

Arbeitsgemeinschaft



Institut Wohnen und Umwelt GmbH
Rheinstraße 65
64295 Darmstadt

– Federführung –

Bremer **Energie** Institut 

Bremer Energie Institut
College Ring 2
28759 Bremen

Auftraggeber

KfW-Bankengruppe

Gutachten

**Monitoring der KfW-Programme
„Energieeffizient Sanieren“ 2010 und
„Ökologisch / Energieeffizient Bauen“
2006 - 2010**

Autoren:

Institut Wohnen und Umwelt, Darmstadt

Dr.-Ing. Nikolaus Diefenbach

Dipl.-Phys. Tobias Loga

Bremer Energie Institut

Dr. rer.pol. Jürgen Gabriel

Dipl.-Ing. Max Fette

23. November 2011

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|----|
| Kurzfassung | 11 |
| Einleitung | 19 |
| I Das KfW-Programm „Energieeffizient Sanieren“ 2010 | 21 |
| I.1 Übersicht über das Förderprogramm..... | 21 |
| I.2 Datenerhebung und Berechnungsgrundlagen..... | 22 |
| I.3 Ermittlung der Energieeinsparungen und Treibhausgas-Minderungen | 23 |
| I.4 Modernisierungsfortschritt: Zustand vor der Modernisierung und durchgeführte Energiesparmaßnahmen..... | 33 |
| I.5 Heizkosteneinsparung in der Nutzungsdauer der geförderten Investitionen | 51 |
| I.6 Beschäftigungseffekte und Multiplikatorwirkung..... | 56 |
| II Die KfW-Programme „Ökologisch Bauen“ und „Energieeffizient Bauen“ 2006 - 2010 | 65 |
| II.1 Übersicht über die Förderprogramme..... | 65 |
| II.2 Datenerhebung und Berechnungsgrundlagen..... | 66 |
| II.3 Ermittlung der Energieeinsparungen und Treibhausgas-Minderungen | 67 |
| II.4 Durchgeführte Maßnahmen zur Erreichung der geförderten Neubau-Standards | 74 |
| II.5 Heizkosteneinsparungen in der Nutzungsdauer der geförderten Investitionen | 84 |
| II.6 Beschäftigungseffekte und Multiplikatorwirkung..... | 89 |
| III Definitionen / Abkürzungen | 95 |
| IV Literaturverzeichnis | 96 |

Anlagen

| | |
|----------|---|
| Anlage 1 | Fragebogen „Energieeffizient Sanieren“ |
| Anlage 2 | Fragebogen „Ökologisch Bauen“ |
| Anlage 3 | Fragebogen „Energieeffizient Bauen“ |
| Anlage 4 | Grundlagen zur Ermittlung von Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen |
| Anlage 5 | Erläuterungen zur Methodik der Beschäftigungsanalyse |

Abbildungen

| | | |
|--------------|--|----|
| Abbildung 1 | Energieeffizient Sanieren / CO ₂ -Gebäudesanierungsprogramm: Zeitliche Entwicklung der Treibhausgasminderung seit 2006 (Förderfälle seit 2005), Extrapolation bis 2012 | 14 |
| Abbildung 2 | Ökologisch / Energieeffizient Bauen: Zeitliche Wirkung der Treibhausgasminderung gegenüber dem Referenzfall EnEV seit 2007 (Förderfälle seit 2006), Extrapolation bis 2012 | 17 |
| Abbildung 3 | Energieeffizient Sanieren / CO ₂ -Gebäudesanierungsprogramm: Zeitliche Entwicklung der Treibhausgasminderung seit 2006 (Förderfälle seit 2005), Extrapolation bis 2012 | 27 |
| Abbildung 4 | Energieeffizient Sanieren 2010: Anteil nachträglich wärmegeämmter Gebäudebauteile vor und nach Modernisierung (alle Fälle der Stichprobe)..... | 34 |
| Abbildung 5 | Energieeffizient Sanieren 2010: Anteil nachträglich wärmegeämmter Gebäudebauteile vor und nach Modernisierung (KfW-Effizienzhäuser) | 35 |
| Abbildung 6 | Energieeffizient Sanieren 2010: Dämmstoffstärken durchgeführten Modernisierungsmaßnahmen (gesamte Stichprobe, tatsächliche Dämmstoffdicke ohne Berücksichtigung der Wärmeleitfähigkeit)..... | 36 |
| Abbildung 7 | KfW-Modernisierungsförderung Wärmeschutz 2002-2010: Mittlere Dämmstoffdicken modernisierter Bauteile im Programm „Energieeffizient Sanieren“ (früher: „KfW-CO ₂ -Gebäudesanierungsprogramm“) Auswertung derjenigen Fälle, in denen die jeweiligen Maßnahmen durchgeführt wurden, bezogen auf eine mittlere Wärmeleitfähigkeit von 0,04 W/mK | 39 |
| Abbildung 8 | Energieeffizient Sanieren 2010: Anteile der Verglasungsarten vor Modernisierung bezogen auf die Fensterfläche vor Modernisierung | 40 |
| Abbildung 9 | Energieeffizient Sanieren 2010: Anteile der Verglasungsarten nach Modernisierung bezogen auf die Fensterfläche nach Modernisierung | 41 |
| Abbildung 10 | Energieeffizient Sanieren 2010: Erneuerung der Heizung im Rahmen der Nutzung des CO ₂ -Gebäudesanierungsprogramms links: gesamte Stichprobe rechts: KfW-Effizienzhäuser separat | 42 |
| Abbildung 11 | Energieeffizient Sanieren 2010: Art des Hauptwärmeerzeugers der Zentral-/Etagenheizung vor der Modernisierung | 44 |
| Abbildung 12 | Energieeffizient Sanieren 2010: Art der Ofenheizung vor der Modernisierung | 44 |
| Abbildung 13 | Energieeffizient Sanieren 2010: Art des (Haupt-)Wärmeerzeugers, wenn der vorhandene Wärmeerzeuger beibehalten wurde | 45 |
| Abbildung 14 | Energieeffizient Sanieren 2010: Art des (Haupt-)Wärmeerzeugers nach der Modernisierung, wenn der Wärmeerzeuger modernisiert wurde..... | 46 |

| | | |
|--------------|--|----|
| Abbildung 15 | Energieeffizient Sanieren 2010: Art des Warmwasserbereitungssystems vor der Modernisierung | 47 |
| Abbildung 16 | Energieeffizient Sanieren 2010: Art des Warmwasserbereitungssystems nach der Modernisierung | 48 |
| Abbildung 17 | Energieeffizient Sanieren 2010: Einbau neuer Solaranlagen zur Warmwasserbereitung (Solar WW) bzw. zur kombinierten Heizungsunterstützung und Warmwasserbereitung (Solar H + WW) | 49 |
| Abbildung 18 | Energieeffizient Sanieren 2010: Baujahr der geförderten Ein-/Zweifamilienhäuser (EZFH) | 50 |
| Abbildung 19 | Energieeffizient Sanieren 2010: Baujahr der geförderten Mehrfamilienhäuser | 50 |
| Abbildung 20 | Energieeffizient Sanieren 2010: Umsatzeffekte des Programms | 63 |
| Abbildung 21 | Ökologisch / Energieeffizient Bauen: Zeitliche Wirkung der Treibhausgasminde- rung gegenüber dem Referenzfall EnEV, Extrapolation bis 2012 | 71 |
| Abbildung 22 | Ökologisch / Energieeffizient Bauen 2006 - 2010: Anteile verschiedener Bauweisen der Außenwand | 75 |
| Abbildung 23 | Ökologisch / Energieeffizient Bauen 2006 - 2010: Überwiegende verwendeter Energieträger der Beheizung (bezogen auf die Gebäudezahl) | 78 |
| Abbildung 24 | Ökologisch / Energieeffizient Bauen 2006 - 2010: Einsatz von Solaranlagen (Photovoltaikanlagen und / oder solarthermische Anlagen)..... | 80 |
| Abbildung 25 | Ökologisch / Energieeffizient Bauen 2006 - 2010: Einsatz von solarthermischen Anlagen zur Warmwasserbereitung (Solar WW) bzw. zur kombinierten Heizungsunterstützung und Warmwasserbereitung (Solar H + WW)..... | 80 |
| Abbildung 26 | Ökologisch / Energieeffizient Bauen 2006 - 2010: Einsatz von Lüftungsanlagen mit bzw. ohne Wärmerückgewinnung | 81 |
| Abbildung 27 | Förderjahr 2010: Beschäftigungseffekte in Personenjahren..... | 90 |
| Abbildung 28 | Beschäftigungseffekte im Mittelstand | 91 |
| Abbildung 29 | Beschäftigungseffekte nach Branchen in Personenjahren | 93 |
| Abbildung 30 | Umsatzeffekte des Programms „Energieeffizient Bauen“ 2006 bis 2010 | 94 |

Tabellen

| | | |
|------------|--|----|
| Tabelle 1 | Energieeffizient Sanieren 2010: Hochgerechneter Endenergiebedarf und Endenergieeinsparung 1 GWh (Gigawattstunde) = 1 Mio. kWh (Kilowattstunden)..... | 12 |
| Tabelle 2 | Energieeffizient Sanieren / CO ₂ -Gebäudesanierungsprogramm: Kennwerte der Förderung 2005 - 2010..... | 15 |
| Tabelle 3 | Ökologisch / Energieeffizient Bauen 2006 - 2010: Hochgerechneter Endenergiebedarf und Einsparungen gegenüber der Referenz EnEV 1 GWh (Gigawattstunde) = 1 Mio. kWh (Kilowattstunden)..... | 16 |
| Tabelle 4 | Ökologisch / Energieeffizient Bauen: Kennwerte der Förderung 2006 – 2010..... | 18 |
| Tabelle 5 | Energieeffizient Sanieren 2010: Vergleich von KfW-Förderstatistik und Stichprobe für die einzelnen Schichten * In dieser Schicht wurden das KfW-Effizienzhaus EnEV 2009, das KfW-Effizienzhaus 50 EnEV 2007 und das KfW-Effizienzhaus 55 EnEV 2009 zusammengefasst..... | 24 |
| Tabelle 6 | Energieeffizient Sanieren 2010: Hochgerechneter Endenergiebedarf der geförderten Gebäude vor und nach der Modernisierung sowie Endenergieeinsparung 1 GWh/a (Gigawattstunde pro Jahr) = 1 Mio. kWh/a (Kilowattstunden pro Jahr) Bei Brennstoffen beziehen sich die Angaben auf den Heizwert H _i | 25 |
| Tabelle 7 | Energieeffizient Sanieren 2010 : Summe des Endenergiebedarfs der geförderten Gebäude nach Energieträgern vor und nach der Modernisierung sowie Endenergieeinsparung..... | 26 |
| Tabelle 8 | Energieeffizient Sanieren 2010: Hochgerechnete Treibhausgas-Emissionsminderung (CO ₂ -Äquivalente) in kg CO _{2e} /a bzw. t CO _{2e} /a..... | 26 |
| Tabelle 9 | Energieeffizient Sanieren 2010: Durch die geförderten Gebäudemodernisierungen erreichte CO ₂ -Reduktion und Endenergieeinsparung nach Bundesländern (Aufteilung nach Anzahl der geförderten Wohnungen)..... | 29 |
| Tabelle 10 | Sonderförderung Energieeffizient Sanieren 2010: Förderfälle mit Austausch Nachtstromspeicherheizung bzw. Optimierung der Wärmeverteilung..... | 30 |
| Tabelle 11 | Energieeffizient Sanieren 2010: Anteile verschiedener Wärmeleitfähigkeitsgruppen..... | 36 |
| Tabelle 12 | Energieeffizient Sanieren 2010: Vergleich der bedingten Anforderungen der EnEV 2007 an die Bauteil-U-Werte für Bestandsgebäude mit den Ergebnissen der Stichprobe des CO ₂ -Gebäudesanierungsprogramms..... | 37 |
| Tabelle 13 | Energieeffizient Sanieren 2010: Vergleich der bedingten Anforderungen der bis Herbst 2009 gültigen EnEV 2007 an die | |

| | | |
|------------|--|----|
| | Bauteil-U-Werte für Bestandsgebäude mit den Ergebnissen der Stichprobe des CO ₂ -Gebäudesanierungsprogramms..... | 38 |
| Tabelle 14 | Energieeffizient Sanieren 2010: Anteil Zentralheizungen..... | 43 |
| Tabelle 15 | Annahmen zu realen jährlichen Preissteigerungsraten für Energieträger in Prozent pro Jahr..... | 52 |
| Tabelle 16 | Geschätzte reale Energiepreise der Verbraucher in Euro pro MWh (inkl. MwSt.) 2008-2045..... | 53 |
| Tabelle 17 | Geschätzte nominale Energiepreise der Verbraucher in Euro pro MWh (inkl. MwSt.) 2008-2045..... | 53 |
| Tabelle 18 | Energieeffizient Sanieren: Heizkostensparnis für das Förderjahr 2010 im Jahr 2011 in 1.000 €..... | 54 |
| Tabelle 19 | Energieeffizient Sanieren: Heizkosteneinsparung der Förderfälle des Jahres 2010, real und nach Diskontierung..... | 55 |
| Tabelle 20 | Energieeffizient Sanieren 2010: Beschäftigungseffekte | 58 |
| Tabelle 21 | Energieeffizient Sanieren 2010: Gesamtbeschäftigungseffekte nach Bundesländern | 59 |
| Tabelle 22 | Energieeffizient Sanieren 2010: Beschäftigungseffekte im Mittelstand..... | 59 |
| Tabelle 23 | Energieeffizient Sanieren 2010: Aufteilung der Beschäftigungseffekte auf Arbeitnehmer und Selbständige | 60 |
| Tabelle 24 | Gebietstypologie nach dem Grad der Verstädterung..... | 60 |
| Tabelle 25 | Energieeffizient Sanieren 2010: Gebietstypische Verteilung von Aufträgen | 61 |
| Tabelle 26 | Energieeffizient Sanieren 2010: Hochrechnung Beschäftigungseffekte nach Gebietstypen..... | 62 |
| Tabelle 27 | Ökologisch / Energieeffizient Bauen 2006 - 2010: Ausgesendete Fragebögen und Rücklauf (ohne Zusatzerhebung) | 66 |
| Tabelle 28 | Ökologisch / Energieeffizient Bauen 2006 - 2010: Vergleich von KfW-Förderstatistik und Stichprobe für die in der Auswertung verwendeten sieben Schichten | 68 |
| Tabelle 29 | Ökologisch / Energieeffizient Bauen 2006 - 2010: Anzahl der geförderten Wohnungen nach Jahren | 69 |
| Tabelle 30 | Ökologisch / Energieeffizient Bauen 2006 - 2010: Endenergiebilanz des gesamten Förderzeitraums nach Energieträgern 1 GWh (Gigawattstunde) = 1 Mio. kWh (Kilowattstunden) | 69 |
| Tabelle 31 | Ökologisch / Energieeffizient Bauen 2006 - 2010: Endenergiebilanz | 69 |
| Tabelle 32 | Ökologisch / Energieeffizient Bauen 2006 - 2010: Endenergieeinsparungen nach Energieträgern | 70 |
| Tabelle 33 | Energieeffizient Bauen 2010: Endenergiebilanz nach Energieträgern | 70 |

| | | |
|-------------|--|----|
| Tabelle 34 | Ökologisch / Energieeffizient Bauen 2006 - 2010: Treibhausgasemissionen (CO ₂ -Äquivalente) nach Jahren | 71 |
| Tabelle 35 | Ökologisch / Energieeffizient Bauen 2006 - 2010: Reine CO ₂ -Emissionen im Haushaltssektor | 72 |
| Tabelle 36 | Ökologisch / Energieeffizient Bauen 2006 - 2010: Reine CO ₂ -Emissionen im Emissionshandelssektor | 72 |
| Tabelle 37 | Ökologisch / Energieeffizient Bauen 2006 - 2010: Aufteilung der Endenergieeinsparungen und Emissionsminderungen gegenüber dem Referenzfall EnEV auf die einzelnen Bundesländer | 73 |
| Tabelle 38 | Energieeffizient Bauen 2010: Aufteilung der Endenergieeinsparungen und Emissionsminderungen auf die einzelnen Bundesländer | 74 |
| Tabelle 39 | Ökologisch / Energieeffizient Bauen 2006 - 2010: Mittelwerte der Dämmstoffdicken und Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) für verschiedene Bauteile. | 76 |
| Tabelle 40 | Ökologisch / Energieeffizient Bauen 2006 - 2010: Anteile verschiedener Fenstertypen und mittlere U-Werte der Fenster | 77 |
| Tabelle 41 | Ökologisch / Energieeffizient Bauen 2006 - 2010: Zentralisierungsgrad der Wärmeversorgung, Prozentwerte auf die Gebäudezahl (links) bzw. Wohnungszahl (rechts) bezogen | 77 |
| Tabelle 42 | Ökologisch / Energieeffizient Bauen 2006 - 2010: Verwendete Haupt-Energieträger der Wärmeversorgung bezogen auf die Gebäudezahl (links) bzw. Wohnungszahl (rechts) | 78 |
| Tabelle 43 | Ökologisch / Energieeffizient Bauen: Vergleich des Wärmeschutzes der Gebäudehülle für verschiedene Neubaustandards | 82 |
| Tabelle 44 | Ökologisch / Energieeffizient Bauen: Vergleich der Wärmeverorgungsstruktur verschiedener Neubaustandards | 83 |
| Tabelle 45 | Geschätzte reale Energiepreise der Verbraucher in Euro pro MWh (inkl. MwSt.) 2008-2045 | 84 |
| Tabelle 46 | Geschätzte nominale Energiepreise der Verbraucher in Euro pro MWh (inkl. MwSt.) 2008-2045 | 85 |
| Tabelle 47 | Heizkostensparnis für das dem Förderjahr folgende Jahr, nach Förderjahr und Energieträger | 85 |
| Tabelle 48 | Kosteneinsparung der kumulierten Heizenergieeinsparung der Förderfälle von 2006 bis 2010 | 86 |
| Tabelle 49 | Diskontierungsfaktoren für die fünf Förderjahre | 87 |
| Tabelle 50 | Heizkosteneinsparung der Förderfälle des Jahres 2010, real und nach Diskontierung | 87 |
| Tabelle 51 | Summe der Barwerte der Heizkosteneinsparung für alle Förderjahre | 88 |
| Tabelle 52: | Beschäftigungseffekte der Förderprogramme 2006 bis 2010 | 89 |

| | | |
|------------|---|----|
| Tabelle 53 | Gesamtbeschäftigungseffekte nach Bundesländern | 91 |
| Tabelle 54 | Aufteilung der Beschäftigungseffekte auf Arbeitnehmer und Selbständige | 92 |

Kurzfassung

Ziel und Methodik

Bei der Förderung von Energiesparmaßnahmen im Gebäudebestand und im Neubau kommt den Programmen der KfW Bankengruppe eine dominierende Rolle zu. Vor diesem Hintergrund wurde im Auftrag der KfW durch das Institut Wohnen und Umwelt und das Bremer Energie Institut eine Untersuchung zu den geförderten Modernisierungs- und Neubauvorhaben in den Programmen „Energieeffizient Sanieren“ und „Energieeffizient Bauen“ bzw. „Ökologisch Bauen“ durchgeführt. Analysiert wurden dabei

- Art und Umfang der durchgeführten Energiesparmaßnahmen bei Wärmeschutz und Wärmeversorgung
- die Endenergieeinsparung, d. h. die Einsparung der von den Gebäudebewohnern bezogenen Energieträger (z. B. Erdgas, Heizöl, Strom, Fernwärme, Biomasse)
- die Minderung der Treibhausgasemissionen
- die Heizkosteneinsparung
- die Beschäftigungseffekte

Die Ergebnisse für das Programm „Energieeffizient Sanieren“ beziehen sich auf die Förderzusagen des Jahres 2010. Die Förderjahre 2005 bis 2009 waren bereits in früheren Monitoringberichten unter Berücksichtigung des Vorläuferprogramms („CO₂-Gebäude-sanierungsprogramm“) untersucht worden.

Im Fall der Neubauförderung wurde die Untersuchung erstmals durchgeführt. Berücksichtigt wurden die Förderjahre 2006 bis 2010, die zunächst das Vorläuferprogramm „Ökologisch Bauen“, seit 2009 zusätzlich und seit 2010 ausschließlich das Programm „Energieeffizient Bauen“ betreffen.

