil“. Forschungsarbeit gefördert durch das Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung. IWU. Darmstadt. 2005
- [LEG] Leitfaden Energiebewusste Gebäudeplanung. Hrsg.: Hessisches Umweltministerium. Wiesbaden 1989, 1993, 1995, 1999.
- [Loga 2003] Loga, T. Heizgrenztemperaturen für Gebäude unterschiedlicher energetischer Standards. In: Bauphysik 25 (2003) Heft 1.

Erläuterungen zur Methodik der Beschäftigungsanalyse

1. Einsatz der Input-Output-Analyse

Input-Output-Tabellen bilden eine Volkswirtschaft ab, indem sie sämtliche Güterströme, die zwischen den einzelnen Sektoren einer Volkswirtschaft fließen, sowie Importe und Exporte darstellen. Sie zeigen somit die wechselseitigen wirtschaftlichen Beziehungen zwischen den Akteuren einer offenen Volkswirtschaft. Dies geschieht in einer hoch-aggregierten Form, da jeweils eine Vielzahl einzelner Wirtschaftseinheiten zu möglichst homogenen Sektoren zusammengefasst wird, wie z. B. in [Bleses 2007] beschrieben.

Die Anwendung der Input-Output-Analyse, die in [Kleemann et al. 1999, S. 38-69] im Detail beschrieben ist, erfolgte in der vorliegenden Untersuchung nur für den sogenannten Investitionseffekt, das ist der Produktions- und Beschäftigungseffekt, der durch die Nachfrage für Investitionen in neue Bauten/Anlagen in der Volkswirtschaft, insbesondere im Baugewerbe ausgelöst wird.

Im ersten Rechenschritt wurde der sogenannte Nachfragevektor bestimmt. Die KfW-Statistik [KfW 2007] berichtet für das CO2-Gebäudesanierungsprogramm für die einzelnen Jahre 2005 und 2006 das „ausgereichte Kreditvolumen“ (im Folgenden „Kreditvolumen“) und das „geplante Investitionsvolumen für energetisch relevante Investitionen zum Zeitpunkt der Kreditzusage“ („Investitionsvolumen“), differenziert zum einen nach dem Bundesland des Investitionsvorhabens und zum anderen nach dem Maßnahmenpaket. Die Analyse der Maßnahmenpakete führte zu dem Ergebnis, dass die Maßnahmenpakete 0 bis 5 den Produktionsbereichen „Bauinstallationsarbeiten“ und „Sonstige Bauarbeiten“ zugeordnet wurden. Nur das Maßnahmenpaket 6 „Errichtung oder Ersterwerb KfW-Energiesparhäuser 40“ führte auch zu Aufträgen im Produktionsbereich „Hoch- und Tiefbauarbeiten“, und zwar mit einem geschätzten Anteil von 50%. Wegen der geringen Bedeutung des Maßnahmenpakets 6 erschien eine genauere Abschätzung der Umsatzverteilung auf die Bausektoren nicht notwendig. Die Daten zu diesem Rechenschritt sind in Tabelle 1 dargestellt.

Investitionsvolumen	2005		2006	
	T € incl. MWSt.	T € ohne MWSt.	T € incl. MWSt.	T € ohne MWSt.
Maßnahmenpakete 0 bis 5	1.397.653	1.204.873	3.522.285	3.036.453
Maßnahmenpaket 6	77.636	66.928	1.939	1.672
zusammen	1.475.289	1.271.801	3.524.224	3.038.124
Hoch- und Tiefbauarbeiten aus Maßnahmenpaket 6	38.818	33.464	970	836
Bauinstallations- und sonstige Bauarbeiten	1.436.471	1.238.337	3.523.255	3.037.288
dar. Maßnahmenpakete 0 bis 5	1.397.653	1.204.873	3.522.285	3.036.453
dar. Maßnahmenpaket 6	38.818	33.464	970	836

Tabelle 1 Bestimmung der Nachfragevektoren 2005 und 2006

Im zweiten Rechenschritt werden mit Hilfe der Input-Output-Tabelle für das Jahr 2002 [VGR 2007] die spezifischen Beschäftigungseffekte ermittelt, die eine Netto-Investition (ohne MWSt.) von 1 Mrd. € im Baugewerbe auslöst. Das Statistische Bundesamt unterscheidet dabei zwei Produktionsbereiche: „Vorbereitende Bauarbeiten, Hoch- und Tiefbauarbeiten“ und „Bauinstallations- und sonstige Bauarbeiten“ (im weiteren Text als „Aus-

Anlage 7

baugewerbe“ bezeichnet). Die nachfolgende Tabelle 2 zeigt die ermittelten Werte für 2005 und 2006.

CPA ¹⁾	Produktionsbereich	1 Mrd. € Umsatz im Hoch- und Tiefbau		1 Mrd. € Umsatz im Ausbaugewerbe	
		2005	2006	2005	2006
01	Erzg. v. Produkten d. Landwirtschaft und Jagd	6,0	6,1	3,4	3,5
02	Erzg. v. Produkten d. Forstwirtschaft	31,2	31,7	29,1	29,5
05	Erzg. v. Produkten d. Fischerei u. Fischzucht	0,0	0,0	0,0	0,0
10	Gew. v. Kohle und Torf	10,7	10,2	6,4	6,1
11	Gew. v. Erdöl, Erdgas, Erbring. diesbez. DL	6,4	6,1	4,2	4,0
12	Gew. v. Uran- und Thoriumerzen	0,0	0,0	0,0	0,0
13	Gew. v. Erzen	0,0	0,0	0,0	0,0
14	Gew. v. Steinen und Erden, sonstigen Bergbauerzeugnissen	314,3	301,2	25,3	24,2
15.1 - 15.8	H. v. Nahrungs- und Futtermitteln	3,0	2,9	4,1	3,9
15.9	H. v. Getränken	1,1	1,1	1,2	1,2
16	H. v. Tabakwaren	0,0	0,0	0,0	0,0
17	H. v. Textilien	0,9	0,9	11,3	10,9
18	H. v. Bekleidung	0,1	0,1	0,0	0,0
19	H. v. Leder und Lederwaren	0,9	0,9	0,4	0,4
20	H. v. Holz und Holzzeugnissen	338,0	324,0	318,5	305,3
21.1	H. v. Holzstoff, Zellstoff, Papier, Karton und Pappe	11,4	10,9	20,4	19,6
21.2	H. v. Papier-, Karton- und Pappwaren	16,8	16,1	42,0	40,2
22.1	H. v. Verlagserzeugnissen	16,6	15,9	17,7	17,0
22.2 - 22.3	H. v. Druckerzeugnissen, besp. Ton-, Bild- u. Datenträgern	31,8	30,5	38,1	36,6
23	H. v. Kokereierz., Mineralölerz., Spalt- und Brutstoffen	108,7	104,2	75,0	71,8
24.4	H. v. pharmazeutischen Erzeugnissen	0,0	0,0	0,0	0,0
24 (ohne 24.4)	H. v. chemischen Erzeugnissen (oh. pharmaz. Erzeugnissen)	211,1	202,3	544,0	521,4
25.1	H. v. Gummiwaren	6,0	5,7	15,3	14,6
25.2	H. v. Kunststoffwaren	201,4	193,1	607,3	582,2
26.1	H. v. Glas und Glaswaren	12,3	11,8	38,0	36,4
26.2 - 26.8	H. v. Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden	1.534,3	1.470,7	171,6	164,4
27.1. - 27.3	H. v. Roheisen, Stahl, Rohren und Halbzeug daraus	119,4	114,5	135,4	129,8
27.4	H. v. NE-Metallen und Halbzeug daraus	17,6	16,9	55,9	53,6
27.5	H. v. Gießereierzeugnissen	5,9	5,7	19,3	18,5
28	H. v. Metallerzeugnissen	250,5	240,1	837,1	802,4
29	H. v. Maschinen	51,8	49,7	182,3	174,8
30	H. v. Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräten u. -einricht.	5,2	5,0	8,7	8,3
31	H. v. Geräten der Elektrizitätserzeugung, -verteilung u.ä.	50,9	48,8	1.030,9	988,2
32	H. v. Erzeugn. d. Rundf-, Fernseh- u. Nachrichtentechnik	3,4	3,2	9,9	9,5
33	H. v. Erzeugn. d. Medizin-, Mess-, Steuer- u. Regelungstechnik	2,4	2,3	8,5	8,1
34	H. v. Kraftwagen und Kraftwagenteilen	18,5	17,7	10,4	10,0
35	H. v. sonst. Fahrzeugen (Wasser-, Schienen-, Luftfz. u.a.)	2,8	2,7	2,3	2,2
36	H. v. Möbeln, Schmuck, Musikinstr., Sportger., Spielw. u.ä.	0,6	0,6	2,4	2,3
37	H. v. Sekundärrohstoffen	8,5	8,2	9,0	8,6
40.1, 40.3	Erzg. und Verteilung von Elektrizität und Fernwärme	89,2	85,5	78,7	75,4
40.2	Erzg. und Verteilung von Gasen	19,1	18,3	12,6	12,1
41	Gew. und Verteilung von Wasser	15,2	14,6	11,8	11,3
45.1 - 45.2	Vorb. Baustellenarbeiten, Hoch- u. Tiefbauarbeiten	12.139,2	12.147,2	35,7	35,7