Wesentliche Basisdaten wurden sowohl bei der Modernisierungs- als auch bei der Neubauförderung durch schriftliche Befragung einer Stichprobe von Fördermittelempfängern geliefert. Darüber hinaus wurden die Statistiken der KfW zu den jeweiligen Förderprogrammen ausgewertet. Zur Ermittlung der quantitativen Ergebnisse zu Energieeinsparungen, Treibhausgasminderungen, Heizkosteneinsparungen und Beschäftigungseffekten wurden Modellrechnungen durchgeführt. Da Stichprobenbefragungen immer mit statistischen Unsicherheiten behaftet sind und Modellrechnungen von den getroffenen Ansätzen abhängen, so dass sie notwendigerweise ein vereinfachtes Abbild der Realität darstellen, sind die im folgenden dokumentierten Ergebnisse nicht als exakte Zahlen, sondern als Anhaltswerte zu verstehen.

Ergebnisse für das Programm „Energieeffizient Sanieren“ 2010

Im Rahmen des Programms werden energiesparende Modernisierungsvorhaben durch zinsgünstige Darlehen bzw. Zuschüsse gefördert. Im Jahr 2010 wurden fast 108.000 Förderzusagen für Maßnahmen an etwa 340.000 Wohnungen erteilt.

Gefördert wurden sowohl Einzelmaßnahmen und Maßnahmenkombinationen als auch Gesamtpakete zur Erreichung eines der verschiedenen KfW-Effizienzhausstandards, bei denen Kennwerte für den Primärenergiebedarf des Gebäudes¹ und den Gesamt-Wärmeschutz der Gebäudehülle eingehalten werden müssen.

In fast 60 % der geförderten Gebäude, bei den KfW-Effizienzhäusern in annähernd 100 % der Fälle, wurden Wärmeschutzmaßnahmen durchgeführt. Die eingehaltenen Qualitätsniveaus (z. B. Dämmstoffdicken) liegen dabei deutlich über den Anforderungen der Energieeinsparung (EnEV) an Bestandsmaßnahmen, auch in ihrer verschärften Fassung vom Herbst 2009.

Eine Erneuerung der Heizung fand in mehr als der Hälfte der Förderfälle statt, bei Erreichung eines KfW-Effizienzhausstandards gilt dies für etwa drei Viertel der Fälle. Thermische Solaranlagen wurden bei 17 % aller geförderten Gebäude bzw. bei 42 % der geförderten KfW-Effizienzhäuser eingebaut. Lüftungsanlagen – diese zumeist mit Wärmerückgewinnung – wurden bei etwa 5 % der Förderfälle insgesamt bzw. bei 19 % der geförderten KfW-Effizienzhäuser installiert.

Tabelle 1 zeigt die Ergebnisse für den Endenergiebedarf der geförderten Gebäude nach Energieträgern. Im Fall des Biomasse ergibt sich eine negative Einsparung, d. h. ein Mehrverbrauch. Der Grund hierfür ist ein Energieträgerwechsel weg von fossilen hin zu erneuerbaren Energiequellen. Insgesamt wird durch die geförderten Modernisierungsvorhaben **eine Endenergieeinsparung von 2.450 Gigawattstunden pro Jahr bzw. 2,45 Mrd. Kilowattstunden pro Jahr** erreicht.

| 2010 | Endenergie in GWh/a | | |
|--------------------------|---------------------|---------------------|--------------|
| | vor Modernisierung | nach Modernisierung | Einsparung |
| Erdgas/Flüssiggas | 3.722 | 2.865 | 856 |
| Heizöl | 2.835 | 1.404 | 1.431 |
| Kohle | 108 | 38 | 70 |
| Biomasse | 225 | 453 | -228 |
| Strom | 679 | 382 | 297 |
| Fernwärme | 308 | 284 | 24 |
| Summe | 7.876 | 5.427 | 2.450 |

Tabelle 1 Energieeffizient Sanieren 2010: Hochgerechneter Endenergiebedarf und Endenergieeinsparung

1 GWh (Gigawattstunde) = 1 Mio. kWh (Kilowattstunden)

¹ Der Primärenergiebedarf berücksichtigt neben dem Endenergiebedarf des Gebäudes auch den vorgelagerten Aufwand (z. B. Energieverluste bei der Stromerzeugung) und stellt daher eine globale Kenngröße für das Gebäude dar, die durch die Wahl des Energieträgers, die Effizienz der Wärmeerzeugung und den Wärmeschutz bestimmt wird. Gleiches gilt auch für die im Folgenden betrachteten Treibhausgas- bzw. CO₂-Emissionen.

Die **Treibhausgas**minderung der im Jahr 2010 geförderten Gebäudemodernisierungen beläuft sich auf einen Wert von etwa **847.000 Tonnen CO_{2e} pro Jahr**. In diesem Wert wurden neben den direkten Emissionen des Treibhausgases CO₂ auch indirekte vorgelagerte Emissionen bei der Gewinnung der eingesetzten Energieträger und die auf CO₂-Äquivalente umgerechneten Emissionen weiterer Treibhausgase berücksichtigt².

In der angegebenen Emissionsminderung und auch in den weiteren Betrachtungen sind diejenigen Förderfälle, die ausschließlich eine Sonderförderung des Programms „Energieeffizient Sanieren“ in Anspruch genommen haben, nicht enthalten. Hierzu zählen Gebäudeeigentümer, die einen Austausch von Nachtstromspeicherheizungen bzw. eine Optimierung der Wärmeverteilung durchgeführt haben. Die zusätzlichen CO₂-Minderungen, die in diesen Fällen durch im Jahr 2010 geförderte Maßnahmen erreicht werden konnten, wurden in einer separaten Untersuchung abgeschätzt. Ihr Betrag kann grob zu 59.000 Tonnen CO_{2e} pro Jahr angegeben werden. Die Endenergieeinsparung beläuft sich auf ungefähr 25 GWh/a.

Betrachtet man die reinen CO₂-Emissionen im Haushaltssektor (d. h. in den Gebäuden selbst), so ergibt sich eine Emissionsminderung von 578.000 Tonnen CO₂ pro Jahr. CO₂-Emissionen in Kraftwerken, Heizkraftwerken und Heizwerken zur Strom- und Fernwärmeerzeugung werden dem Emissionshandelssektor zugerechnet. Der Betrag der Emissionsminderungen beläuft sich hier auf 179.000 Tonnen CO₂ pro Jahr (reines CO₂).

Die folgende Abbildung 1 zeigt die Treibhausgas

minderungen (CO₂-Äquivalente, direkte und indirekte Emissionen), die seit Durchführung der Untersuchung für das Programm „Energieeffizient Sanieren“ und das frühere „CO₂-Gebäudesanierungsprogramm“ erreicht wurden. Dabei wird angenommen, dass die Wirkung eines Förderjahrs erst im Folgejahr – nach Abschluss aller Maßnahmen – zum Tragen kommt.

Die Gesamtwirkung der seit 2005 geförderten Modernisierungsvorhaben beläuft sich bisher (Förderfälle bis einschließlich 2010, Wirkung 2011) auf 3,7 Mio. Tonnen CO_{2e} pro Jahr. Bei Fortschreibung der Entwicklung um ein Jahr und unter der Annahme, dass im Jahr 2012 die gleiche Emissionsminderung wie 2011 hinzukommt, ergibt sich eine Gesamtminderung von rund 4,5 Mio. Tonnen CO_{2e} pro Jahr am Ende des Jahres 2012³.

² Die Abkürzung CO_{2e} steht für CO₂-Äquivalente.

³ Das Jahr 2012 markiert das Ende der Zielperiode im internationalen Klimaschutzabkommen von Kyoto aus dem Jahr 1997 [UNFCCC].

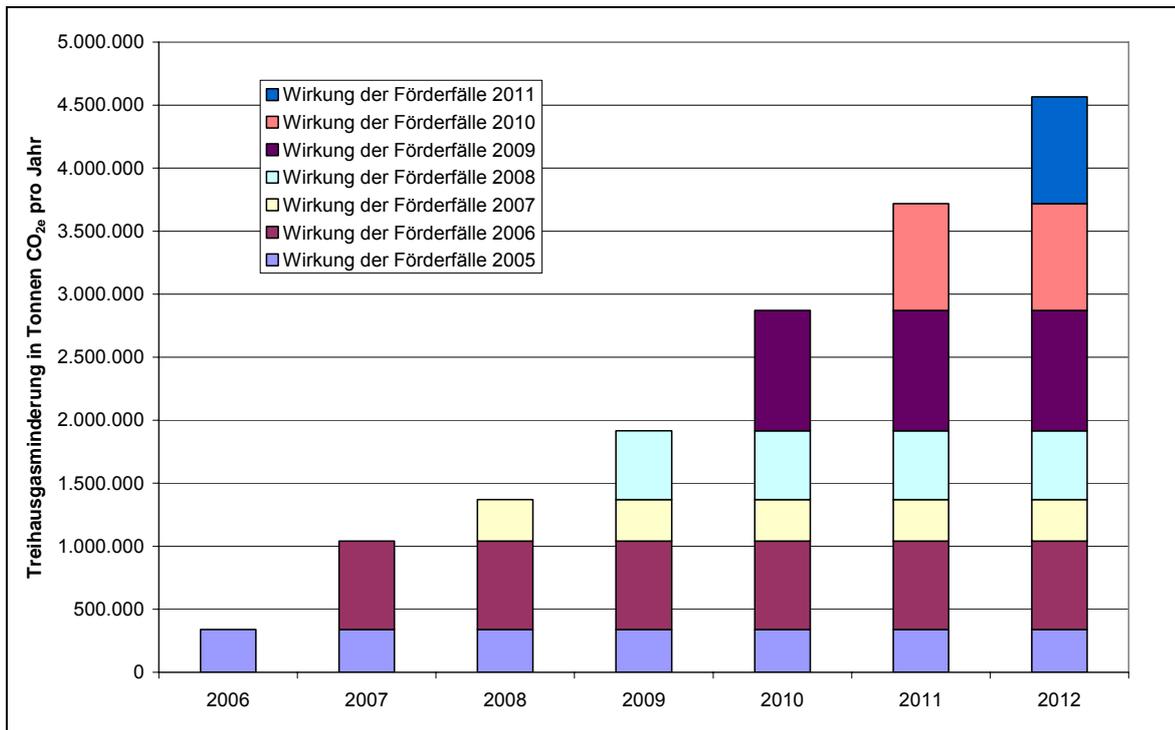


Abbildung 1 Energieeffizient Sanieren / CO₂-Gebäudesanierungsprogramm: Zeitliche Entwicklung der Treibhausgasminde- rung seit 2006 (Förderfälle seit 2005), Extrapolation bis 2012

Die in den im Jahr 2010 geförderten Gebäuden erreichten **Heizkosteneinsparungen**⁴ betragen rund **214 Mio. € pro Jahr**. Unter Annahme einer durchschnittlichen Nutzungsdauer der Energiesparmaßnahmen von 30 Jahren ergeben sich die **Gesamteinsparungen an Heizkosten** über diesen Zeitraum zu rund **5,3 Mrd. €** (abdiskontierter Barwert, Angabe auf heutigem Preisniveau).

Für die Ermittlung der Beschäftigungseffekte wurden die von den Fördermittelempfängern angegebenen Gesamtinvestitionskosten der energiesparenden Modernisierungsmaßnahmen herangezogen. Diese Investitionen in Höhe von **6,9 Mrd. €** bewirkten Beschäftigungseffekte im Umfang von **92.500 Personenjahren (PJ)**. Die Verteilung auf die Bundesländer sieht die bevölkerungsreichen Länder Nordrhein-Westfalen, Bayern und Baden-Württemberg vorne mit jeweils mehr als 17.000 PJ. Rund 82 % der Beschäftigungseffekte sichern oder schaffen Arbeitsplätze im Mittelstand: Das waren rund 76.000 PJ im Jahr 2010. Der direkte Beschäftigungseffekt, der sich auf das Baugewerbe und die Dienstleistungen im Bereich Bauplanung und Bauleitung konzentriert, weist mit 90 % einen noch höheren Mittelstandsanteil auf. Bei der Stadt-Land-Verteilung der Beschäftigungseffekte gibt es im Vergleich zur Bevölkerungsverteilung ein leichtes Plus bei den Städten zu Lasten der halbstädtischen und der ländlichen Gebiete. Für die städtischen Gebiete wurden die Beschäftigungswirkungen auf 48.000 PJ geschätzt (das sind 52 %; Bevölkerungsan-

⁴ Dies umfasst hier die Kosten für den Bezug der Energieträger, die für die Heizung und Warmwasserbereitung eingesetzt werden.

teil: 49 %); die halb-städtischen Gebiete auf 31.000 PJ (34 %; Bevölkerungsanteil 36 %) und die ländlichen auf 13.500 PJ (14 %; Bevölkerungsanteil 15 %).

Aus dem gesamten Investitionsvolumen des Förderprogramms „Energieeffizient Sanieren“ in Höhe von **6,9 Mrd. €** fließen rund **1,1 Mrd. €** in Form von Mehrwertsteuer direkt an den Staat zurück, so dass ein Netto-Umsatzeffekt von **5,8 Mrd. €** übrig bleibt. Einschließlich der Vorleistungen belaufen sich die ausgelösten Nettoumsätze auf rund **9,8 Mrd. €**. Auf den ursprünglichen Nettoumsatz wirkt also ein monetärer Multiplikatoreffekt in der Größe von **1,69** ein.

Die folgende Tabelle 2 zeigt im Überblick wesentliche Kenngrößen der Jahre 2005 – 2010 für die Programme „Energieeffizient Sanieren“ bzw. „CO₂-Gebäudesanierungsprogramm“.

| | Förderfälle aus 2005 | Förderfälle aus 2006 | Förderfälle aus 2007 | Förderfälle aus 2008 | Förderfälle aus 2009 | Förderfälle aus 2010 |
|---|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Betroffene Wohneinheiten | 70.088 | 155.404 | 88.590 | 134.331 | 363.049 | 342.756 |
| CO_{2e}-Reduktion Tonnen pro Jahr | 340.000 | 700.000 | 330.000 | 546.000 | 955.000 | 847.000 |
| Endenergieeinsparung GWh pro Jahr | 670 | 1.520 | 940 | 1.530 | 2.680 | 2.450 |
| Gesamtbeschäftigungseffekte Personenjahre | 27.000 | 65.000 | 35.000 | 51.000 | 111.000 | 92.500 |

Tabelle 2 Energieeffizient Sanieren / CO₂-Gebäudesanierungsprogramm: Kennwerte der Förderung 2005 - 2010⁵

Ergebnisse für das Programm „Energieeffizient Bauen“ bzw. „Ökologisch Bauen“ 2006 - 2010

Im Neubau fördert die KfW zukunftsweisende Standards für das Gesamtgebäude, bei denen Vorgaben an den Primärenergiebedarf und an den Wärmeschutz einzuhalten sind. Dabei handelt es sich aktuell um verschiedene KfW-Effizienzhausstandards (früher auch: KfW-Energiesparhäuser) und Passivhäuser. In allen geförderten Fällen musste ein deutlich höheres Anforderungsniveau als die Energieeinsparverordnung (EnEV) erreicht werden. Dies gilt auch nach deren Verschärfung 2009. Der jeweils gültige EnEV-Neubaustandard wurde hier als Referenzfall für die Ermittlung von Energieeinsparungen, Treibhausgasminderungen und Heizkosteneinsparungen herangezogen.

In den Jahren 2006 bis 2010 wurden in den Programmen „Energieeffizient Bauen“ und „Ökologisch Bauen“ etwa 159.000 Neubauvorhaben mit 301.000 Wohnungen gefördert. Im Jahr 2010 betrug die Zahl geförderter Neubauwohnungen mehr als 84.000 und erreichte damit, gemessen an der Zahl der Baugenehmigungen des selben Jahres (laut

⁵ Die CO_{2e}- und Endenergieeinsparungen sind gegenüber dem Zustand vor der Modernisierung angegeben, die Beschäftigungseffekte beziehen sich auf die gesamten Modernisierungsmaßnahmen.

Bautätigkeitsstatistik etwa 168.000), einen Anteil von rund 50 % am deutschen Wohnungsneubau.

Die geförderten Gebäude wurden mit unterschiedlichen Bauweisen errichtet. Besonders häufig vertreten sind das einschalige Mauerwerk mit zusätzlicher Wärmedämmung (Anteil 28 %) und der wärmegegedämmte Holzbau (27 %). Auch das einschalige Mauerwerk erreicht 25 %, wenn zu den Wänden ohne Wärmedämmstoffe (stattdessen mit gut dämmenden Mauersteinen, Anteil 18 %) diejenigen addiert werden, die aus Mauersteinen mit dämmstoffgefüllten Kammern errichtet wurden (7 %). Dem zweischaligen Mauerwerk (mit Dämmung im Zwischenraum zwischen den beiden Schalen) kam ein Anteil von knapp 17 % zu.

Das erreichte Wärmeschutzniveau liegt deutlich über dem EnEV-Neubau-Standard. Im Durchschnitt wurde der nach EnEV definierte Grenzwert für den spezifischen Transmissionswärmeverlust, ein Maß für den Wärmeverlust der gesamten Gebäudehülle, um ungefähr 40 % unterschritten.

Die geförderten Neubauten werden überwiegend (zu ca. 57 %) mit elektrischen Wärmepumpen beheizt. Biomasseheizungen⁶ haben einen Anteil von etwa 20 %, Gas (überwiegend Erdgas) von 13 %, Fernwärme von 6 % und Heizöl von 4 %⁷.

Thermische Solaranlagen wurden in 42 % der Gebäude installiert, Lüftungsanlagen (diese ganz überwiegend mit Wärmerückgewinnung) in 52 % der Gebäude.

Tabelle 3 zeigt die hochgerechneten Werte für den jährlichen Endenergiebedarf der geförderten Neubauten, des Referenzfalls (EnEV) und die Einsparung gegenüber dem Referenzfall. Insgesamt belaufen sich die jährlichen Endenergieeinsparungen der in den Jahren 2006 – 2010 geförderten Neubauten auf etwa **1.340 Gigawattstunden pro Jahr bzw. 1,34 Mrd. Kilowattstunden pro Jahr**.

| 2006 - 2010 | Endenergie in GWh/a | | |
|-------------------|----------------------|-------------------|----------------------------|
| | geförderte Neubauten | Referenzfall EnEV | Einsparung zu Referenzfall |
| Erdgas/Flüssiggas | 318 | 597 | 279 |
| Heizöl | 62 | 128 | 66 |
| Biomasse | 802 | 1.214 | 412 |
| Strom | 516 | 972 | 456 |
| Fernwärme | 271 | 400 | 129 |
| Summe | 1.969 | 3.310 | 1.341 |

Tabelle 3 **Ökologisch / Energieeffizient Bauen 2006 - 2010: Hochgerechneter Endenergiebedarf und Einsparungen gegenüber der Referenz EnEV**
1 GWh (Gigawattstunde) = 1 Mio. kWh (Kilowattstunden)

⁶ Bei diesen handelt es sich zu etwas mehr als 60 % um Holzpellets, ansonsten zumeist um Scheitholz- oder Stückholzfeuerungen.

⁷ Die Prozentwerte sind hier immer auf die geförderten Gebäude bezogen. Betrachtet man stattdessen die Zahl der geförderten Wohnungen, so ergeben sich aufgrund unterschiedlicher Beheizungsstrukturen von Ein- und Mehrfamilienhäusern etwas abweichende Werte: Elektrischen Wärmepumpenheizungen 39 %, Biomasse 22 %, Gas 21 %, Fernwärme 16 % und Heizöl 2 %.

Die Treibhausgasminderung, die durch die 2006 – 2010 geförderten Neubauten erreicht wurde, beträgt etwa **406.000 Tonnen CO_{2e} pro Jahr (CO₂-Äquivalente mit Vorketten)** gegenüber dem EnEV-Referenzfall.

Für die reinen CO₂-Emissionen im Haushaltssektor ergibt sich die Emissionsreduktion zu rund 74.000 Tonnen CO₂ pro Jahr, im Emissionshandelssektor zu etwa 292.000 Tonnen CO₂ pro Jahr (reines CO₂ ohne Vorketten). Der relativ große Anteil im Emissionshandelssektor erklärt sich hier insbesondere durch den hohen Anteil des Energieträgers Strom. Auch die Biomasse fällt im Haushaltssektor nicht ins Gewicht, da hier von Biomasse aus nachhaltigem Anbau ausgegangen wird, für die keine direkten Emissionen angerechnet werden.