Anlage 7

CPA ¹⁾	Produktionsbereich	1 Mrd. € Umsatz im Hoch- und Tiefbau		1 Mrd. € Umsatz im Ausbaugewerbe	
		2005	2006	2005	2006
45.3 - 45.5	Bauinstallations- und sonst. Bauarbeiten	387,2	387,4	12.739,1	12.747,5
50	Handelsleist. m. Kfz; Rep. an Kfz; Tankleistungen	71,5	71,7	61,5	61,7
51	Handelsvermittlungs- und Großhandelsleistungen	556,4	558,2	986,2	989,3
52	Einzelhandelsleistungen; Rep. an Gebrauchsgütern	62,4	62,6	136,6	137,0
55	Beherbergungs- und Gaststätten-DL	14,5	14,6	15,4	15,5
60.1	Eisenbahn-DL	12,1	12,2	13,4	13,4
60.2 - 60.3	Sonst. Landv.leist., Transportleistungen in Rohrfernleitungen	151,9	152,4	104,8	105,2
61	Schifffahrtsleistungen	8,0	8,0	5,2	5,2
62	Luffahrtleistungen	18,2	18,2	18,9	18,9
63	DL bezügl. Hilfs- und Nebentätigkeiten f. d. Verkehr	166,8	167,3	215,1	215,8
64	Nachrichtenübermittlungs-DL	111,2	111,6	202,0	202,7
65	DL der Kreditinstitute	409,9	411,3	348,3	349,4
66	DL der Versicherungen (oh. Sozialversicherung)	51,1	51,2	46,4	46,6
67	DL des Kredit- und Versicherungshilfsgewerbes	42,0	42,1	39,3	39,4
70	DL d. Grundstücks- und Wohnungswesens	1.593,4	1.598,5	483,4	485,0
71	DL der Vermietung bewegl. Sachen (oh. Personal)	579,0	580,9	291,3	292,2
72	DL der Datenverarbeitung und von Datenbanken	39,7	39,9	50,6	50,8
73	Forschungs- und Entwicklungsleistungen	9,2	9,2	9,1	9,1
74	Unternehmensbezogene DL	1.091,5	1.095,0	939,5	942,5
75.1 - 75.2	DL der öffentlichen Verwaltung, Verteidigung	126,2	126,6	54,6	54,8
75.3	DL der Sozialversicherung	0,0	0,0	0,0	0,0
80	Erziehungs- u. Unterrichts-DL	34,7	34,8	36,0	36,1
85	DL des Gesundheits-, Veterinär- und Sozialwesens	0,4	0,4	0,6	0,6
90	Abwasser-, Abfallbeseitig.- u. sonst. Entsorg.leist.	44,9	45,1	47,8	48,0
91	DL von Interessenvertretungen, Kirchen u.ä.	42,5	42,6	61,2	61,4
92	Kultur-, Sport- u. Unterhaltungs-DL	39,0	39,2	34,4	34,5
93	Sonstige DL	31,8	31,9	32,0	32,1
95	DL privater Haushalte	0,0	0,0	0,0	0,0
	Summe über alle Produktionsbereiche	21.359	21.240	21.397,0	21.239

1) Statistische Güterklassifikation in Verbindung mit den Wirtschaftszweigen in der Europäischen Gemeinschaft

Tabelle 2 Beschäftigungseffekte in Personenjahren je 1 Mrd. € Nettoumsatz im Baugewerbe nach Produktionsbereichen

In der letzten Zeile der vorstehenden Tabelle steht der Wert des insgesamt durch eine Nettoinvestition von 1 Mrd. € ausgelösten Beschäftigungseffektes, rund 21.400 Personenjahre (PJ) im Jahr 2005 und rund 21.200 PJ im Jahr 2006. Die Unterschiede zwischen den Investitionen, die vom Hoch- und Tiefbau ausgeführt werden, und denjenigen, die vom Ausbaugewerbe ausgeführt werden, sind im Endeffekt unbedeutend. Schaut man allerdings in die einzelnen Felder der Spalten, so sind doch große Unterschiede bezüglich der Beschäftigungseffekte zu erkennen, die in den einzelnen Vorleistungs-Branchen anfallen. In den beiden farblich markierten Zeilen des Baugewerbes können die direkten Beschäftigungseffekte, die von einer Investition in Höhe von 1 Mrd. im jeweiligen Produktionsbereich ausgelöst werden, abgelesen werden. Sie liegen im Hoch- und Tiefbau bei rund 12.100 PJ, im Ausbaugewerbe mit rund 12.700 PJ leicht darüber.

Die Unterschiede zwischen den Werten für die Jahre 2005 und 2006 erklären sich durch die branchenspezifische Entwicklung der Arbeitsproduktivität, wie sie auf Basis neuester

Anlage 7

Daten des Statistischen Bundesamtes (2007) ermittelt wurde und in Tabelle 3 dargestellt ist. Die Entwicklung zwischen 2002 und 2005 ist dabei schon statistisch belegt, die weitere Entwicklung bis 2006 wurde unter Annahme einer linearen Entwicklung geschätzt. Das Ergebnis zeigt für das Baugewerbe nur eine minimale Verringerung der Arbeitsproduktivität um 0,18% (2005) bzw. 0,27% (2006) gegenüber 2002, die die Summe aus einer erhöhten Arbeitsproduktivität pro Arbeitsstunde und einer verringerten durchschnittlichen jährlichen Arbeitszeit der Beschäftigten im Baugewerbe ist.

Arbeitsproduktivität = Bruttowertschöpfung je Erwerbstätigen in €/a				
		2002	2005	2006(S)
Land- u. Forstwirtschaft, Fischerei	jew. €	24.513	23.424	23.060
Produzierendes Gewerbe o. Baugewerbe	jew. €	56.817	65.294	68.119
Baugewerbe	jew. €	36.404	36.337	36.315
Öffentliche und private Dienstleister	jew. €	38.820	38.448	38.324
Land- u. Forstwirtschaft, Fischerei	%	100,00	95,55	94,07
Produzierendes Gewerbe o. Baugewerbe	%	100,00	114,92	119,89
Baugewerbe	%	100,00	99,82	99,75
Öffentliche und private Dienstleister	%	100,00	99,04	98,72