Die zeitliche Entwicklung der Treibhausgasminderungen (CO₂-Äquivalente mit Vorketten) ist in Abbildung 2 dargestellt. Wie in Abbildung 1 wurde auch hier die Wirkung jeweils ein Jahr nach Förderzusage angesetzt und die Emissionsminderungen des Jahres 2011 (Wirkung der Förderfälle 2010) wurden bis 2012 extrapoliert. Die oben genannte Treibhausgasreduktion von 406.000 Tonnen CO_{2e} pro Jahr wird somit Ende 2011 erreicht. Die Fortschreibung bis 2012 ergibt einen Gesamtbetrag von circa 500.000 Tonnen CO_{2e} pro Jahr.

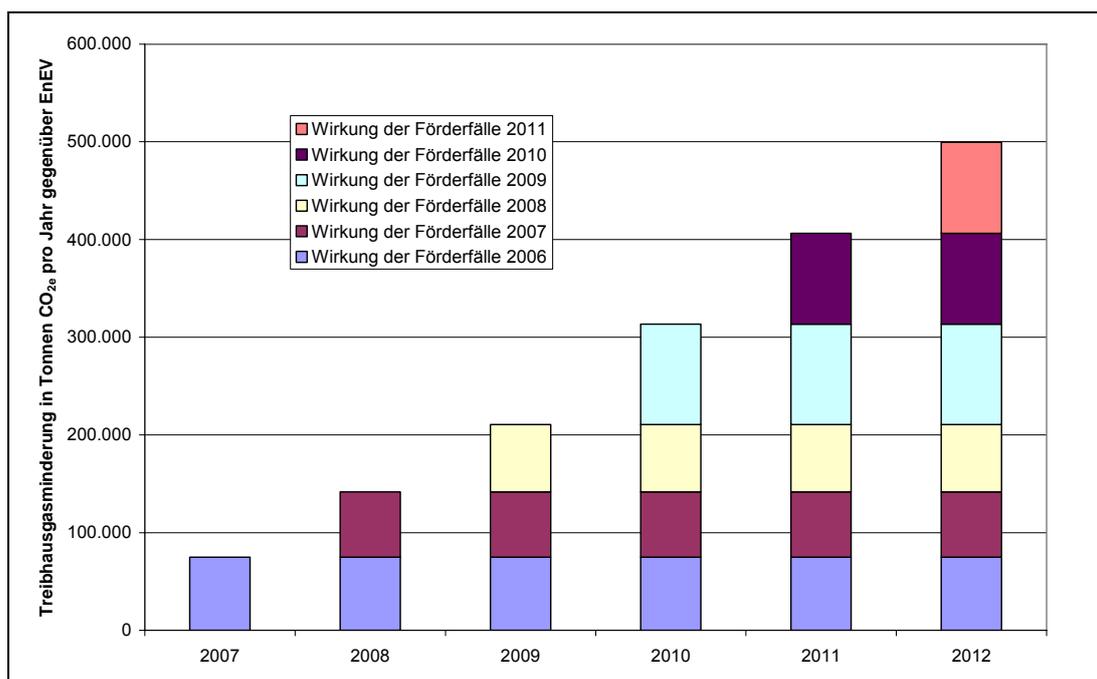


Abbildung 2 Ökologisch / Energieeffizient Bauen: Zeitliche Wirkung der Treibhausgasminderung gegenüber dem Referenzfall EnEV seit 2007 (Förderfälle seit 2006), Extrapolation bis 2012

Betrachtet man allein die Förderfälle des zurückliegenden **Jahres 2010**, so ergibt sich hier eine **Endenergieeinsparung von 288 Gigawattstunden pro Jahr**. Die **Reduktion der Treibhausgasemissionen (CO₂-Äquivalente)** beläuft sich auf circa **93.000 Tonnen CO_{2e} pro Jahr**. Die reine CO₂-Minderung der Förderfälle 2010 beträgt rund 14.000 Tonnen CO₂ pro Jahr im Haushaltssektor und etwa 70.000 Tonnen CO₂ pro Jahr im Emissionshandelssektor.

Die **jährlichen Heizkosteneinsparungen** gegenüber dem EnEV-Referenzfall ergeben sich für die Summe der **Förderfälle 2006 - 2010** zu einem Betrag von rund **158 Mio. € pro Jahr**. Über eine Nutzungsdauer von 30 Jahren ergeben sich die **Gesamteinsparungen an Heizkosten** für die geförderten Fälle zu rund **3,5 Mrd. €** (abdiskontierter Barwert, Angabe auf dem Preisniveau des Jahres 2010).

Für die Ermittlung der Beschäftigungseffekte der 2006 - 2010 geförderten Neubauten wurden die von den Fördermittelempfängern angegebenen Gesamtinvestitionskosten der Neubaumaßnahmen herangezogen. Diese Investitionen in Höhe von **47 Mrd. €** bewirkten Beschäftigungseffekte im Umfang von **646.000 PJ (Personenjahre) im gesamten Zeitraum 2006 - 2010**, davon allein **192.000 PJ im Jahr 2010**. Die Verteilung auf die Bundesländer sieht die bevölkerungsreichen Länder Nordrhein-Westfalen, Bayern und Baden-Württemberg vorne, wobei Bayern mit mehr als 49.000 PJ weit vor den beiden anderen Ländern mit jeweils 33.000 PJ liegt. Rund 83 % der Beschäftigungseffekte sichern oder schaffen Arbeitsplätze im Mittelstand: Das waren rund 533.000 PJ in den Jahren 2006 bis 2010. Der direkte Beschäftigungseffekt, der sich auf das Baugewerbe und die Dienstleistungen im Bereich Bauplanung und Bauleitung konzentriert, weist mit 91 % einen noch höheren Mittelstandsanteil auf. In der Gesamtwirtschaft liegt der Anteil des Mittelstands an allen Erwerbstätigen bei lediglich 63 %.

Aus dem gesamten Investitionsvolumen 2006 - 2010 in Höhe von **47 Mrd. €** fließen rund **7,5 Mrd. €** in Form von Mehrwertsteuer direkt an den Staat zurück, so dass ein Netto-Umsatzeffekt von **39,5 Mrd. €** übrig bleibt. Einschließlich der Vorleistungen belaufen sich die ausgelösten Nettoumsätze auf rund **69,5 Mrd. €**. Auf den ursprünglichen Nettoumsatz wirkt also ein monetärer Multiplikatoreffekt in der Größe von **1,76** ein.

In Tabelle 4 sind die wesentlichen Kennwerte der Neubauförderung der Jahre 2006 – 2010 noch einmal zusammengefasst.

| | Förderfälle aus 2006 | Förderfälle aus 2007 | Förderfälle aus 2008 | Förderfälle aus 2009 | Förderfälle aus 2010 |
|---|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Betroffene Wohneinheiten | 55.333 | 48.432 | 49.147 | 64.223 | 84.265 |
| CO_{2e}-Reduktion Tonnen pro Jahr | 74.800 | 66.900 | 68.900 | 102.700 | 93.100 |
| Endenergieeinsparung GWh pro Jahr | 252 | 227 | 237 | 337 | 288 |
| Gesamtbeschäftigungseffekte Personenjahre | 107.000 | 103.000 | 109.000 | 135.000 | 192.000 |

Tabelle 4 Ökologisch / Energieeffizient Bauen: Kennwerte der Förderung 2006 – 2010⁸

⁸ Die CO_{2e}- und Endenergieeinsparungen sind gegenüber dem Referenzfall der jeweils gültigen Energieeinsparverordnung angegeben. Im Herbst 2009 wurde die Verordnung verschärft, so dass trotz höherer Förderzahlen die Einsparungen im Jahr 2010 gegenüber 2009 gesunken sind. Die Beschäftigungseffekte beziehen sich auf die gesamten Neubaumaßnahmen.

Einleitung

Der Schutz des Klimas der Erde und die Schonung ihrer Ressourcen sind als gesellschaftliche Aufgaben fest in der nationalen und internationalen Politik verankert. Wichtige Ziele sind auch die Verringerung der Abhängigkeit von Energieimporten und die Begrenzung der Energiekosten. Eine zentrale Rolle spielt dabei die Senkung des Energieverbrauchs, insbesondere des Verbrauchs der fossilen Energieträger Kohle, Gas und Öl. In den letzten Jahren werden, insbesondere in Deutschland und Europa, verstärkt Anstrengungen unternommen, um eine nachhaltige Energieversorgung und eine Ausschöpfung der vorhandenen Energiesparpotentiale zu erreichen.

Dabei hat in Deutschland der Gebäudesektor eine entscheidende Bedeutung: Laut Energiekonzept der Bundesregierung entstehen hier etwa 40 % des Endenergieverbrauchs und ein Drittel der CO₂-Emissionen. Gleichzeitig werden in diesem Bereich ganz erhebliche Energiesparpotentiale gesehen, so dass ihm eine Schlüsselrolle bei der Modernisierung der Energieversorgung und der Erreichung der Klimaschutzziele zukommen soll [Bundesregierung 2010].

In diesem Zusammenhang stellt die Förderung von Energieeffizienzmaßnahmen in Wohngebäuden einen wichtigen Baustein der deutschen Energiespar- und Klimaschutzpolitik der letzten Jahre dar. Die KfW Bankengruppe als Förderbank des Bundes und der Länder nimmt dabei eine zentrale Rolle ein. Fast 80 % derjenigen Wohngebäude, die in den Jahren 2005 - 2009 Fördermittel zur Modernisierung des Wärmeschutzes in Anspruch genommen haben, wurden durch KfW-Programme gefördert. Bei Neubauten, die in diesem Zeitraum Fördermittel für Energiesparmaßnahmen erhalten haben, liegt der Anteil der Gebäude mit KfW-Förderung bei etwa 70 % [Diefenbach et al. 2010]. Seit 1990 bis Ende 2010 wurden insgesamt bei mindestens 3,5 Mio. Wohnungen KfW-Fördermittel in Form von zinsgünstigen Darlehen oder Zuschüssen für Maßnahmen der Energieeinsparung und der Reduktion von Treibhausgasen eingesetzt.

Die wichtigsten Programme zur Energieeffizienzförderung von Wohngebäuden sind zur Zeit:

- Für den Wohngebäudebestand das KfW-Programm „Energieeffizient Sanieren“. Im Jahr 2010 wurden hier energiesparende Maßnahmen an mehr als 340.000 Wohnungen gefördert.
- Für den Wohngebäude-Neubau das KfW-Programm „Energieeffizient Bauen“. Die Anzahl der geförderten Wohnungen belief sich 2010 auf eine Anzahl von 84.000 und entsprach damit grob gesprochen etwa der Hälfte des gesamten Neubauvolumens im Wohnungsbau.

Die vorliegende Untersuchung zeigt auf, welche Effekte bei der Energieeinsparung und Treibhausgasminderung durch die in den beiden Programmen geförderten Modernisierungs- bzw. Neubauvorhaben erreicht wurden und welche Maßnahmen im Bereich des Wärmeschutzes, der Wärmeversorgung und der erneuerbaren Energien von den Bauherren ergriffen wurden. Daneben werden auch die Heizkosteneinsparungen und die Arbeitsplatzeffekte analysiert. Die notwendigen Basisdaten wurden jeweils durch die schriftliche Befragung einer Stichprobe von Fördermittelempfängern erhoben.

Der Bericht setzt eine Reihe von Monitoring-Untersuchungen fort, die für das Programm „Energieeffizient Sanieren“ bzw. seinen Vorläufer, das „CO₂-Gebäudesanierungspro-

gramm“ der KfW, bereits für die Förderjahre seit 2005 vorliegen [Clausnitzer et al. 2007-2010].

Die Neubauförderung im Programm „Energieeffizient Bauen“ (vorher: „Ökologisch Bauen“) kommt hier erstmals hinzu. Untersucht werden die Förderjahre 2006 – 2010.

Die Durchführung der Analysen und die Erstellung des Berichts erfolgten in Arbeitsgemeinschaft durch das Institut Wohnen und Umwelt in Darmstadt (Federführung) und das Bremer Energie Institut. Die Aufgabe des Instituts Wohnen und Umwelt lag dabei in der Konzeption und Auswertung der Stichprobenerhebungen, der Ermittlung der Energieeinsparungen und Treibhausgasminderungen sowie der Analyse der durchgeführten Energiesparmaßnahmen bei Wärmeschutz und Wärmeversorgung. Die Untersuchung der Heizkosteneinsparungen und der Beschäftigungseffekte wurde durch das Bremer Energie Institut durchgeführt.

I Das KfW-Programm „Energieeffizient Sanieren“ 2010

I.1 Übersicht über das Förderprogramm

Das KfW-Programm „Energieeffizient Sanieren“ fördert energiesparende Modernisierungsmaßnahmen im Gebäudebestand durch zinsgünstigen Darlehen bzw. Zuschüsse.

Im Jahr 2010 wurden Zusagen in fast 108.000 Fällen für Maßnahmen an circa 340.000 Wohnungen erteilt, darunter etwa 58.000 Darlehen für 240.000 Wohnungen und 50.000 Förderzuschüsse für 100.000 Wohnungen.

Es wurden sowohl Einzelmaßnahmen (bzw. Kombinationen von Einzelmaßnahmen) als auch die Erreichung von Energieeffizienz-Standards für das Gesamtgebäude gefördert. Betroffen sind sowohl Wärmeschutzmaßnahmen als auch Maßnahmen der Wärmeversorgung inklusive erneuerbarer Energien. Die Qualität der Maßnahmen – sowohl im Einzelnen als auch bei den Vorgaben für das Gesamtgebäude – liegt dabei deutlich über den Anforderungen der Energieeinsparverordnung (EnEV) für Maßnahmen im Gebäudebestand. Die Fördermittel stellen also nicht nur einen Anreiz dar, energiesparende Maßnahmen überhaupt durchzuführen bzw. Einzelmaßnahmen zur Erreichung größerer Pakete zu kombinieren, sondern tragen gleichzeitig zur Markteinführung zukunftsweisender Technologien und Effizienzstandards bei.

Die Vorgaben für die Modernisierung des Gesamtgebäudes auf „KfW-Effizienzhaus-Standard“ orientieren sich an den Anforderungen der EnEV für Neubauten: Im Fall des KfW-Effizienzhaus 100 müssen die Neubau-Regeln der EnEV für das modernisierte Gebäude genau eingehalten werden. Beim KfW-Effizienzhaus 70 darf der Primärenergiebedarf nach der Modernisierung maximal 70 % des Wertes betragen, den ein entsprechender Neubau aufweisen dürfte. Auch die Nebenanforderung der EnEV an den Gebäude-Wärmeschutz muss mehr als erfüllt werden, in Fall des Effizienzhauses 70 durch eine Unterschreitung des Grenzwerts für den spezifischen Transmissionswärmeverlust um 15 %. Entsprechende Regelungen gelten auch für die KfW-Effizienzhäuser 130, 115, 85, 55 und 50.

Da die EnEV im Herbst 2009 verschärft wurde, betreffen die im Jahr 2010 erteilten Förderzusagen sowohl Effizienzhäuser nach der alten EnEV 2007 als auch der neuen EnEV 2009. Die jeweils gültige Fassung ist daher bei der Auswertung des Förderprogramms als Zusatz kenntlich gemacht, z. B. bezeichnet „KfW-Effizienzhaus 100 EnEV 2009“ ein Gebäude, das auf Basis der neuen EnEV modernisiert und gefördert wurde.

Das Programm „Energieeffizient Sanieren“ gliedert sich in drei verschiedene Teilprogramme, nämlich das Programm 430 für Investitionszuschüsse, das Programm 151 für Darlehen bei KfW-Effizienzhäusern und das Programm 152 für Darlehen bei Einzelmaßnahmen bzw. Einzelmaßnahmenkombinationen. Die Fördermittelempfänger dieser drei Teilprogramme sind in den folgenden Auswertungen berücksichtigt

Daneben gibt es noch das Programm 431 „Energieeffizient Sanieren – Sonderförderung“. Hier wurden die fachliche Begleitung der Gebäudemodernisierung, der Ersatz von Nachtspeicherspeicherheizungen und die Optimierung der Wärmeverteilung gefördert. Gebäudemodernisierungen, die ausschließlich nach diesem Sonderprogramm gefördert wurden, sind in der Stichprobenbefragung von Fördermittelempfängern und den darauf aufbauenden Auswertungen nicht berücksichtigt. Sie werden im Fall der Förderung von investiven Maßnahmen (Ersatz Nachtspeicher, Optimierung Wärmeverteilung) in Kapitel I.3.6 gesondert behandelt.

I.2 Datenerhebung und Berechnungsgrundlagen

Durchführung der Befragung

Die Datenerhebung erfolgte durch eine schriftliche Befragung der Empfänger von Darlehen und Zuschüssen. Die Fragen betrafen allgemeine Angaben zum Gebäude (z.B. Standort, Baujahr, Wohnfläche, 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). Der Fragebogen umfasst neun Seiten und ist in Anlage 1 wiedergegeben. Insgesamt wurden 2.998 Fragebögen durch die KfW versendet. Der Rücklauf betrug 1.098 Fragebögen, also ca. 37 %. Befragt wurden Fördermittelpfänger, deren Darlehens- bzw. Zuschussantrag im ersten Halbjahr 2010 genehmigt wurde.

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 (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 so verfahren, dass das Ergebnis des automatischen Einlesens – unabhängig von der programminternen Sicherheitsprüfung – immer vom Bediener bestätigt werden musste.

Plausibilitätstests

Vor der Anwendung des Berechnungsmodells war die Erstellung eines Verfahrens zur automatischen Übertragung der „Rohdaten“ der eingelesenen Fragebögen in den Eingabedatensatz des verwendeten Berechnungsmodells notwendig. Hierzu gehörte 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.

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 1.098 Fragebögen entsprachen 637 (also ca. 58 %) diesen Anforderungen. Für diese Fälle wurden die Werte für den Energiebedarf sowie die CO₂-Emissionen vor und nach der Modernisierung ermittelt.

Berechnungsansatz zur Ermittlung der Energieeinsparungen und CO₂-Reduktionen

Das Modell zur Berechnung der eingesparten Endenergie basiert auf dem „Kurzverfahren Energieprofil“ des IWU [Loga et al 2005]. Eine wichtige Grundlage ist dabei die deutsche Gebäudetypologie [IWU 2003], allerdings werden zusätzlich die in den Fragebögen erhobenen individuellen Eigenschaften der geförderten Gebäude vor und nach der Modernisierung berücksichtigt. Nähere Informationen zur angewendeten Berechnungsmethode finden sich in Anlage 4.

Ergebnis der Berechnungen sind die mit den geförderten Modernisierungsvorhaben als Ganzes verbundenen Energie- und CO₂-Einsparungen. Der erreichte Modernisierungszustand wurde dabei als eine Einheit betrachtet, d.h. es wurden alle durchgeführten Maß-

nahmen berücksichtigt, unabhängig davon, ob sie explizit gefördert wurden. Es wurde also beispielsweise auch mit berücksichtigt, dass durch eine Vergrößerung des Wohnraums die CO₂-Minderung geringer ausfiel, als dies bei gleich bleibender Wohnfläche der Fall gewesen wäre.

Ermittelt wurden somit die insgesamt durch die geförderten Modernisierungen erreichten Energie- und CO₂-Einsparungen. Diese wurden nicht in jedem Einzelfall allein durch das CO₂-Gebäudesanierungsprogramm bewirkt. Es existieren auch andere Einflüsse. Eine Abgrenzung verschiedener Einflussfaktoren ist methodisch schwierig und konnte im Rahmen dieser begrenzten Untersuchung nicht durchgeführt werden. Zu beachten ist jedoch, dass das CO₂-Gebäudesanierungsprogramm auch in Fällen einer Mitwirkung anderer Einflüsse immer positive Effekte hat. Diese bestehen z.B. darin, dass

- durch die technischen Förderbedingungen des Programms eine hohe Maßnahmenqualität erreicht wird, die über den gesetzlichen Mindestanforderungen liegt (z.B. eine erhöhte Dämmstoffstärke),
- das Programm zur allgemeinen Markteinführung besonders energiesparender Technologien und hoher Maßnahmenqualität beiträgt. Dadurch hat es eine „Ausstrahlungswirkung“, die über die eigentlich geförderten Fälle hinaus reicht.