Tabelle 3 Branchenspezifische Entwicklung der Arbeitsproduktivität 2002-2006

2006 = Schätzung unter der Annahme einer linearen Fortsetzung der Entwicklung 2002-2005

2. Schätzung der Beschäftigungseffekte in den Bundesländern

Für die Verteilung der Beschäftigungseffekte auf die Bundesländer wurden zwei Annahmen getroffen:

- Der „lokale“ Beschäftigungsanteil aus Handwerk/Baugewerbe, Handel und Dienstleistungen schlägt sich vollständig im Bundesland des Investitionsortes nieder. In den nachfolgenden Tabellen 4 und 5 wird dieser Beschäftigungsanteil entsprechend der Länderanteile des Investitionsvolumens verteilt (Spalte 3).
- Der Beschäftigtenanteil aus der Herstellung von Vorprodukten wie z. B. Heizkesseln oder Dämmstoffen verteilt sich auf alle Bundesländer entsprechend ihres Anteils an den Beschäftigten im Sektor Bergbau und Verarbeitendes Gewerbe, wie er vom Statistischen Bundesamt für 2004 angegeben wurde (Spalten 4 und 5 in den Tabellen 4 und 5). In den Tabellen 4 und 5 werden 20 % des Gesamtbeschäftigungseffektes nach der regionalen Verteilung des Verarbeitenden Gewerbes den Bundesländern zugeordnet (jeweils Spalte 6).

Der gesamte Beschäftigungseffekt eines Landes ergibt sich als Summe aus dem lokalen Beschäftigungsanteil (Spalte 3) und dem „überregionalen“ Beschäftigungsanteil (Spalte 6) aus dem Verarbeitenden Gewerbe.

Vor allem die erste Annahme ist für die kleineren Bundesländer, insbesondere die Stadtstaaten, nicht unproblematisch, da hier auch ein Teil der direkten Beschäftigungseffekte in die Nachbarländer fließen. Allerdings liegen uns keine Zusatzinformationen über die Verteilung der Beschäftigungseffekte vor, so dass die vorgenannte Annahme notwendig ist,

Anlage 7

um überhaupt zu Aussagen zu gelangen.

Der Rechengang ist für das Jahr 2005 in Tabelle 4 und für das Jahr 2006 in Tabelle 5 dargestellt.

I. Bundesland des Investitionsortes	Anteil des Investitionsvolumens	"lokaler" Beschäftigungsanteil = Baugewerbe plus Handel plus Dienstleistungen =80% von 35.570 PJ	Beschäftigte im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe 2004, in 1.000 Pers. Quelle: Stat. Jahrbuch 2006, S. 360	Beschäftigte im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe 2004 Prozentualer Anteil	Beschäftigungsanteil durch Vorprodukte: Aufteilung nach der Verteilung VG im Bundesgebiet =20% von 35.570 PJ	Ergebnis: Abschätzung der Beschäftigung in den Ländern in PJ
Baden-Württemberg	20,81%	4.494	1202	20,28%	1.095	5.589
Bayern	21,35%	4.612	1151	19,42%	1.049	5.661
Berlin	4,07%	878	99	1,67%	90	969
Brandenburg	1,75%	378	84	1,42%	77	454
Bremen	0,36%	78	58	0,98%	53	131
Hamburg	2,08%	449	93	1,57%	85	534
Hessen	6,89%	1.489	413	6,97%	376	1.866
Mecklenburg-Vorpommern	0,94%	204	50	0,84%	46	249
Niedersachsen	8,35%	1.805	519	8,76%	473	2.278
Nordrhein-Westfalen	19,28%	4.164	1273	21,48%	1.160	5.324
Rheinland-Pfalz	3,76%	811	274	4,62%	250	1.061
Saarland	0,87%	188	98	1,65%	89	277
Sachsen	3,65%	788	230	3,88%	210	998
Sachsen-Anhalt	1,99%	429	111	1,87%	101	530
Schleswig-Holstein	2,76%	596	125	2,11%	114	709
Thüringen	1,10%	237	147	2,48%	134	371
Summe 2005	100,00%	21.600	5927	100,00%	5.400	27.000

Tabelle 4 Berechnung der Beschäftigungseffekte der Länder 2005

Anlage 7

I. Bundesland des Investitionsortes	Anteil des Investitionsvolumens	"lokaler" Beschäftigungsanteil = Baugewerbe plus Handel plus Dienstleistungen =80% von 81.878 PJ	Beschäftigte im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe 2004, in 1.000 Pers. Quelle: Stat. Jahrbuch 2006, S. 360	Beschäftigte im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe 2004 Prozentualer Anteil	Beschäftigungsanteil durch Vorprodukte: Aufteilung nach der Verteilung VG im Bundesgebiet =20% von 81.878 PJ	Ergebnis: Abschätzung der Beschäftigung in den Ländern in PJ
Baden-Württemberg	18,79%	9.772	1202	20,28%	2.636	12.409
Bayern	18,06%	9.389	1151	19,42%	2.525	11.913
Berlin	4,03%	2.097	99	1,67%	217	2.314
Brandenburg	2,25%	1.172	84	1,42%	184	1.356
Bremen	0,53%	277	58	0,98%	127	404
Hamburg	1,81%	940	93	1,57%	204	1.144
Hessen	6,82%	3.544	413	6,97%	906	4.450
Mecklenburg-Vorpommern	1,67%	866	50	0,84%	110	976
Niedersachsen	8,36%	4.347	519	8,76%	1.138	5.485
Nordrhein-Westfalen	20,74%	10.785	1273	21,48%	2.792	13.577
Rheinland-Pfalz	3,46%	1.800	274	4,62%	601	2.401
Saarland	0,66%	342	98	1,65%	215	556
Sachsen	4,74%	2.463	230	3,88%	504	2.968
Sachsen-Anhalt	1,79%	930	111	1,87%	243	1.173
Schleswig-Holstein	4,91%	2.556	125	2,11%	274	2.830
Thüringen	1,39%	721	147	2,48%	322	1.043
Summe 2006	100,00%	52.000	5927	100,00%	13.000	65.000

Tabelle 5 Berechnung der Beschäftigungseffekte der Länder 2006

3. Schätzung der Beschäftigungseffekte im Mittelstand

Das Institut für Mittelstandsforschung hat im Jahr 2004 in [IfM 2004] für eine große Zahl von Branchen Angaben dazu veröffentlicht, welche Umsatzanteile im Jahr 2002 auf Unternehmen des Mittelstands („SME“ = Small and Medium Enterprises) entfielen und welchen Anteil der Mittelstand nach der Anzahl der Unternehmen hatte. Vgl. dazu die Tabelle 6. Dabei gehören alle Unternehmen zum Mittelstand, die weniger als 500 Beschäftigte haben und deren Jahresumsatz unter 50 Mio. € liegt.

Leider gibt es keine Information zu den Beschäftigtenanteilen des Mittelstands in den einzelnen Branchen. Zur Berechnung der Beschäftigungseffekte, die die hier betrachteten Investitionen aus den KfW-Programmen im Mittelstand auslösen, wurden deshalb die mit Hilfe der Input-Output-Analyse ermittelten Beschäftigungseffekte der einzelnen Branchen mit dem jeweiligen branchenspezifischen Umsatzanteil des Mittelstands multipliziert und anschließend addiert. Dabei wurde implizit unterstellt, dass kleine und mittelgroße Unternehmen den gleichen Umsatz pro Beschäftigten haben wie größere Unternehmen. In der Realität dürfte der Umsatz pro Beschäftigten im Mittelstand eher niedriger sein als in Großunternehmen. Allerdings gibt es dazu keine konkreten, sektorspezifischen Daten, so dass eine genauere Abschätzung der Beschäftigungswirkungen der hier untersuchten KfW-Kreditprogramme auf Klein- und Mittelstandsunternehmen nicht möglich ist. Im Ergebnis dürfte die angewandte Methode zu einer gewissen Unterschätzung des Beschäftigungsanteils des Mittelstands geführt haben.