Definition der CO₂-Emissionen

Die betrachteten Treibhausgasemissionen beziehen sich hier – soweit nicht ausdrücklich anderes gesagt wird – auf „CO₂-Äquivalente“ (abgekürzt auch CO_{2e})⁹. Damit ist hier gemeint, dass 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) im In- und Ausland und ferner neben Kohlendioxid auch die anderen bei der Verbrennung von Energieträgern auftretenden Treibhausgase (in Kohlendioxid-Äquivalente umgerechnet) im In- und Ausland berücksichtigt wurden. Wo es sinnvoll ist, wird im Text und in Tabellen die Abkürzung „CO_{2e}“ verwendet.

An einigen Stellen werden zusätzlich noch die reinen CO₂-Emissionen in Deutschland (ohne Berücksichtigung anderer Treibhausgase) in den Sektoren Haushalte und Emissionshandel angegeben. Das sind hier die reinen CO₂-Emissionen für die Heizung und Warmwasserbereitung in den Gebäuden selbst sowie die Emissionen, die in Heizwerken, Heizkraftwerken und Kraftwerken bei der Erzeugung von Fernwärme und Strom, der für die Gebäude-Wärmeversorgung verwendet wird, entstehen. Diese Unterscheidung ist für die nationale und internationale Klimaschutzberichterstattung relevant. Die verwendeten Emissionsfaktoren sind in Anlage 4 dargestellt.

1.3 Ermittlung der Energieeinsparungen und Treibhausgas-Minderungen

1.3.1 Durchführung der Hochrechnung

Vor Durchführung der Hochrechnung wurde die Gesamtmenge aller Förderfälle in verschiedene Teilmengen eingeteilt – in der Statistik spricht man in diesem Zusammenhang

⁹ Vgl. Kapitel Definitionen und Abkürzungen. „e“ steht für „equivalent“

auch von „Schichten“. Unterschieden wurden Fälle mit Zuschussförderung bzw. Darlehensförderung, letztere wurden noch für Ein-/Zweifamilienhäuser (EZFH) und Mehrfamilienhäuser (MFH, ab drei Wohnungen) getrennt betrachtet¹⁰. Außerdem wurde berücksichtigt, ob bei der Modernisierung Einzelmaßnahmen durchgeführt wurden oder im Rahmen eines Gesamtpakets einer der KfW-Effizienzhausstandards erreicht wurde. Auf diese Weise ergaben sich 24 Schichten.

Tabelle 5 zeigt die entsprechenden Häufigkeiten in der KfW-Förderstatistik mit mehr als 107.000 Förderfällen bzw. 340.000 Wohnungen und in der Stichprobe mit 637 auswertbaren Fragebögen. Da die Energieeinsparverordnung (EnEV) im Herbst 2009 novelliert wurde, ist bei den KfW-Effizienzhäusern die zusätzliche Information angegeben, ob die Berechnung auf Basis der früheren EnEV von 2007 oder der neuen von 2009 durchgeführt wurde.

| | KfW-Förderstatistik "Energieeffizient Sanieren" 2010 | | Stichprobe |
|---|--|----------------------|--------------------|
| | Anzahl Förderzusagen | Anzahl Wohneinheiten | Anzahl Förderfälle |
| Zuschüsse | | | |
| Einzelmaßnahmen | 45.665 | 95.310 | 275 |
| KfW-Effizienzhaus 70 EnEV 2007 | 155 | 343 | 2 |
| KfW-Effizienzhaus 70 EnEV 2009 und weitere* | 76 | 100 | 1 |
| KfW-Effizienzhaus 85 EnEV 2009 | 874 | 1.284 | 6 |
| KfW-Effizienzhaus 100 EnEV 2007 | 326 | 733 | 5 |
| KfW-Effizienzhaus 100 EnEV 2009 | 1.120 | 1.740 | 3 |
| KfW-Effizienzhaus 115 EnEV 2009 | 592 | 1.090 | 3 |
| KfW-Effizienzhaus 130 EnEV 2009 | 819 | 1.798 | 5 |
| | 49.627 | 102.398 | 300 |
| Darlehen EZFH | | | |
| Einzelmaßnahmen | 31.381 | 39.832 | 187 |
| KfW-Effizienzhaus 70 EnEV 2007 | 514 | 708 | 6 |
| KfW-Effizienzhaus 70 EnEV 2009 und weitere* | 419 | 567 | 5 |
| KfW-Effizienzhaus 85 EnEV 2009 | 3.733 | 5.092 | 21 |
| KfW-Effizienzhaus 100 EnEV 2007 | 827 | 1.131 | 5 |
| KfW-Effizienzhaus 100 EnEV 2009 | 3.939 | 5.271 | 23 |
| KfW-Effizienzhaus 115 EnEV 2009 | 2.037 | 2.695 | 7 |
| KfW-Effizienzhaus 130 EnEV 2009 | 2.174 | 2.836 | 17 |
| | 45.024 | 58.132 | 271 |
| Darlehen MFH | | | |
| Einzelmaßnahmen | 8.103 | 89.952 | 38 |
| KfW-Effizienzhaus 70 EnEV 2007 | 422 | 13.286 | 3 |
| KfW-Effizienzhaus 70 EnEV 2009 und weitere* | 99 | 2.501 | 4 |
| KfW-Effizienzhaus 85 EnEV 2009 | 1.125 | 13.902 | 6 |
| KfW-Effizienzhaus 100 EnEV 2007 | 756 | 21.247 | 4 |
| KfW-Effizienzhaus 100 EnEV 2009 | 1.236 | 21.940 | 7 |
| KfW-Effizienzhaus 115 EnEV 2009 | 621 | 9.566 | 2 |
| KfW-Effizienzhaus 130 EnEV 2009 | 723 | 9.832 | 2 |
| | 13.085 | 182.226 | 66 |
| Summe (alle Förderfälle) | 107.736 | 342.756 | 637 |

Tabelle 5 Energieeffizient Sanieren 2010: Vergleich von KfW-Förderstatistik und Stichprobe für die einzelnen Schichten

* In dieser Schicht wurden das KfW-Effizienzhaus EnEV 2009, das KfW-Effizienzhaus 50 EnEV 2007 und das KfW-Effizienzhaus 55 EnEV 2009 zusammengefasst.

Bei der Ermittlung der Energieeinsparungen und Treibhausgasminderungen des gesamten Förderprogramms wurden den untersuchten Fragebögen je nachdem, zu welcher

¹⁰ Bei der Zuschussförderung sind Mehrfamilienhäuser nur mit geringen Anteilen vertreten: Laut KfW-Statistik handelte es sich um weniger als 5 % der Förderfälle, so dass hier eine Unterscheidung nach EZFH und MFH nicht sinnvoll war.

Schicht sie gehören, unterschiedliche Hochrechnungsfaktoren zugewiesen¹¹. Auf diese Weise war es möglich, unterschiedliche Häufigkeiten der betrachteten Teilmengen in der Stichprobe gegenüber der tatsächlichen Jahresförderung zu berücksichtigen und zu korrigieren. Solche Abweichungen können beispielsweise zufallsbedingt sein. Entscheidend ist hier aber, dass aus einer Stichprobe von Förderzusagen des ersten Halbjahres Aussagen über das gesamte Jahr 2010 zu treffen sind. Unterschiede in der Inanspruchnahme einzelner Förderpakete im Jahresverlauf lassen sich im Rahmen einer solchen Schichtung korrigieren.

I.3.2 Endenergieeinsparung

Tabelle 6 zeigt die berechneten Werte des Endenergiebedarfs sowie der Endenergieeinsparung der Förderfälle des Programms „Energieeffizient Modernisieren“ für die verschiedenen Energieträger.

| Energieträger | Energiebedarf vor Modernisierung | | Energiebedarf nach Modernisierung | | Einsparung GWh/a |
|--------------------------|----------------------------------|-------------|-----------------------------------|-------------|---------------------|
| | GWh/a | Anteil | GWh/a | Anteil | |
| Erdgas/Flüssiggas | 3.722 | 47% | 2.865 | 53% | 856 |
| Heizöl | 2.835 | 36% | 1.404 | 26% | 1.431 |
| Kohle | 108 | 1% | 38 | 1% | 70 |
| Biomasse | 225 | 3% | 453 | 8% | -228 |
| Strom | 679 | 9% | 382 | 7% | 297 |
| Fernwärme | 308 | 4% | 284 | 5% | 24 |
| Summe | 7.876 | 100% | 5.427 | 100% | 2.450 |

Tabelle 6 Energieeffizient Sanieren 2010: Hochgerechneter Endenergiebedarf der geförderten Gebäude vor und nach der Modernisierung sowie Endenergieeinsparung

1 GWh/a (Gigawattstunde pro Jahr) = 1 Mio. kWh/a (Kilowattstunden pro Jahr)

Bei Brennstoffen beziehen sich die Angaben auf den Heizwert H_i .

Die Endenergieeinsparung beträgt für die Förderfälle des Jahres 2010 insgesamt **ca. 2.450 GWh pro Jahr** (2,45 Mrd. kWh pro Jahr). Speziell im Fall der Biomasse ergibt sich eine negative Einsparung, d. h. ein Mehrverbrauch.

Vor der Modernisierung betrug der jährliche Endenergiebedarf der geförderten Gebäude 7.876 GWh pro Jahr (ca. 7,88 Mrd. kWh pro Jahr). Die prozentuale Einsparung beläuft sich also auf etwa 31 %.

Tabelle 7 zeigt die Endenergieeinsparungen getrennt nach Zuschussfällen und Darlehensfällen (EZFH bzw. MFH). Die spezifischen Angaben pro Quadratmeter bzw. pro Wohnungszahl beziehen sich hier auf die Wohnfläche und Wohnungszahl nach der Modernisierung, die im Durchschnitt geringfügig höher sind als vorher, da die Modernisierung in manchen Fällen zur Wohnflächenerweiterung genutzt wird¹².

¹¹ Die Hochrechnung erfolgte am Ende auf Grundlage der Wohnungsanzahl. Für die Durchführung der Berechnungen wurde das Statistik Programm R, Version 2.11.1 (2010-05-31) verwendet.

¹² Die aus der Stichprobe ermittelte Zunahme der Wohnfläche beträgt insgesamt rund 2 %, s. Kapitel I.4.7.

| | | Stich- probe Anzahl n | KfW-Förderung 2.010 Wohnungen | Endenergie-Einsparung | | |
|------------------------------|----------|-----------------------------|-------------------------------------|--|-------------------------|-----------------------|
| | | | | pro m ² Wohn- fläche in kWh/m ² a | pro Wohnung in kWh/a | insgesamt in GWh/a |
| Zuschussfälle | EZFH/MFH | 300 | 102.398 | 48,6 | 4.911 | 503 |
| Darlehensfälle | EZFH | 271 | 58.132 | 89,9 | 11.222 | 652 |
| | MFH | 66 | 182.226 | 106,0 | 7.105 | 1.295 |
| Summen / Mittelwerte: | | 637 | 342.756 | 82,2 | 7.148 | 2.450 |

Tabelle 7 Energieeffizient Sanieren 2010 : Summe des Endenergiebedarfs der geförderten Gebäude nach Energieträgern vor und nach der Modernisierung sowie Endenergieeinsparung

Vom Gesamtwert der Endenergieeinsparung (2.450 GWh) entfallen etwa 1.950 GWh pro Jahr (79 %) auf die Darlehensfälle. Der Anteil der Zuschussfälle beläuft sich auf etwa 500 GWh pro Jahr (21 %).

Die statistische Genauigkeit des Ergebnisses der erreichten Endenergieeinsparung kann durch die Angabe von Stichprobenfehlern interpretiert werden. Hier wird die Fehlergrenze angegeben, die für die Bildung des 95%-Konfidenzintervalls ausschlaggebend ist, das ausgehend vom Mittelwert (2450 GWh) den tatsächlichen Wert mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % enthält: Sie beträgt hier rund 330 GWh bzw. 13 % des Mittelwerts. Der tatsächliche Wert der Endenergieeinsparung befindet sich also mit hoher Wahrscheinlichkeit innerhalb des Intervalls 2450 +/- 330 GWh, d.h. zwischen 2120 und 2780 GWh.

Diese Betrachtung betrifft allerdings nur den Stichprobenfehler, der hier als einziger analysiert werden kann. Die tatsächliche Fehlerbandbreite ist größer, da über den Stichprobenfehler hinaus weitere denkbare Fehlerquellen existieren, etwa potentielle Unterschiede in der Teilnahmebereitschaft der befragten Fördermittelpfänger oder Abweichungen der gemessenen von der berechneten Energieeinsparung¹³.

1.3.3 Treibhausgasreduktion

Tabelle 8 zeigt die Treibhausgasreduktion (CO₂-Äquivalente), der Förderfälle des Programms „Energieeffizient Modernisieren“ im Überblick. Die Darstellung erfolgt auch hier getrennt nach Zuschussfällen und Darlehensfällen (EZFH bzw. MFH). Die spezifischen Angaben pro Quadratmeter bzw. pro Wohnungszahl beziehen sich wiederum auf die Wohnfläche und Wohnungszahl nach der Modernisierung.

| | | Stich- probe Anzahl n | KfW-Förderung 2010 Wohnungen | CO _{2e} -Minderung | | |
|------------------------------|----------|-----------------------------|------------------------------------|---|------------------------|---------------------|
| | | | | pro m ² Wohn- fläche in kg/m ² a | pro Wohnung in kg/a | insgesamt in t/a |
| Zuschussfälle | EZFH/MFH | 300 | 102.398 | 19,4 | 1.960 | 200.740 |
| Darlehensfälle | EZFH | 271 | 58.132 | 33,1 | 4.128 | 239.980 |
| | MFH | 66 | 182.226 | 33,3 | 2.231 | 406.598 |
| Summen / Mittelwerte: | | 637 | 342.756 | 28,4 | 2.472 | 847.318 |

Tabelle 8 Energieeffizient Sanieren 2010: Hochgerechnete Treibhausgas-Emissionsminderung (CO₂-Äquivalente) in kg CO_{2e}/a bzw. t CO_{2e}/a

¹³ Hier gibt es Hinweise darauf, dass der tatsächliche Energieverbrauch durch den berechneten Energiebedarf im Mittel eher überschätzt wird [Clausnitzer et al 2007].

Im Ergebnis lässt sich festhalten, dass im Rahmen der durch das Programm Energieeffizient Sanieren geförderten Modernisierungsvorhaben **rund 847.000 Tonnen CO_{2e} pro Jahr** eingespart werden. Davon entfallen rund 200.000 Tonnen pro Jahr auf die Zuschussfälle und 640.000 Tonnen pro Jahr auf die Darlehensfälle.

Die Emissionen der geförderten Gebäude vor der Modernisierung wurden ebenfalls entsprechend hochgerechnet. Es ergaben sich gerundet etwa 2.294.000 Tonnen pro Jahr. Die bei den im Jahr 2009 geförderten Gebäuden erreichte prozentuale CO_{2e}-Emissionsminderung beträgt damit rund 37 %. Dies ist eine höhere Quote als bei der Endenergieeinsparung. Die Ursache besteht darin, dass die Reduktion der Treibhausgase nicht nur durch Energieeinsparung, sondern auch durch den Wechsel zu Energieträgern mit niedrigeren spezifischen CO_{2e}-Emissionen bewirkt wird.

Die statistische Fehlergrenze des 95%-Konfidenzintervalls ergibt sich für den Gesamtwert der CO_{2e}-Emissionsminderung von 847.000 t/a zu 111.000 t/a, sie beträgt also wie bei der Endenergieeinsparung etwa 13 % des Ausgangswerts.

Die zeitliche Entwicklung der Wirkung des Programms „Energieeffizient Sanieren“ inklusive des teilweise noch bis 2009 förderfähigen Vorläufers „CO₂-Gebäudesanierungsprogramm“ ist in Abbildung 3 dargestellt¹⁴.

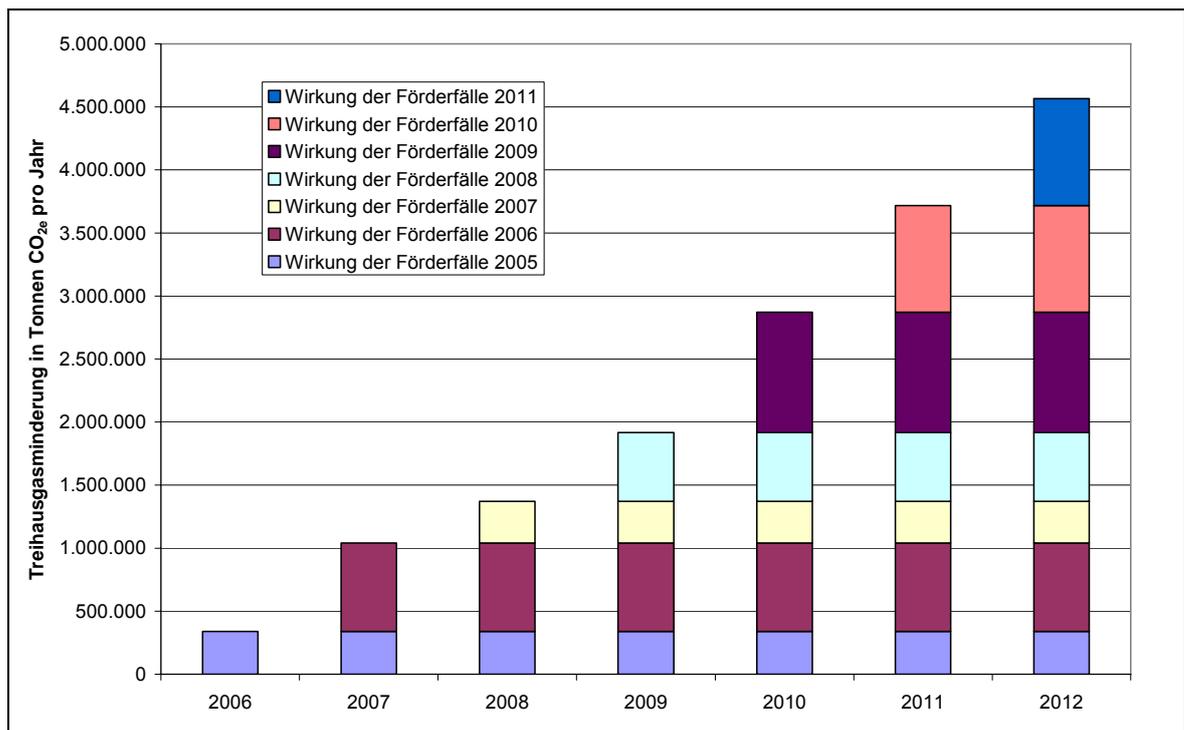


Abbildung 3 Energieeffizient Sanieren / CO₂-Gebäudesanierungsprogramm: Zeitliche Entwicklung der Treibhausgasemissionen seit 2006 (Förderfälle seit 2005), Extrapolation bis 2012

Es wurde vorausgesetzt, dass die geförderten Modernisierungen ihre Energieeinsparung und CO₂-Minderung im Kalenderjahr nach Erteilung der Förderzusage entfalten. Beispielsweise macht sich die Wirkung des Förderjahres 2010 mit 847.000 t CO_{2e} pro Jahr

¹⁴ Die Zahlen der früheren Jahre sind in [Clausnitzer et al. 2007 – 2010] dokumentiert.

erst im Jahr 2011 bemerkbar. Die Entwicklung wurde noch um ein Jahr extrapoliert: Für das Jahr 2012 wurde angenommen, dass die Minderungswirkung des Jahres 2011 noch einmal erreicht werden kann.

Die kumulierte Wirkung der bisher untersuchten Förderjahre 2005 bis 2010 wird Ende 2011 mit etwa 3,7 Mio. Tonnen CO_{2e} pro Jahr erreicht. Die Fortschreibung bis 2012 ergibt eine Gesamtwirkung von rund 4,5 Mio. Tonnen CO_{2e} pro Jahr.

1.3.4 Reine CO₂-Reduktion im Haushalts- und Emissionshandelssektor

Die Hochrechnung der CO₂-Emissionsminderungen wurden 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 in Kraftwerken, Heizkraftwerken und Fernheizwerken eingespart werden, die in der Regel dem Sektor „Emissionshandel“ angehören.

Die bei der Berechnung verwendeten CO₂-Emissionsfaktoren sind in Anlage 4 dokumentiert.

Die CO₂-Minderungen im Haushaltssektor, die mit den im CO₂-Gebäudesanierungsprogramm finanzierten Modernisierungsmaßnahmen erreicht werden, konnten unter diesen Voraussetzungen auf rund **578.000 Tonnen pro Jahr** abgeschätzt werden. Die Darlehensfälle tragen hierzu 482.000 Tonnen pro Jahr (83 %), die Zuschussfälle 96.000 Tonnen pro Jahr (17 %) bei.

Die mit den im CO₂-Gebäudesanierungsprogramm finanzierten Modernisierungsmaßnahmen erreichte reine CO₂-Minderung im Sektor „Emissionshandel“ kann zu rund **179.000 Tonnen pro Jahr** angegeben werden. Davon entfallen ungefähr 91.000 Tonnen (51 %) auf die Darlehens- und knapp 88.000 Tonnen (49 %) auf die Zuschussfälle.

1.3.5 Hochrechnung für die einzelnen Bundesländer

Die mit den geförderten Modernisierungsvorhaben ermittelten Emissionsminderungen wurden auf Basis der jeweils geförderten Wohnungsanzahl den einzelnen Bundesländern zugeordnet. Die Ergebnisse sind in Tabelle 9 dargestellt.

| | geförderte Wohnungen | Anteil (geförderte Wohnungen / Emissionsminderung) | Minderung Treibhausgase in t CO ₂ /a | Minderung reines CO ₂ im Haushaltssektor in t CO ₂ /a | Endenergie-Einsparung in GWh/a |
|---------------------------|----------------------|--|---|---|--------------------------------|
| Baden-Württemberg | 52.382 | 15,3% | 129.180 | 88.154 | 374 |
| Bayern | 65.551 | 19,1% | 161.657 | 110.316 | 468 |
| Berlin | 26.873 | 7,8% | 66.272 | 45.225 | 192 |
| Brandenburg | 5.331 | 1,6% | 13.147 | 8.972 | 38 |
| Bremen | 4.604 | 1,3% | 11.354 | 7.748 | 33 |
| Hamburg | 12.360 | 3,6% | 30.481 | 20.801 | 88 |
| Hessen | 28.710 | 8,4% | 70.802 | 48.316 | 205 |
| Mecklenburg-Vorpommern | 2.231 | 0,6% | 5.502 | 3.755 | 16 |
| Niedersachsen | 27.418 | 8,0% | 67.616 | 46.142 | 196 |
| Nordrhein-Westfalen | 72.537 | 21,1% | 178.885 | 122.073 | 517 |
| Rheinland-Pfalz | 11.522 | 3,4% | 28.415 | 19.390 | 82 |
| Saarland | 3.422 | 1,0% | 8.439 | 5.759 | 24 |
| Sachsen | 9.212 | 2,7% | 22.718 | 15.503 | 66 |
| Sachsen-Anhalt | 6.543 | 1,9% | 16.136 | 11.011 | 47 |
| Schleswig-Holstein | 11.675 | 3,4% | 28.792 | 19.648 | 83 |
| Thüringen | 3.083 | 0,9% | 7.603 | 5.188 | 22 |
| Deutschland gesamt | 343.454 | 100,0% | 847.000 | 578.000 | 2.450 |

Tabelle 9 Energieeffizient Sanieren 2010: Durch die geförderten Gebäudemodernisierungen erreichte CO₂-Reduktion und Endenergieeinsparung nach Bundesländern (Aufteilung nach Anzahl der geförderten Wohnungen¹⁵)

1.3.6 Separate Untersuchung: Abschätzungen zur Treibhausgasreduzierung im Rahmen der Sonderförderung

Fälle, die ausschließlich die Sonderförderung des Programms 431 in Anspruch genommen haben, sind nicht Gegenstand der bisherigen Untersuchungen und der folgenden Kapitel. Vor diesem Hintergrund erfolgt im vorliegenden Abschnitt eine separate Abschätzung der Treibhausgasreduzierungen, die im Förderjahr 2010 durch den Austausch von Nachtstromspeicherheizungen bzw. die Optimierung der Wärmeversorgung erzielt wurden.

Die gesamten Förderzahlen des Programms 431 wurden, getrennt für Ein-/Zweifamilienhäuser (EZFH) und Mehrfamilienhäuser (MFH) von der KfW zur Verfügung gestellt. Aus diesen wurde die Anzahl derjenigen Fälle herausgerechnet, die die Sonderförderung parallel zur „Hauptförderung“ im Programm „Energieeffizient Sanieren“ erhalten haben, d. h. die gleichzeitig ein Darlehen oder Zuschuss für Wärmeschutzmaßnahmen, neue Wärmeerzeuger und/oder die Erreichung eines KfW-Effizienzhausstandards im Rahmen der KfW-Programme 430, 151 oder 152 bekommen haben, also im Hauptteil schon berücksichtigt sind.

Dies erfolgte aufgrund der in Kapitel 1.2 beschriebenen Stichprobe: Von den insgesamt 1098 für diese Auswertung verwertbaren Fragebögen (vgl. Kap. 1.2) wurden in 20 Fällen

¹⁵ Die Gesamtzahl der geförderten Wohnungen ist mit 343.454 geringfügig größer als die zuvor genannte Zahl von 342.756, da bei der hier verwendeten Aufteilung nach Bundesländern auch diejenigen Fälle mitgezählt wurden, die keiner der für die Hochrechnung maßgeblichen Schichten zugeordnet werden konnten (vgl. Schichtung in Tabelle 5).

eine Sonderförderung für den Nachtstromspeicheraustausch und in weiteren 20 Fällen eine Sonderförderung für die Optimierung der Wärmeversorgung in Anspruch genommen. Grob gesprochen handelt es sich hier also um jeweils 2 % der Förderfälle des Hauptprogramms¹⁶. Mit Ansatz dieses Prozentwertes und den Förderzahlen der KfW für das Hauptprogramm 2010 (s. Tabelle 5) wurden die Förderzahlen der Sonderförderung korrigiert. Es ergibt sich die rechte Spalte der folgenden Tabelle:

| | Förderzusagen Sonderförderung (Programm 431) | davon: nur Sonderförderung (abzügl. 2 % aus Progr. 151,152,430) |
|---------------------------------------|---|--|
| Austausch Nachtspeicherheizung: EZFH | 4.616 | 2.800 |
| Austausch Nachtspeicherheizung: MFH | 1.428 | 1.100 |
| Optimierung der Wärmeverteilung: EZFH | 163.431 | 161.600 |
| Optimierung der Wärmeverteilung: MFH | 26.996 | 26.700 |

Tabelle 10 **Sonderförderung Energieeffizient Sanieren 2010: Förderfälle mit Austausch Nachtstromspeicherheizung bzw. Optimierung der Wärmeverteilung.**

Gesamtanzahl laut KfW-Statistik (links) und herausgerechnete Anzahl der Fälle, die ausschließlich die Sonderförderung im Programm 431 erhalten haben (rechts, ohne Fälle mit gleichzeitiger Förderung in den „Hauptprogrammen Energieeffizient Sanieren“: 151, 152 und 430)
 EZFH: Ein-/Zweifamilienhäuser
 MFH: Mehrfamilienhäuser

Zur näheren Analyse der Inanspruchnahme der Sonderförderung wurden von der KfW anonymisierte Auszüge der Förderanträge, im Fall der Optimierung der Wärmeverteilung auch anonymisierte Rechnungen über die durchgeführten Maßnahmen zur Verfügung gestellt. Insgesamt lagen für den Ersatz der Nachtstromspeicherheizungen Unterlagen über 47 EZFH und 48 MFH vor, im Fall der Optimierung der Wärmeversorgung waren es 75 Förderfälle von EZFH und 73 MFH.

Treibhausgasminderung durch den Austausch von Nachtstromspeicherheizungen

Im Fall der Nachtstromspeicherheizungen ergab sich eine mittlere Wohnfläche pro Förderfall von 144 m² (EZFH) bzw. 596 m² (MFH). Die Zahl der pro Wohnung ausgetauschten Nachtspeichergeräte lag in den EZFH durchschnittlich bei 6,7, in den MFH bei 2,2. Die Einzelwerte waren teils sehr unterschiedlich und in einigen Fällen so niedrig, dass diese Gebäude vermutlich nicht vollständig mit Nachtspeicheröfen, sondern eventuell parallel durch andere Systeme beheizt wurden. Genauere Informationen lagen nicht vor, hier wurde angenommen, dass im Fall eines Austauschs von weniger als 4 Geräten pro Wohnung (EZFH) bzw. 2 Geräten pro Wohnung (MFH) eine Teilbeheizung mit Nachtspeicheröfen vorlag. Unter diesen Annahmen ergab sich bei den EZFH ein Anteil von 20 %, bei den MFH ein Anteil von rund 50 % mit Teilbeheizung. Der Umfang der Teilbeheizung wurde in diesen Fällen zu zwei Dritteln angenommen, so dass sich für die gesamte Stichprobe der EZFH der mittlere Beheizungsumfang mit Nachtspeicherheizung zu 93 %, im Fall der MFH zu 83 % ergab.

¹⁶ Eine gesonderte Auswertung nach EZFH und MFH war wegen der geringen Fallzahlen nicht möglich.

Die Energiebilanz beim Austausch der Nachtstromspeicherheizung wurde vom IWU mit Hilfe eines auf der deutschen Gebäudetypologie aufbauenden Modells abgeschätzt, das im Rahmen des laufenden EU-Projekts TABULA erstellt wurde¹⁷. Statistische Mittelwerte für Teilsanierungen beim Wärmeschutz wurden dabei berücksichtigt¹⁸. Durch die Umstellung von der Nachtstromspeicherheizung auf eine moderne Heizung¹⁹ ergibt sich ein Mehrverbrauch an Endenergie, da die alten Nachtspeicherheizungen weitgehend ohne Umwandlungs- und Verteilungsverluste arbeiteten. Allerdings wird der in Kraftwerken mit hohem Brennstoffaufwand erzeugte Energieträger Strom durch andere Energieträger, im Durchschnitt des Bestandes zumeist Erdgas und Heizöl, ersetzt. Damit resultiert eine deutliche Minderung der Treibhausgasemissionen, die hier sehr grob im Fall des typischen EZFH zu 37 kgCO_{2e}/m²a und im Fall des typischen MFH zu 28 kgCO_{2e}/m²a abgeschätzt wurde.

Mit diesen Werten und den oben genannten Angaben zu Förderzahlen, Wohnfläche pro Förderfall und Teilbeheizung ergibt sich für die **Treibhausgasminderung durch den Austausch von Nachtstromspeicherheizungen im Rahmen der Sonderförderung** im Programm „**Energieeffizient Sanieren 2010**“ (Fälle ausschließlich mit Sonderförderung) ein Wert von **29.000 Tonnen CO_{2e} pro Jahr**. Davon entfallen 14.000 t/a auf die Ein- und Zweifamilienhäuser und 15.000 t/a auf die Mehrfamilienhäuser. Angesichts der dargestellten groben Ansatzes bei der Ermittlung dieser Zahlen ist zu beachten, dass es sich hier nur um Anhaltswerte handelt. Im Hinblick auf den Endenergieeinsatz ergeben die Abschätzungen einen Mehrverbrauch von etwa 35 Gigawattstunden pro Jahr (GWh/a).

Treibhausgasminderung durch die Optimierung der Wärmeverteilung

Die mittlere Wohnfläche der Stichprobenfälle lag für die EZFH bei 143 m² und für die MFH bei 596 m², also fast gleichauf mit den oben genannten Mittelwerten bei der Nachtstromspeicherheizung. Die separate Auswertung der EZFH ergab hier, dass in allen 75 Fällen Hocheffizienz-Heizungspumpen eingebaut wurden. Ein hydraulischer Abgleich erfolgte zusätzlich in 5 Fällen (ca. 6 % der Stichprobe). Unter den 73 MFH waren 69 mit Einbau von Hocheffizienzpumpen (ca. 95 %), 2 Fälle mit hydraulischem Abgleich und 2 Fälle mit Einbau von Thermostatventilen (zusammen ca. 5 %).

Für die weiteren Überlegungen wurden pauschal folgende Anteile angesetzt: Einbau von Hocheffizienzpumpen in 97 % der Fälle; Durchführung eines hydraulischen Abgleichs bzw. Einbau von Thermostatventilen bei 5 % der Fälle. Aufgrund der kleinen Stichprobenbasis wird hier nicht zwischen EZFH und MFH unterschieden.

¹⁷ Internetseite des Projekts: <http://www.building-typology.eu/>

¹⁸ Grundlage hierfür sind die Ergebnisse des von KfW kofinanzierten Projekts Datenbasis Gebäudebestand, für das eine deutschlandweite Befragung von Wohngebäudeeigentümern durchgeführt wurde [Diefenbach et al 2010].

¹⁹ Angesetzt wurde eine für die Beheizungsstruktur des Gebäudebestandes typische Verteilung der Energieträger. Bei einer erneuerten Gas-Zentralheizung wurde entsprechend den Analysen der Datenbasis Gebäudebestand zu 90 % Brennwärtekessel, bei den Ölkesseln zu 50 % Brennwärtekessel angenommen (Rest: Niedertemperaturkessel).

Im Fall des hydraulischen Abgleichs bzw. des Einbaus von Thermostatventilen wird die erreichte Einsparung beim Heizwärmebedarf pauschal zu 5 % angenommen²⁰. Die Treibhausgasreduzierungen einer fünfprozentigen Reduktion des Heizwärmebedarfs wurden mit dem Bestandsmodell des IWU zu 2,5 kgCO_{2e}/m²a im EZFH und 2,0 kgCO_{2e}/m²a im MFH abgeschätzt. Für alle Fälle der Sonderförderung mit hydraulischem Abgleich bzw. Einbau von Thermostatventilen ergibt sich unter diesen Annahmen eine Treibhausgasreduzierung von etwas mehr als 4.500 Tonnen CO_{2e} pro Jahr.

Die Einsparung an elektrischer Hilfsenergie durch den Einbau von Hocheffizienz-Umwälzpumpen wird hier zu 60 % abgeschätzt²¹. Als Referenzwerte vor Pumpenaustausch werden Hilfsstromverbräuche von 2,5 kWh/m²a für das Einfamilienhaus und 1,0 kWh/m²a für das Mehrfamilienhaus angesetzt²². Damit ergibt sich eine Stromeinsparung von 1,5 kWh/m²a (EZFH) bzw. 0,6 kWh/m²a (MFH) und eine Treibhausgasreduzierung von 0,91 kgCO_{2e}/m²a (EZFH) bzw. 0,36 kgCO_{2e}/m²a (MFH). Hochgerechnet auf alle Förderfälle ergibt sich so eine Treibhausgasreduzierung durch den Einbau der Hocheffizienzpumpen von 26.000 Tonnen CO_{2e} pro Jahr, davon rund 20.000 t/a bei Ein- und Zweifamilienhäusern und 6.000 t/a bei Mehrfamilienhäusern.

Insgesamt lässt sich die **Treibhausgasreduzierung durch die Optimierung der Wärmeverteilung im Rahmen der Sonderförderung** des Programms „**Energieeffizient Sanieren 2010**“ zu etwa **30.000 Tonnen CO_{2e} pro Jahr** abschätzen. Auch dieser Wert basiert auf teils sehr groben Abschätzungen und kann daher nur die Größenordnung der Treibhausgasreduzierungen ungefähr wiedergeben.

In der Summe (**Austausch Nachtspeicherheizung und Optimierung der Wärmeverteilung**) ergibt sich damit eine Gesamtreduzierung von ca. **59.000 Tonnen CO_{2e} pro Jahr**.

Die Endenergieeinsparungen bei der Optimierung der Wärmeverteilung können zu etwa 60 Gigawattstunden pro Jahr (GWh/a) abgeschätzt werden. Dabei entfallen etwa 18 GWh/a auf den hydraulischen Abgleich bzw. den Einbau von Thermostatventilen und 43 GWh/a auf den Einbau von Hocheffizienzpumpen. Für die **gesamte Sonderförderung im Jahr 2010** ergibt sich damit in der Summe (Austausch Nachtspeicherheizung und Optimierung der Wärmeverteilung) eine **Endenergieeinsparung von ca. 25 GWh/a**.

²⁰ Der hydraulische Abgleich wurde im „Optimus“-Projekt untersucht [Jagnow et al]. Die erreichten Einsparungen lagen dort im Durchschnitt bei etwa 7 %, waren aber in besser gedämmten Gebäuden tendenziell deutlich höher als in Gebäuden mit geringem Wärmeschutz, so dass hier ein vorsichtigerer Ansatz von 5 % gerechtfertigt erscheint.

²¹ Hocheffizienzpumpen weisen gegenüber unregulierten Standardpumpen eine Einsparung von schätzungsweise 70 %, gegenüber regulierten Standardpumpen von etwa 50 % auf. Diese groben Abschätzungen basieren insbesondere auf [Neumann et al 2000], [Test 2010].

²² Diese Werte liegen zwischen Angaben in der DIN V 4701-10 vom August 2003 (diese wurden von der Gebäudenutzfläche A_N überschlägig auf die Wohnfläche umgerechnet) und den Zahlen im „Kurzverfahren Energieprofil des IWU“: T. Loga et al., Kurzverfahren Energieprofil, Fraunhofer IRB Verlag 2005.

I.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 Ausgangsniveau 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.

Alle dargestellten Zahlen beziehen sich auf bewilligte Förderfälle im Programm „Energieeffizient Sanieren“ aus dem ersten Halbjahr 2010 im Programm „Energieeffizient Sanieren“ zuzuordnen sind (und zwar Investitionszuschuss nach Programm 430 oder Darlehen mit/ohne Tilgungszuschuss nach Programm 151 und 152). Im Vergleich zu den Studien früherer Jahre (bis 2008) für das ältere „CO₂-Gebäudesanierungsprogramm“ ist hier (wie auch schon im Vorjahr 2009) zu beachten, dass nicht mehr nur Maßnahmenpakete, sondern auch Einzelmaßnahmen gefördert wurden, so dass der durchschnittliche Umfang der Maßnahmen pro Wohnung bzw. Gebäude zurückgegangen ist. Die Ergebnisse für KfW-Energieeffizienzhäuser, die weiterhin mit umfangreichen Maßnahmenpaketen realisiert werden, sind daher teilweise noch einmal separat dargestellt.

I.4.1 Wärmedämmmaßnahmen

Bei Inanspruchnahme des Programms „Energieeffizient Sanieren“ wird in den meisten Fällen auch eine Wärmedämmung durchgeführt²³. Im Jahr 2010 wurden in 45 % der Fälle Dämmmaßnahmen am Dach bzw. der Obergeschossdecke vorgenommen. Bei der Außenwanddämmung waren es 35 %, der Erdgeschossfußboden (bzw. die Kellerdecke) wurde in 16 % der Fälle gedämmt. Diese Angaben basieren auf 907 auswertbaren Fragebögen.²⁴ Kleine Prozentzahlen (auch kleine Differenzen beim Vergleich von Prozentwerten) fallen hier in den Bereich statistischer Unsicherheiten.

Betrachtet man diejenigen Förderfälle, in denen eine Modernisierung auf einen KfW-Effizienzhausstandard (also nicht nur die Durchführung von Einzelmaßnahmen) stattgefunden hat, so ergibt sich eine Stichprobe von 186 auswertbaren Fragebögen. Der Modernisierungsfortschritt ist hier deutlich höher: In fast allen Fällen (97%) wird eine Wärmedämmung durchgeführt, und zwar beträgt der Anteil der Gebäude mit Maßnahmen zur Dach- bzw. Obergeschossdeckendämmung 86 %, bei der Wanddämmung sind es 90 %, der Fußboden wird in 65 % der Fälle gedämmt.

²³ In 57 % der Fälle wurde mindestens eine der Maßnahmen Außenwanddämmung, Dach- bzw. Obergeschossdeckendämmung oder Kellerdecken- bzw. Erdgeschossfußbodendämmung durchgeführt.

²⁴ Diese Angabe für die Anzahl der auswertbaren Fragebögen gilt auch für die weiteren Auswertungen zum Wärmeschutz, zu den Fenstern und den Lüftungsanlagen. In einigen Abbildungen ist die jeweils auswertbare Fallzahl gesondert unter der Bezeichnung „n“ angegeben.