Anlage 7

Name	Kategorie (NACE Rev. 1.1)	Anteil SMEs an allen Unter- nehmen, 2002, in %	Anteil SMEs am Gesamt- umsatz der Branche, 2002, in %
Ernährungsgewerbe	15	NA	NA
Textilgewerbe	17	99,2	60,5
Bekleidungsgewerbe	18	99,0	47,6
Ledergewerbe	19	99,3	41,6
Holzgewerbe (oh. H. v. Möbeln)	20	99,7	70,2
Papiergewerbe	21	95,4	29,7
Verglas-, Druckgewerbe, Vervielfältigung v. bespielten Ton-, Bild- u. Datenträgern	22	99,3	51,0
Kokerei, Mineralölverarbeitung, H. u. Verarb. v. Spalt- u. Brutstoffen	23	82,8	0,7
Chemische Industrie	24	94,4	13,0
H. v. Gummi- u. Kunststoffwaren	25	97,9	41,9
Glasgewerbe, Keramik, Verarbeitung v. Steinen u. Erden	26	99,3	53,9
Metallerzeugung u. -bearbeitung	27	96,7	15,1
H. v. Metallerzeugnissen	28	99,5	67,1
Maschinenbau	29	98,2	38,2
H. v. Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräten u. -einrichtungen	30	99,2	18,5
H. v. Geräten der Elektrizitätserzeugung, -verteilung u.ä.	31	98,1	23,0
Rundfunk-, Fernseh- u. Nachrichtentechnik	32	98,0	24,0
Medizin-, Mess-, Steuer- u. Regelungstechnik, Optik	33	99,3	46,9
H. v. Kraftwagen u. Kraftwagenteilen	34	95,5	3,3
Sonstiger Fahrzeugbau	35	97,8	17,3
H. v. Möbeln, Schmuck, Musikinstrumenten, Sportgeräten, Spielwaren u. sonst. Erzeugn.	36	99,6	63,3
Recycling	37	99,4	64,5
Energieversorgung	40	NA	NA
Wasserversorgung	41	NA	NA
Baugewerbe	45	99,9	82,9
Kraftfahrzeughandel; Instandhaltung u. Reparatur v. Kraftfahrzeugen; Tankstellen	50	99,7	66,6
Handelsvermittlung u. Großhandel (oh. Handel mit Kraftfahrzeugen)	51	99,0	37,5
Einzelhandel (oh. Handel mit Kfz u. oh. Tankstellen); Reparatur v. Gebrauchsgütern	52	99,9	47,9
Gastgewerbe	55	100,0	90,0
Landverkehr; Transport in Rohrfernleitungen	60	99,9	60,0
Schifffahrt	61	99,4	76,6
Luftfahrt	62	97,1	8,1
Hilfs- u. Nebentätigkeiten für den Verkehr; Verkehrsvermittlung	63	99,5	48,9
(Post and Telecommunications)	64	99,4	3,2
Mit dem Kredit- u. Versicherungsgewerbe verbundene Tätigkeiten	67	NA	NA
Gründstücks- u. Wohnungswesen	70	99,9	77,6
Vermietung beweglicher Sachen oh. Bedienpersonal	71	99,8	50,6
Datenverarbeitung u. Datenbanken	72	99,8	61,2
Forschung u. Entwicklung	73	99,8	58,9
Erbringung v. Dienstleistungen überwiegend für Unternehmen	74	99,9	56,0
Öffentliche Verwaltung, Verteidigung, Sozialversicherung	75	NA	NA
Erziehung u. Unterricht	80	NA	NA
Gesundheits-, Veterinär- u. Sozialwesen	85	NA	NA
Abwasser- u. Abfallbeseitigung u. sonstige Entsorgung	90	99,0	67,0
Kultur, Sport u. Unterhaltung	92	99,9	52,5
Erbringung v. sonstigen Dienstleistungen	93	100,0	89,6