In einigen Fällen waren bereits vor Durchführung der von der KfW geförderten Modernisierung, aber nach Errichtung der Gebäude Wärmeschutzmaßnahmen realisiert worden. Die folgende Abbildung 4 gibt eine Übersicht über die gedämmten Anteile von Dach/Obergeschossdecke, Wand und Fußboden/Kellerdecke vor und nach der Modernisierung für die gesamte Stichprobe²⁵. 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.

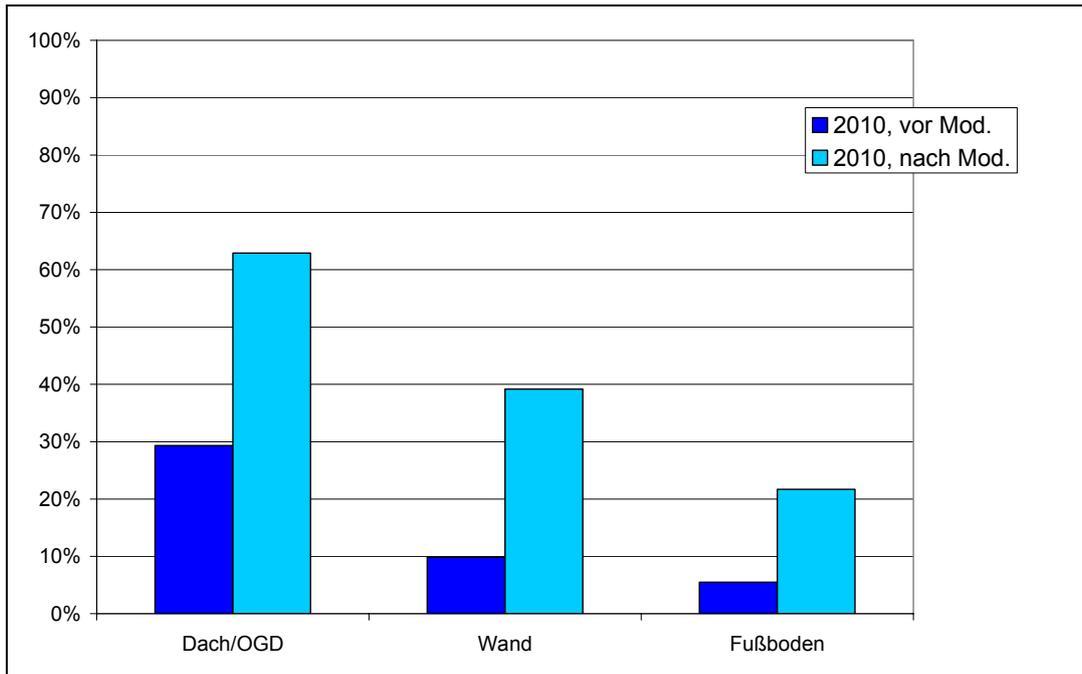


Abbildung 4 Energieeffizient Sanieren 2010: Anteil nachträglich wärmedämmter Gebäudebauteile vor und nach Modernisierung (alle Fälle der Stichprobe)

unter Berücksichtigung des jeweiligen Flächenanteils der Wärmedämmung.
n= 907 Fälle. OGD = oberste Geschossdecke

Aus der Abbildung ist zu erkennen, dass die Dachflächen bzw. Obergeschossdeckenflächen der Gebäude bereits vor der Modernisierung zu knapp 30 % gedämmt waren. Dagegen wiesen nur 10 % der Außenwand- und 5 % der Fußboden- bzw. Kellerdeckenflächen eine nachträglich aufgebraachte Dämmschicht auf.

Nach der Modernisierung im Rahmen des CO₂-Gebäudesanierungsprogramms ist bei den 2008 geförderten Gebäuden 63 % der Fläche von Dächern/Obergeschossdecken, 39 % der Außenwandfläche und 22 % der Fußboden-/Kellerdeckenfläche gedämmt.

Abbildung 5 zeigt die entsprechende Grafik für die Fälle, in denen Effizienzhäuser errichtet wurden. Die gedämmten Flächenanteile sind deutlich größer als im Durchschnitt über die Stichprobe.

²⁵ Das heißt für alle Förderfälle, unabhängig davon, ob Wärmeschutzmaßnahmen durchgeführt wurden oder nicht.

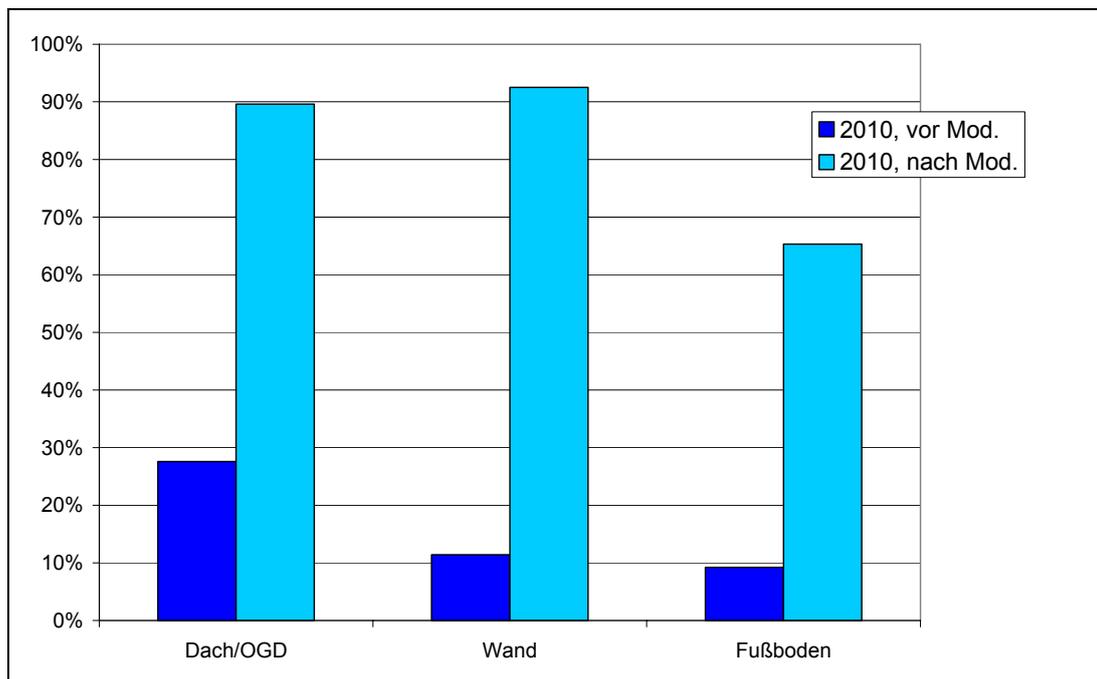


Abbildung 5 Energieeffizient Sanieren 2010: Anteil nachträglich wärmedämmter Gebäudebauteile vor und nach Modernisierung (KfW-Effizienzhäuser)
 unter Berücksichtigung des jeweiligen Flächenanteils der Wärmedämmung.
 n= 186 Fälle. OGD = oberste Geschossdecke

Die bei der Modernisierung angewendeten Dämmstoffstärken sind in Abbildung 6 für die gesamte Stichprobe in einer Häufigkeitsverteilung dargestellt.

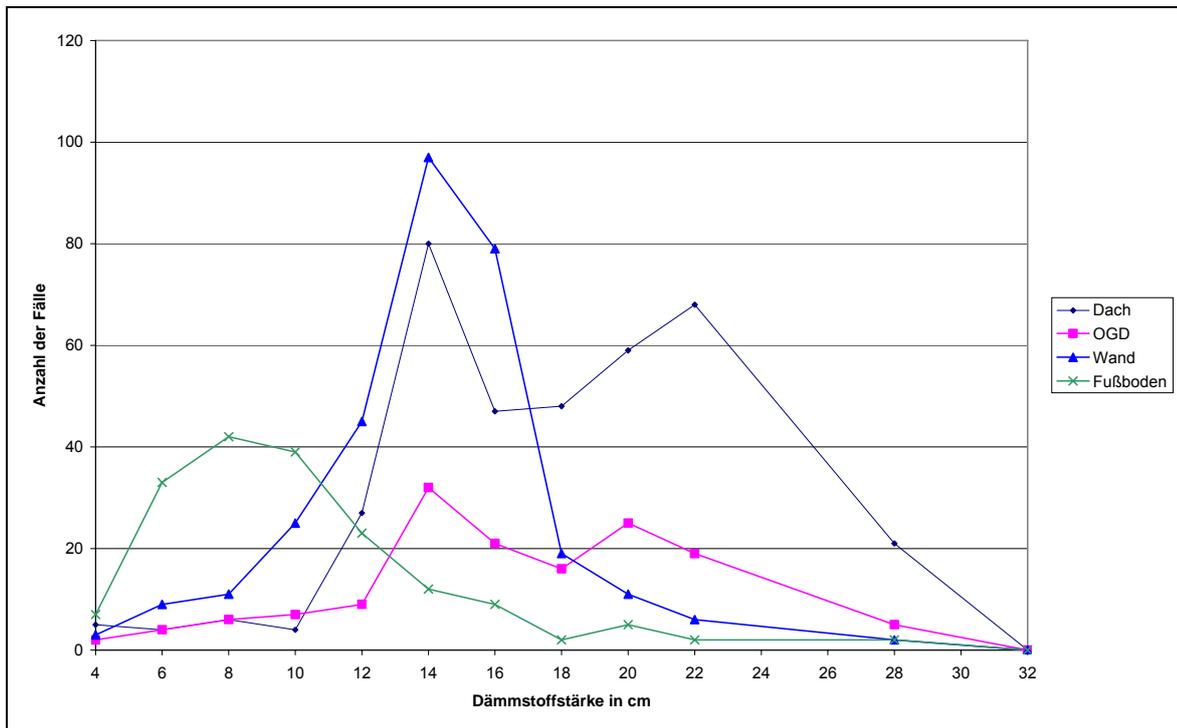


Abbildung 6 Energieeffizient Sanieren 2010: Dämmstoffstärken durchgeführter Modernisierungsmaßnahmen (gesamte Stichprobe, tatsächliche Dämmstoffdicke ohne Berücksichtigung der Wärmeleitfähigkeit)

Die Qualität der Wärmedämmung hängt außer von der Dämmstoffstärke auch noch von der Wärmeleitfähigkeit λ des Dämmmaterials ab. Tabelle 11 zeigt die jeweiligen Anteile. Dabei steht z.B. 040 für eine Wärmeleitfähigkeit von $\lambda = 0,04 \text{ W/mK}$.²⁶

| Wärmeleitfähigkeit | Dach | Oberste Geschossdecke | Wand | Fußboden |
|--------------------|------|-----------------------|------|----------|
| < 035 | 21% | 10% | 18% | 19% |
| 035 | 61% | 71% | 70% | 59% |
| 040 | 13% | 15% | 8% | 18% |
| >040 | 6% | 5% | 4% | 4% |

Tabelle 11 Energieeffizient Sanieren 2010: Anteile verschiedener Wärmeleitfähigkeitsgruppen

bezogen auf die Anzahl der Fälle, in denen die entsprechenden Dämmmaßnahmen durchgeführt wurden

Für die Fälle, in denen im Rahmen der geförderten Modernisierung eine vollständige Dämmung der jeweiligen Bauteile durchgeführt wurde, konnte ein direkter Vergleich mit

²⁶ Je geringer die Wärmeleitfähigkeit, desto besser ist der Wärmeschutz.

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 vor²⁷. 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 12 zeigt einen Vergleich der Vorgaben der 2009 novellierten EnEV mit den durchschnittlichen Wärmedurchgangskoeffizienten („U-Werten“) der Stichprobe. Es ist zu erkennen, dass die Höchstwerte der EnEV 2009 deutlich unterschritten werden, der Wärmeschutz also besser ist. Weiterhin ist angegeben, wie viele Zentimeter an zusätzlichem Dämmstoff dieser Unterschreitung entsprechen (bezogen auf die heute übliche Wärmeleitfähigkeit von 0,035 W/mK). In der letzten Spalte ist eingetragen, welche prozentuale Überschreitung der nach EnEV notwendigen Dämmstoffdicke durch die Förderfälle erreicht wird.

| EnEV 2009 | U-Werte in W/m ² K | | Überschreitung der Mindest-Dämmstärke nach EnEV ₂₀₀₉ | |
|---|---------------------------------------|-----------------------------------|---|-------------|
| | Maximalwert nach EnEV ₂₀₀₉ | Mittelwerte der geförderten Fälle | in cm (λ= 0,035 W/mK) | in Prozent |
| Steildach | 0,24 | 0,20 | 3,3 | 24 % |
| Flachdach | 0,24 | 0,18 | 4,9 | 37 % |
| Oberste Geschossdecke | 0,24 | 0,18 | 4,4 | 36 % |
| Außenwand | 0,24 | 0,21 | 1,9 | 15 % |
| Kellerdecke/ Fußboden²⁸ | 0,30 (- 0,50) | 0,28 | 0,9 (- 5,5) | 10 (-115) % |

Tabelle 12 Energieeffizient Sanieren 2010: Vergleich der bedingten Anforderungen der EnEV 2007 an die Bauteil-U-Werte für Bestandsgebäude mit den Ergebnissen der Stichprobe des 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 0,035 W/mK

Um eine bessere Vergleichbarkeit mit den Untersuchungen der vergangenen Jahre herzustellen, sind die Ergebnisse in Tabelle 13 im Vergleich mit den Kennwerten der EnEV 2007 dargestellt, die bis zum Herbst 2009 gültig war. Wie in den Tabellen der Vorgänger-

²⁷ Solche Verpflichtungen bestehen nur in Sonderfällen bei Dachböden und in Verbindung mit der Putzerneuerung von Außenwänden.

²⁸ Die Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten nach EnEV₂₀₀₉ der Fußboden- bzw. Kellerdeckendämmung können je nach konkreter Situation 0,3 W/m²K (Kellerdeckendämmung) bzw. 0,5 W/m²K (Dämmung des Erdgeschossfußbodens) betragen. Da der zweite Fall vermutlich keine entscheidende Rolle bei der nachträgliche Dämmung spielt, ist er hier nur in Klammern dargestellt.

studien wurde die Dämmstoffstärke hier auch noch einmal auf die in früheren Jahren übliche Wärmeleitfähigkeit von $\lambda = 0,04 \text{ W/mK}$ umgerechnet.

| EnEV 2007 | U-Werte in $\text{W/m}^2\text{K}$ | | Überschreitung der Mindest-Dämmstärke nach EnEV ₂₀₀₇ | |
|----------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|---|--------------|
| | Maximalwert nach EnEV ₂₀₀₇ | Mittelwerte der geförderten Fälle | in cm ($\lambda = 0,04 \text{ W/mK}$) | in Prozent |
| Steildach | 0,30 | 0,20 | 7,1 | 58 % |
| Flachdach | 0,25 | 0,18 | 6,3 | 44 % |
| Oberste Geschossdecke | 0,30 | 0,18 | 8,3 | 77 % |
| Außenwand | 0,35 | 0,21 | 7,4 | 80 % |
| Kellerdecke/ Fußboden | 0,40 (-0,50) | 0,28 | 4,3 (- 6,3) | 58 (- 115 %) |

Tabelle 13 **Energieeffizient Sanieren 2010: Vergleich der bedingten Anforderungen der bis Herbst 2009 gültigen EnEV 2007 an die Bauteil-U-Werte für Bestandsgebäude mit den Ergebnissen der Stichprobe des 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 $0,04 \text{ W/mK}$

Abbildung 7 zeigt – umgerechnet auf eine einheitliche Wärmeleitfähigkeit von $0,04 \text{ W/mK}$ – die Entwicklung der Dämmstoffstärken im Programm „Energieeffizient Sanieren“ (früher: „KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramm“) seit 2002.

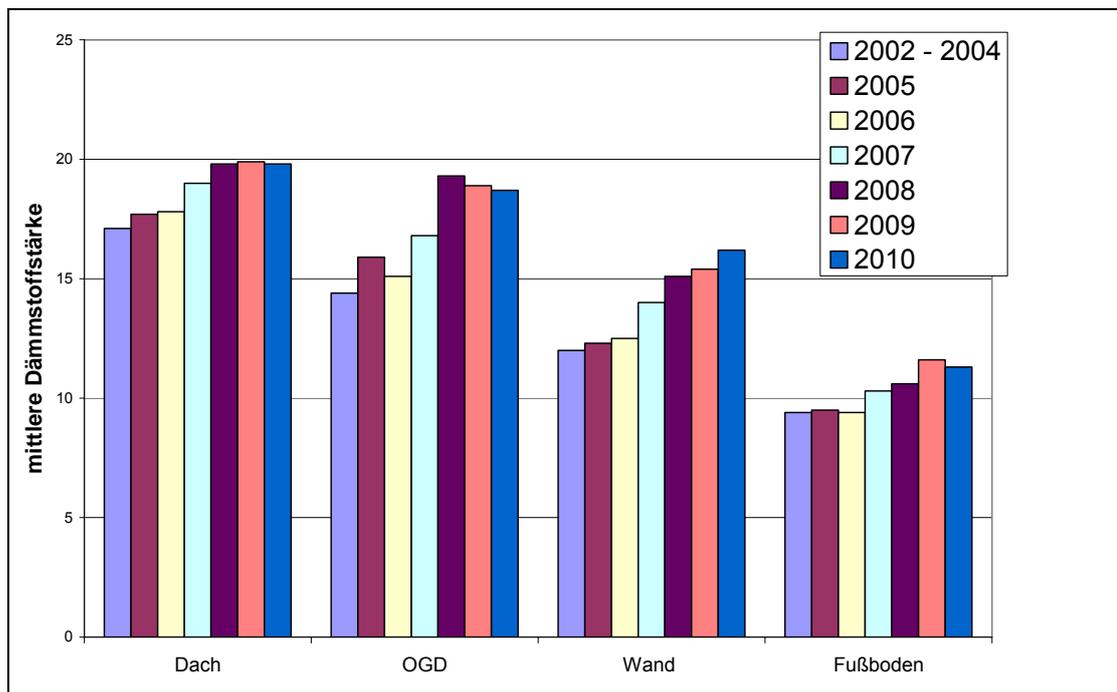


Abbildung 7 KfW-Modernisierungsförderung Wärmeschutz 2002-2010: Mittlere Dämmstoffdicken modernisierter Bauteile im Programm „Energieeffizient Sanieren“ (früher: „KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramm“)

Auswertung derjenigen Fälle, in denen die jeweiligen Maßnahmen durchgeführt wurden, bezogen auf eine mittlere Wärmeleitfähigkeit von 0,04 W/mK

Die Zeitreihe macht insgesamt deutlich, dass sich die Qualität der geförderten Dämmmaßnahmen im Zeitverlauf deutlich verbessert hat. Grob gesprochen wurde 2010 wieder das Niveau der vergangenen beiden Jahre 2008 und 2009 erreicht. Dabei ist zu beachten, dass kleine Schwankungen zwischen den Jahren auch durch die jeweilige Stichprobe bedingt sein können.

1.4.2 Fenster/Verglasungen

Eine Erneuerung der Fenster (vollständig oder teilweise) wurde 2010 in 67 % der Fälle durchgeführt, der Anteil der modernisierten Fensterfläche beträgt 53 %²⁹. Betrachtet man die Gruppe der KfW-Effizienzhäuser für sich, so erhält man einen Anteil von 89 % Gebäuden mit Fensteraustausch, die erneuerte Fensterfläche ergibt sich hier zu 76 %.

²⁹ In der zweiten Zahl ist berücksichtigt, dass die Fenster eines Gebäudes nicht immer vollständig ausgetauscht werden. Die Werte in den folgenden Abschnitten und Abbildungen beziehen sich ebenfalls auf die Flächenanteile, nur teilweise durchgeführte Fenstererneuerungen werden also jeweils entsprechend der betroffenen Fläche eingerechnet.

Abbildung 8 zeigt die Anteile der verschiedenen Verglasungsarten (1-Scheiben-, 2-Scheiben- bzw. 3-Scheiben-Verglasungen) bei den geförderten Gebäuden vor der Modernisierung, bezogen auf den Anteil der Fensterfläche (gesamte Stichprobe)³⁰. 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 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 hat³¹. Bei älteren Fenstern wird eine einfache Isolierverglasung angenommen.

Abbildung 8 zeigt, dass bereits vor der Modernisierung bei nur 12 % der verglasten Flächen eine Einscheibenverglasung vorhanden war. Überwiegend war bereits 2-Scheiben-Isolierverglasung vorhanden (Flächenanteil 75 %) und immerhin mit einem Flächenanteil von 12 % auch 2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung. Der Anteil der Dreischeibenverglasung ist mit ca. 1 % sehr klein.

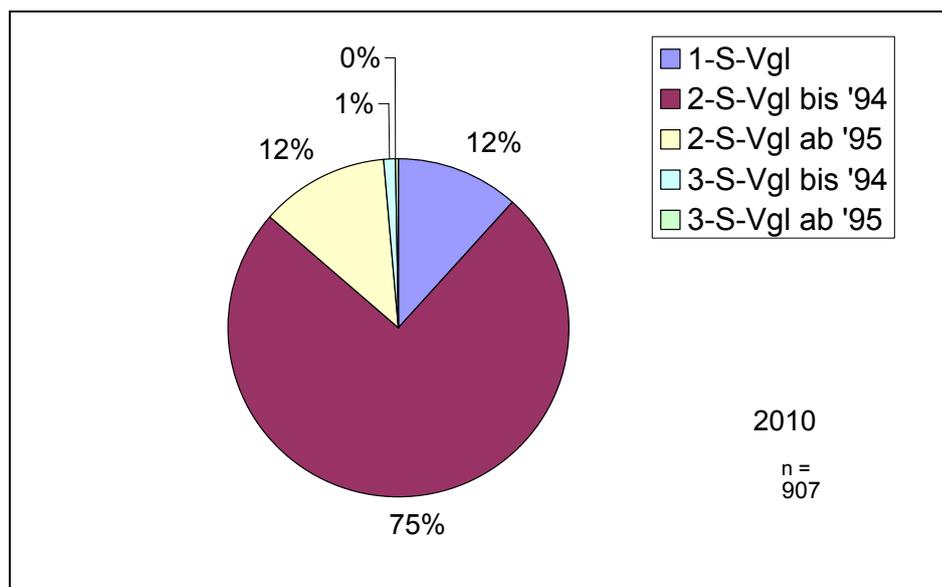


Abbildung 8 Energieeffizient Sanieren 2010: Anteile der Verglasungsarten vor Modernisierung bezogen auf die Fensterfläche vor Modernisierung

In Abbildung 9 werden die Anteile der Verglasungen nach Fertigstellung der Modernisierungen dargestellt.

³⁰ Dabei wurden alle Fälle berücksichtigt, unabhängig davon, ob Maßnahmen an den Fenstern durchgeführt wurden.

³¹ Dieser vereinfachte Ansatz wird durch Statistiken der Fensterindustrie bestätigt (s. [Diefenbach et al 2010]).

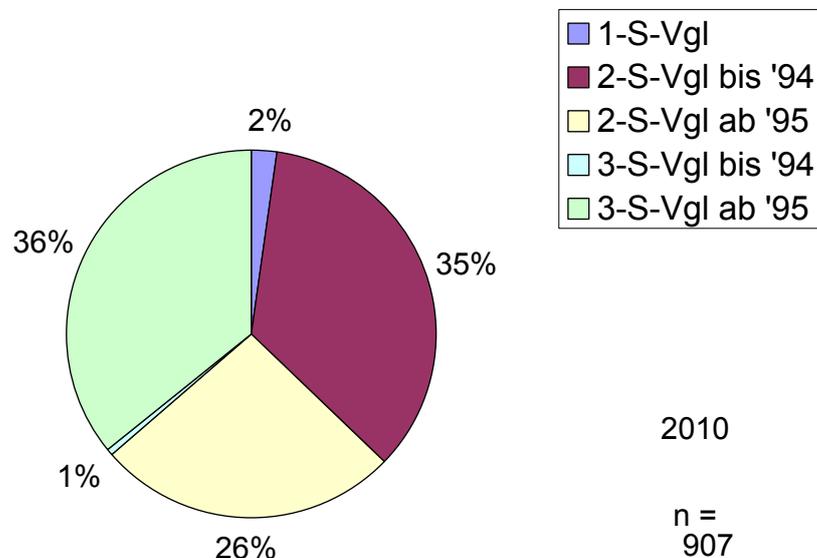


Abbildung 9 Energieeffizient Sanieren 2010: Anteile der Verglasungsarten nach Modernisierung bezogen auf die Fensterfläche nach Modernisierung

Es ist zu erkennen, dass die Einscheiben-Verglasung bis auf einen sehr geringen Flächenanteil von 2 % fast vollständig ersetzt wurde. Auch der Flächenanteil älterer Zweischeiben-Verglasungen ist deutlich zurückgegangen (auf 35 %). Stark zugenommen haben die Wärmeschutzverglasungen. Hier fällt auf, dass der Flächenzuwachs bei der Dreischeiben-Verglasung besonders groß ist: Er beläuft sich auf 36 % (vorher: 0 %), während die 2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung „nur“ um 14 % (von 12 % auf 26 %) gewachsen ist (Prozentwerte bezogen auf die Gesamt-Fensterfläche aller Gebäude). Bei den neu eingebauten Drei-Scheiben-Fenstern ist ein Flächenanteil von rund 25 % mit einem hoch wärmedämmenden Fensterrahmen versehen. In diesen Fällen handelt es sich also um Passivhausfenster. Bezogen auf die gesamte Fensterfläche aller geförderten Gebäude ergibt sich hier also ein Anteil der Passivhausfenster von 9 %³².

Rechnet man allein auf die neu eingebaute Fensterfläche hoch (53 % der gesamten Fensterfläche), so erhält man einen Anteil der Fenster mit 3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung von 67 %, also zwei Dritteln. Der Anteil der Passivhausfenster beläuft sich auf 17 % der neu eingebauten Fensterfläche.

1.4.3 Lüftungsanlagen

Der Einbau von Lüftungsanlagen wird relativ selten durchgeführt: In den im Jahr 2010 geförderten Gebäuden wurden bei einer Gesamtzahl von 907 auswertbaren Fragebögen in

³² Bezogen auf die Fenster mit Drei-Scheiben-Wärmeschutzverglasung (insgesamt 36 %) beträgt der Flächenanteil der Passivhausfenster 25 %.

43 Fällen (knapp 5 %) mechanische Lüftungsanlagen eingebaut, und zwar in 12 Fällen (ca. 1,5 %) Abluftanlagen und in 33 Fällen (ca. 3,5 %) Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung. Bei separater Betrachtung der geförderten Effizienzhäuser liegt der Anteil der Gebäude mit Einbau von Lüftungsanlagen bei knapp 19 %.

1.4.4 Beheizung der Gebäude

Die Abbildung 4 zeigt im linken Teil, dass in knapp der Hälfte der geförderten Gebäude eine Erneuerung der Heizung stattfand. Damit ist hier gemeint, dass der Haupt-Wärmeerzeuger³³ der Heizung durch ein neues Gerät (möglicherweise auch durch einen völlig anderen Heizungstyp) ersetzt wurde. Bei separater Betrachtung der geförderten KfW-Effizienzhäuser ergibt sich der Anteil der modernisierten Heizungen zu etwa drei Vierteln.

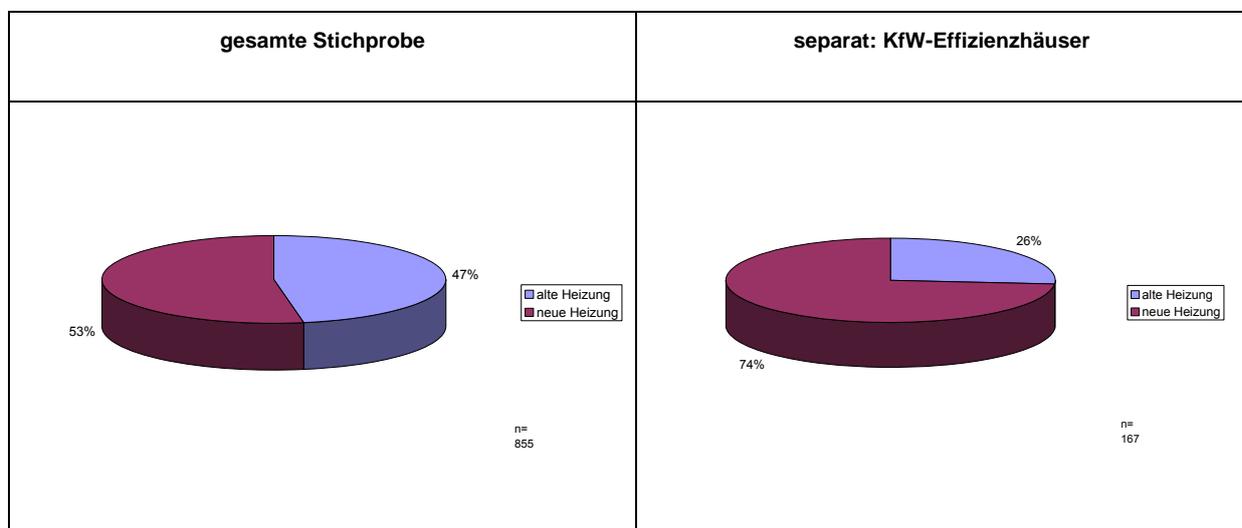


Abbildung 10 Energieeffizient Sanieren 2010: Erneuerung der Heizung im Rahmen der Nutzung des CO₂-Gebäudesanierungsprogramms
links: gesamte Stichprobe
rechts: KfW-Effizienzhäuser separat

Tabelle 14 gibt für die gesamte Stichprobe, hier aber getrennt für Ein-/Zweifamilienhäuser (EZFH) und Mehrfamilienhäuser (MFH), Aufschluss über den Zentralisierungsgrad der Heizung, d.h. die Aufteilung auf Nahwärme/Fernwärme, Gebäude- bzw. Wohnungszentralheizung 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 direkt elektrische Heizungen (inkl. Nachtspeicherheizungen) subsummiert.

³³ 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.

| 2010 | vor der Modernisierung | | nach der Modernisierung | |
|-------------------------|------------------------|--------|-------------------------|--------|
| | EFH | MFH | EFH | MFH |
| Stichprobengröße "n" | 675 | 127 | 675 | 127 |
| Nah-/Fernwärme | 0,7 % | 3,1 % | 1,3 % | 7,1 % |
| Zentralheizung | 89,0 % | 81,9 % | 95,7 % | 88,2 % |
| Ofenheizung | 10,2 % | 15,0 % | 3,0 % | 4,7 % |

Tabelle 14 Energieeffizient Sanieren 2010: Anteil Zentralheizungen
vor und nach der Modernisierung

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 zu.

Die Bereiche der Zentralheizung und Ofenheizung werden im Folgenden näher analysiert. Dabei werden Einfamilienhäuser und Mehrfamilienhäuser gemeinsam betrachtet.³⁴

Abbildung 11 und Abbildung 12 zeigen die Anteile der Arten der Hauptwärmeerzeuger der Zentral-/Etagenheizung vor der Modernisierung sowie die Verteilung der verschiedenen Ofenheizungsarten vor der Modernisierung.³⁵

Bei den Zentralheizungen (vor der Modernisierung) dominieren die Öl- und Gaskessel, deren Anteile mit 47 % bzw. 46 % etwa gleichauf liegen. Bei den Gaskesseln liegen zu 45 % Konstanttemperatur-, zu 28 % Niedertemperatur- und zu 26 % Brennwärtekessel vor; bei den Ölkesseln sind es 53 % Konstanttemperatur-, 32 % Niedertemperatur- und 15 % Brennwärtekessel.³⁶ Etwa 41 % der Heizkessel sind vor dem Jahr 1987 eingebaut worden.

³⁴ Förderfälle mit Ein-/Zwei- bzw. Mehrfamilienhäusern sind in der Stichprobe zur Auswertung der Heizsysteme mit Anteilen von rund 84 % bzw. 16 % vertreten. In der Grundgesamtheit des Programms „Energieeffizient Sanieren“ liegt mit 86 % bzw. 14 % ungefähr die gleiche Aufteilung vor.

³⁵ 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.

³⁶ Stichprobengröße in diesem Fall n = 267 bei Gaskesseln und n = 281 bei Ölkesseln.

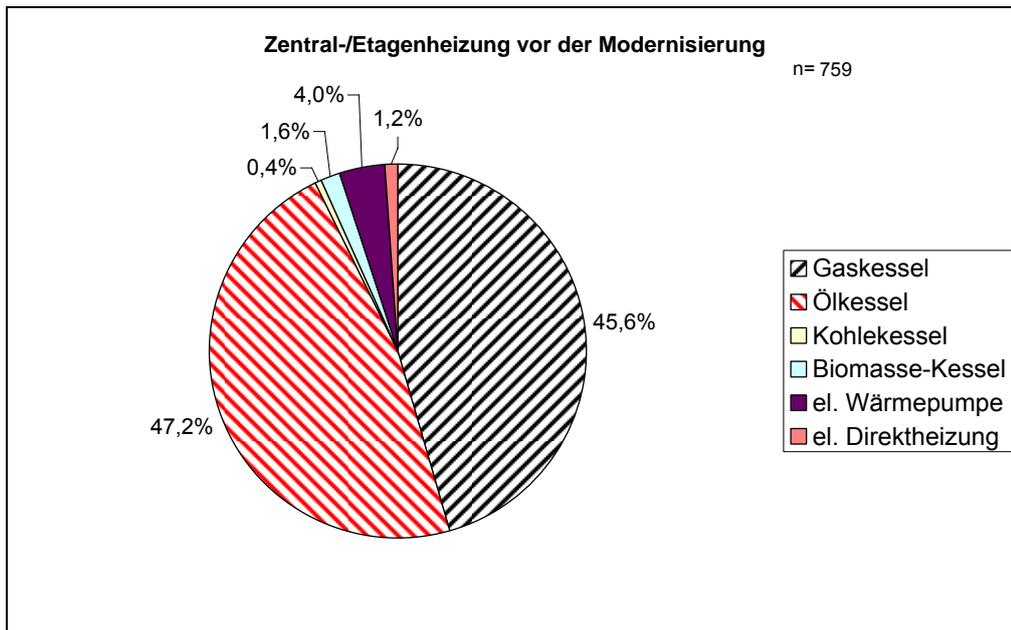


Abbildung 11 Energieeffizient Sanieren 2010: Art des Hauptwärmeerzeugers der Zentral-/Etagenheizung vor der Modernisierung

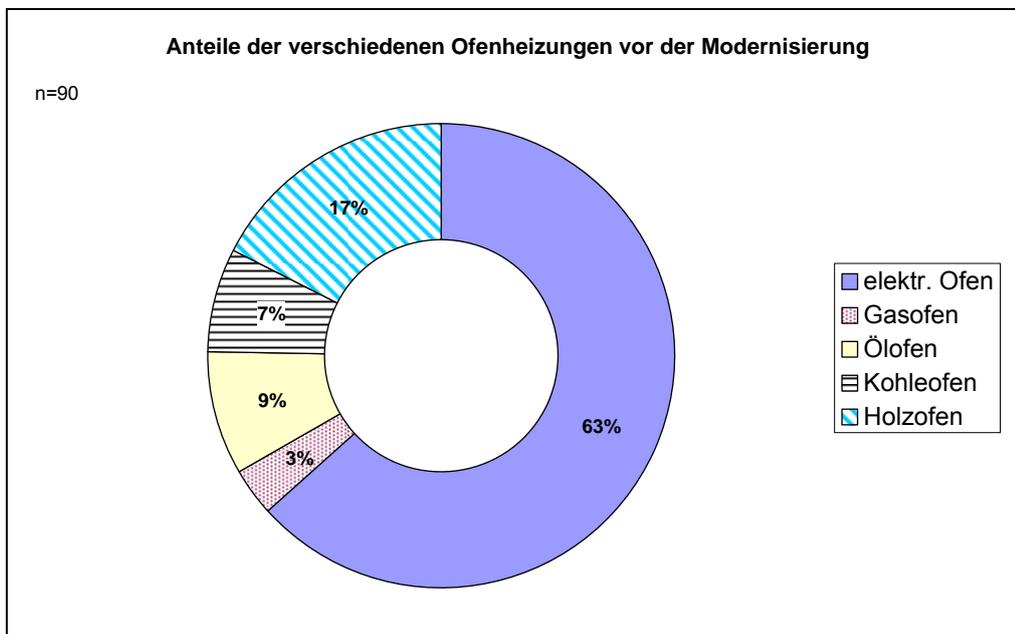


Abbildung 12 Energieeffizient Sanieren 2010: Art der Ofenheizung vor der Modernisierung

Die Abbildung 12 zeigt die Verteilung der verschiedenen Ofentypen vor der Modernisierung. Den größten Anteil haben Ofenheizungen (u. a. Nachtspeicherheizungen) mit dem Energieträger Strom, d.h. dem Energieträger mit den höchsten spezifischen CO₂-Emissionen.

Die Beheizung nach der Modernisierung wird im Folgenden getrennt für den Fall einer Beibehaltung des alten Heizsystems und für den Fall einer Erneuerung des Haupt-Wärmeerzeugers untersucht.

Wenn der bisherige Hauptwärmeerzeuger beibehalten wurde (dies betrifft etwa 47 % der Fälle der Stichprobe), handelt es sich in 91 % der Fälle um eine Zentral-/Etagenheizung, in ca. 3 % der Fälle um Fernwärme und in etwa 6 % der Fälle um eine Ofenheizung.

Die Art der beibehaltenen Wärmeerzeuger bei Zentral- bzw. Etagenheizung ist in der Abbildung 13 dargestellt. Die Verteilung auf die einzelnen Wärmeerzeuger ist ähnlich wie in der Abbildung 11 (Zentral-/Etagenheizung vor der Modernisierung).³⁷

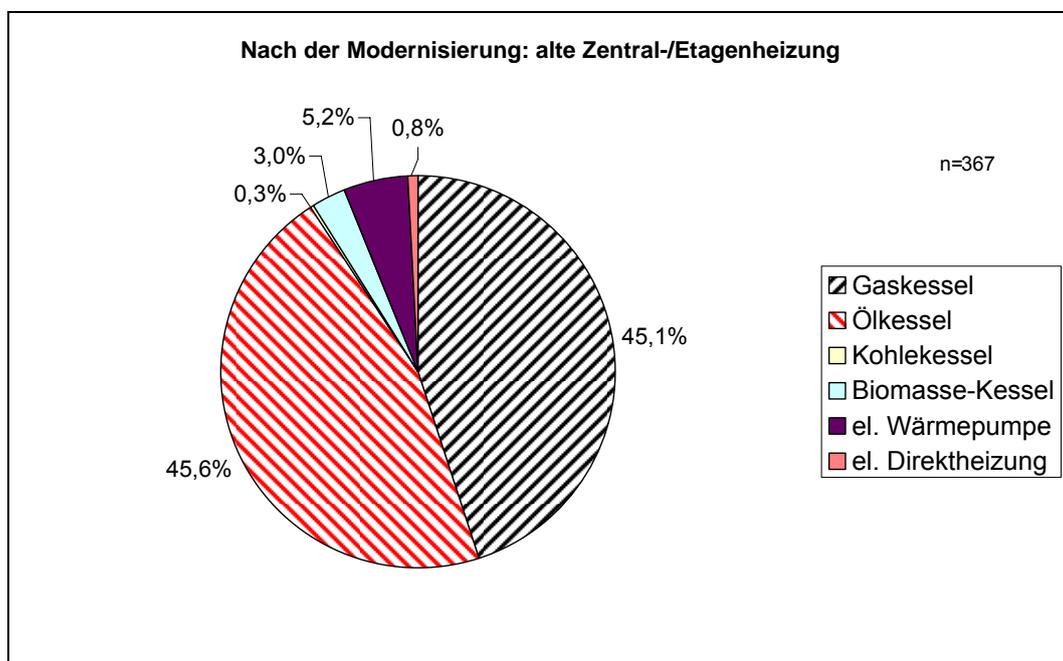


Abbildung 13 Energieeffizient Sanieren 2010: Art des (Haupt-)Wärmeerzeugers, wenn der vorhandene Wärmeerzeuger beibehalten wurde

In etwa 53 % der Fälle wurden neue Haupt-Wärmeerzeuger eingebaut. Abbildung 14 zeigt die Verteilung für alle Heizungsarten.