Quelle: Institut für Mittelstandsforschung Bonn (2004). *SMEs in Germany. Facts and Figures 2004*, S. 8 und 9

Tabelle 6 Die Bedeutung des Mittelstands nach Branchen im Jahr 2002

4. Schätzung der Beschäftigungseffekte in Stadt und Land

Das Vorgehen bei der Schätzung der Aufteilung der Beschäftigungseffekte auf Stadt und Land ist im Gutachten selbst ausführlich dargestellt. Deshalb gibt es an dieser Stelle nur eine kurze Ergänzung.

Die örtliche Verteilung der Investitionsvolumina auf die Gebietstypen konnte relativ einfach geschätzt werden. Für die Ermittlung der Verteilung der Beschäftigungseffekte mussten dagegen etliche Annahmen getroffen werden, da die Gebietstypen regional stark gemischt sind: In 50 km Entfernung vom Investitionsort, z. B. einer städtischen Gemeinde, kann es auch ländliche und halbstädtische Gemeinden geben, in der Unternehmen ihren

Anlage 7

Sitz haben, die den „regionalen“ Umsatz machen. Da es keine Daten über die Richtung und Stärke der regionalen Geldflüsse gibt und das Projekt keinen Spielraum für diesbezügliche Untersuchungen ließ, mussten verschiedene Plausibilitätsannahmen getroffen werden. Die wichtigste betraf die Frage, wie viel Prozent des Investitionsvolumens aus einem Gebietstyp (Investitionsort) an einen anderen Gebietstyp (Sitz des ausführenden Unternehmens) fließt (vgl. Tabelle 7). Die Werte beruhen zum Teil auf der Auswertung der im Rahmen dieser Untersuchung durchgeführten Befragung der Kreditnehmer, wie weit entfernt vom Investitionsort die beauftragten Unternehmen ihren Sitz hatten, und zum Teil auf Annahmen über die „Verwobenheit“ von städtischen, halbstädtischen und ländlichen Gebieten. Es wurde als „Normalfall“ unterstellt, dass zwischen städtischen und ländlichen Gebieten der Regionstyp „Halbstädtisch“ mit mittlerer Bevölkerungsdichte anzutreffen ist. Ansonsten wurde unterstellt, dass an den jeweils direkt benachbarten Regionstyp 10% der Umsätze abgegeben werden und an den weiter entfernten Regionstyp 5%. Daraus ergibt sich für den Umsatzanteil, der innerhalb der halbstädtischen Regionen verbleibt, ein mit 80% leicht niedrigerer Wert als im städtischen und im ländlichen Regionstyp mit jeweils 85%, weil sich die halbstädtischen Gebiete zwischen Stadt und Land befinden und somit nach „beiden“ Seiten Umsätze abgeben.

Gebietstyp der Herkunftsregion = Investitionsort	Geschätzte Aufteilung der Umsätze nach der Zielregion = Sitz der ausführenden Unternehmen		
	Städtisch	Halbstädtisch	Ländlich
Städtisch	85%	10%	5%
Halbstädtisch	10%	80%	10%
Ländlich	5%	10%	85%
Zusammen	100%	100%	100%

Tabelle 7 Umsatzverflechtung von Regionstypen

Diese Umsatzverflechtung wurde nur für 80 % des Investitionsvolumens unterstellt, nämlich für die Dienstleistungen und Produkte, die von den direkt beauftragten Unternehmen erstellt wurden. Für 20 % des Investitionsvolumens wurde dagegen unterstellt, dass es sich um Materiallieferungen wie Dämmstoffe oder Heizungsgeräte handelt, die aus überregionalen Quellen bezogen werden. Wegen der Konzentration des Produzierenden Gewerbes in städtischen und halbstädtischen Gebieten wurde hierfür eine andere Verteilung angenommen: städtisch = 60 %, halbstädtisch = 30 %, ländlich = 10 %.