³⁷ 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 0,3 % entspricht im vorliegenden Beispiel nur einem einzigen Fall innerhalb der Stichprobe von n = 367.

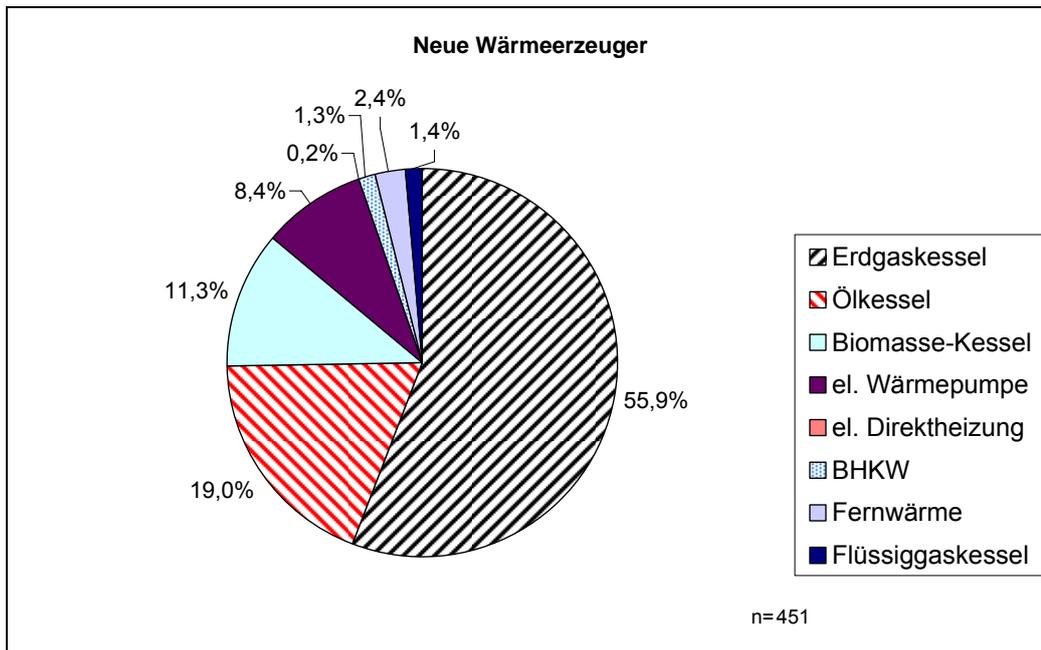


Abbildung 14 Energieeffizient Sanieren 2010: Art des (Haupt-)Wärmeerzeugers nach der Modernisierung, wenn der Wärmeerzeuger modernisiert wurde

Der zumeist eingebaute neue Haupt-Wärmeerzeuger ist der Erdgaskessel mit einem Anteil von mehr als 55 %. Der Anteil des Ölkesels ist (im Gegensatz zur Verteilung vor der Modernisierung) mit 19 % deutlich geringer. Hohe Anteile kommen auch dem Biomasse-Heizkessel und der elektrischen Wärmepumpe zu.

Bei den Erdgaskesseln handelt es sich in 94 % der Fälle um Brennwertkessel und bei 6 % um Niedertemperaturkessel. Auch bei den Ölkeseln dominiert der Brennwertkessel (mit 81 %) gegenüber dem Niedertemperaturkessel (19 %).³⁸

Bei den neuen Wärmepumpen sind monovalente Anlagen grob mit einem Viertel der Fälle vertreten, bivalente Systeme mit ergänzendem Heizkessel bzw. vor allem elektrischem Heizstab überwiegen. Als Wärmequelle wird in knapp 40 % der Fälle Erdreich bzw. Grundwasser, in mehr als 60 % der Fälle Außenluft, in geringer Anzahl auch die Abluft einer Lüftungsanlage genutzt³⁹.

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

³⁸ Im Hinblick auf den Kesseltyp auswertbare Fallzahlen: 197 beim Gas- und 67 beim Ölkesel.

³⁹ Für diese Detailauswertungen zur Wärmepumpe standen nur ca. 34 Fälle zur Verfügung, so dass auf die Angabe genauer Prozentwerte verzichtet wird.

I.4.5 Warmwasserbereitung

Die Abbildung 15 zeigt die Art der Warmwasserbereitung vor der Modernisierung. In den meisten Fällen liegt eine Kombination mit der vorhandenen Zentral- bzw. Etagenheizung⁴⁰ vor. In etwas mehr als einem Drittel der Fälle erfolgte die Warmwasserbereitung in separaten Anlagen. Im Fall der separaten Warmwasserbereitung haben direktelektrische Wärmeerzeuger (ohne Wärmepumpe) den größten Anteil (etwa 51 % bei den separaten Anlagen, bzw. 19 % bezogen auf alle untersuchten Systeme).

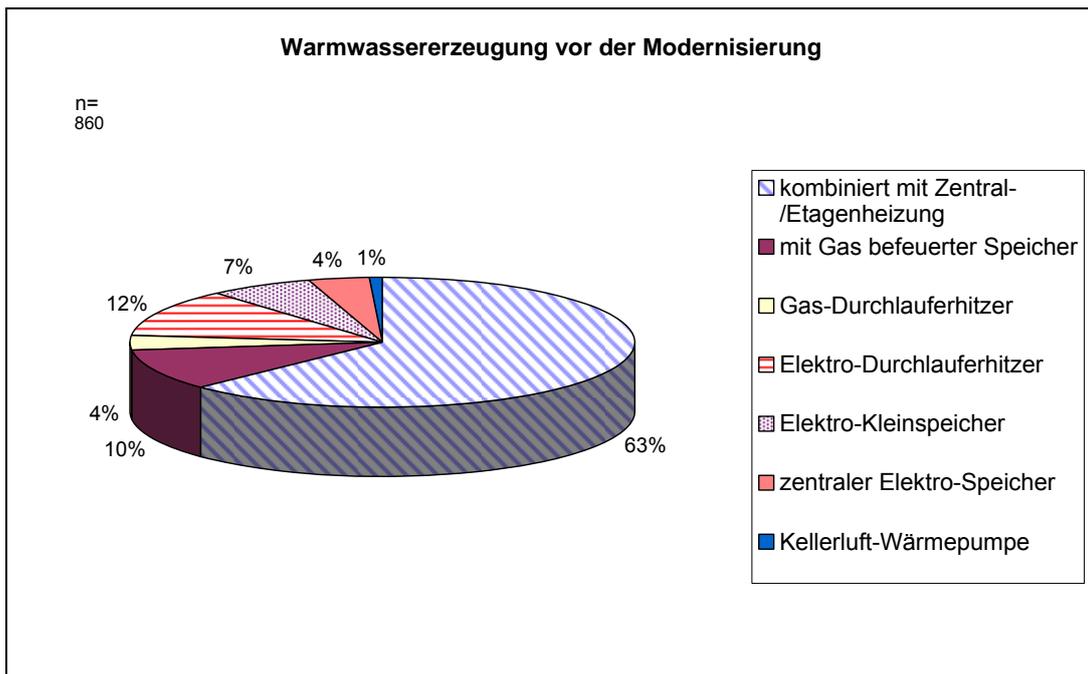


Abbildung 15 Energieeffizient Sanieren 2010: Art des Warmwasserbereitungssystems vor der Modernisierung

Die Abbildung 16 zeigt im Vergleich dazu die Warmwasserbereitung nach der Modernisierung. In mehr als 40 % der Fälle liegt dann eine Kombination mit dem neu eingebauten Heizsystem vor. Neue separate Warmwasserbereitungssysteme werden im Zuge der Modernisierung kaum noch installiert.

⁴⁰ Dabei ist hier gegebenenfalls auch die Nah-/Fernwärme mit eingeschlossen.

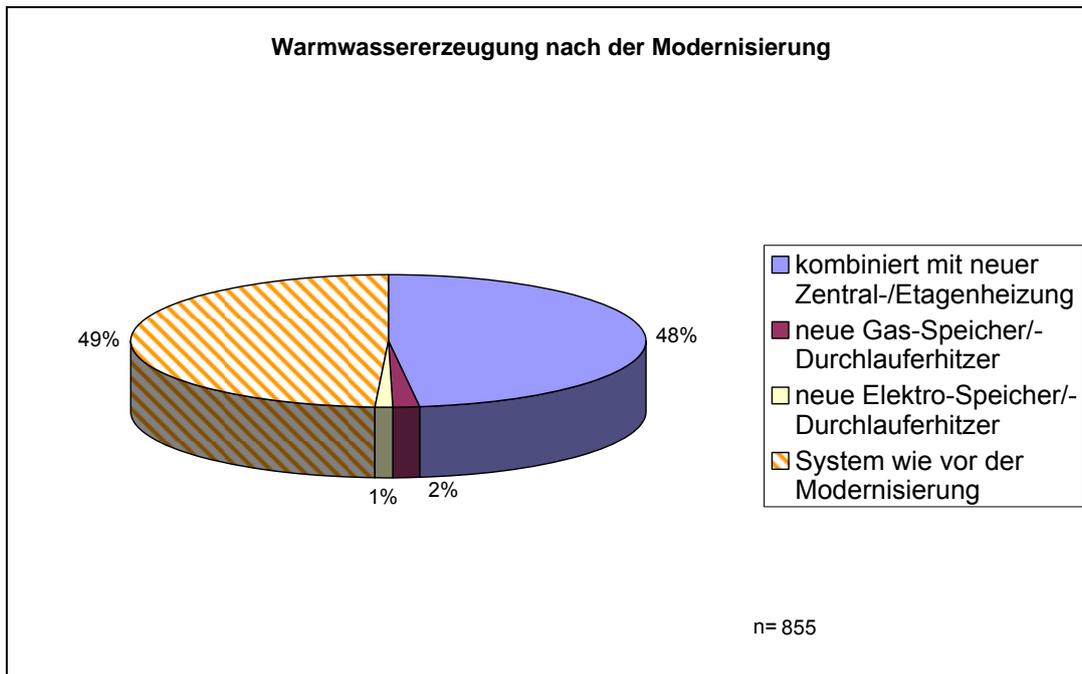


Abbildung 16 Energieeffizient Sanieren 2010: Art des Warmwasserbereitungssystems nach der Modernisierung

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

1.4.6 Thermische Solaranlagen

Bereits vor der Modernisierung lagen in knapp 6 % der Förderfälle thermische Solaranlagen vor⁴¹. Im Zuge der Modernisierung wurden, wie die Abbildung 17 zeigt, bei etwa 17 % der Gebäude neue Solaranlagen eingebaut, und zwar etwas häufiger Systeme mit als ohne Heizungsunterstützung.

Betrachtet man die Modernisierungen nach KfW-Effizienzhausstandard separat, so ergibt sich hier ein Anteil der Gebäude mit neu eingebauten Solaranlagen von 42 %. Unter diesen dominieren deutlich (mit etwa zwei Dritteln) die Systeme mit Heizungsunterstützung.

⁴¹ Bei den Bilanzberechnungen wurde angenommen, dass es sich bei solchen älteren Systemen um Anlagen zur Brauchwassererwärmung handelt.

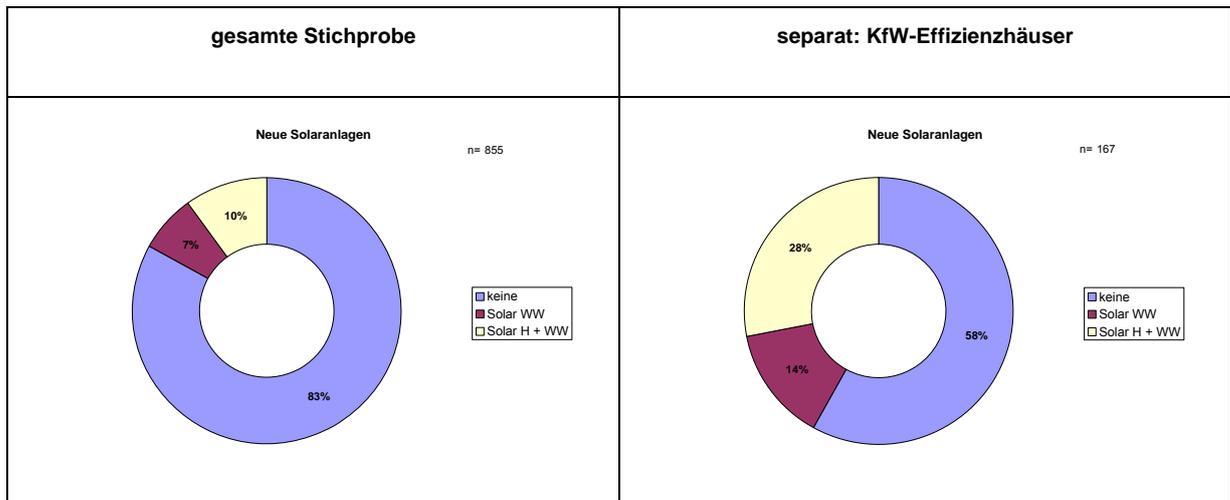


Abbildung 17 Energieeffizient Sanieren 2010: Einbau neuer Solaranlagen zur Warmwasserbereitung (Solar WW) bzw. zur kombinierten Heizungsunterstützung und Warmwasserbereitung (Solar H + WW)

1.4.7 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 Auswertungen wurden mit denjenigen Fällen durchgeführt, die für die Hochrechnung der CO₂-Emissionen herangezogen wurden (n = 637).

Vergrößerung des Wohnraums

In ca. 13 % der Fälle wurden Maßnahmen zur Vergrößerung der Wohnfläche ergriffen (Ausbau des Dach- oder Kellergeschosses, Aufstockung oder Anbau). In diesen Fällen erhöhte sich die Wohnfläche durchschnittlich um rund 20 %. Umgerechnet auf alle Förderfälle betrug die Wohnflächenzunahme etwa 2,3 %. Diese geringe Zunahme der Wohnfläche bewirkt eine leichte Minderung der durch die Energiesparmaßnahmen erreichten CO₂-Reduktion. Dies wurde in den Analysen berücksichtigt.

Altersstruktur der geförderten Gebäude

Die Abbildung 18 und die Abbildung 19 zeigen die Baualtersklassen der geförderten Gebäude getrennt für Ein- und Mehrfamilienhäuser.

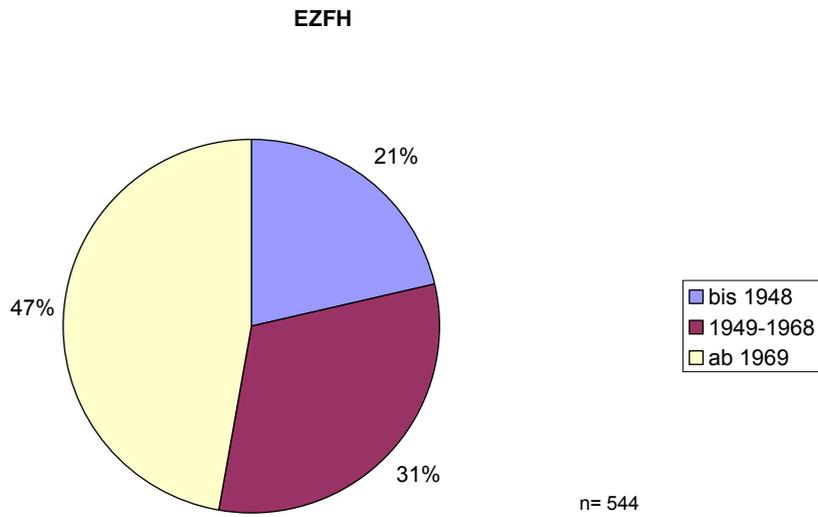


Abbildung 18 Energieeffizient Sanieren 2010: Baujahr der geförderten Ein-/Zweifamilienhäuser (EZFH)

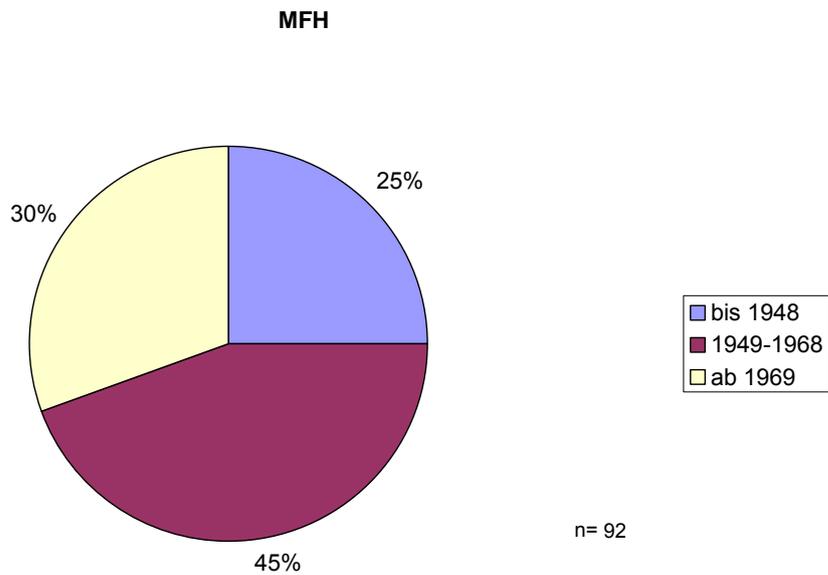


Abbildung 19 Energieeffizient Sanieren 2010: Baujahr der geförderten Mehrfamilienhäuser

I.5 Heizkosteneinsparung in der Nutzungsdauer der geförderten Investitionen

I.5.1 Aufgabe, Methode und Annahmen

Gegenstand dieses Kapitels ist die Abschätzung der Heizkosteneinsparung, die durch das Förderprogramm „Energieeffizient Sanieren“ im Zeitraum der durchschnittlichen Nutzungsdauer der geförderten Investition zu erwarten ist.

Vereinfachend werden hier die reinen Brennstoffkosten-Einsparungen für den Hauptenergieträger inklusiv von Betriebsstrom abgeschätzt. Nicht berücksichtigt werden sonstige Betriebskosten der Heizung (z.B. Wartung) und Energie für Belüftung und Beleuchtung. Der Begriff der „Heizkosten“ wird hier in diesem eingeschränkten Sinne verwendet.

Die Heizkosteneinsparung wird durch unterschiedliche Maßnahmen der Wärmedämmung, dem Einsatz anderer Heizungstechnologien oder auch durch den Einbau von Solaranlagen zur Warmwassererwärmung bewirkt. Die technisch-wissenschaftliche Literatur [BMVBW 2001], [IFB 2004], [VDI 2067] nennt für die einzelnen Wärmedämmmaßnahmen Nutzungsdauern zwischen 30 und 50 Jahren, zwischen 25 und 40 Jahren für Fenster und zwischen 15 und 20 Jahren für Wärmeerzeugungsanlagen. Da die genaue Zusammensetzung der unterschiedlichen Maßnahmen, die durch das zu untersuchende Förderprogramm bezuschusst wurden, nicht bekannt ist, wurde für diese Untersuchung pauschal eine Nutzungsdauer von 30 Jahren angenommen. Die Herleitung kann [Clausnitzer et al 2010] entnommen werden.

Als Basis der Abschätzung werden die Summen der Endenergieeinsparungen herangezogen, wie sie oben in Tabelle 6 dargestellt sind.

Bei der Abschätzung der zukünftigen Heizkosteneinsparung besteht die zentrale Herausforderung in der „korrekten“ Prognose der Energiepreise für die nächsten 30 Jahre. Hierfür wird die im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie im August 2010 erstellte Studie „Energieszenarien für ein Energiekonzept der Bundesregierung“ [EWI/gws/Prognos 2010] herangezogen. In dieser werden für die Energieträger Gas, Heizöl, Kohle und Strom in einem Referenzszenario Annahmen getroffen, wie sich die realen Energiepreise entwickeln werden, wobei Werte für 2008, 2020, 2030, 2040 und 2050 angegeben werden. Aus diesen Werten wurden die Preissteigerungsraten für die zwischen diesen Jahreszahlen liegenden Zeitabschnitte berechnet. Für Biomasse und Fernwärme werden von [EWI/gws/Prognos 2010] keine Preisentwicklungen genannt, so dass deren Preisentwicklung unter Plausibilitäts Gesichtspunkten abgeschätzt wurde. Hierbei wird angenommen, dass sich ihre Preise wie bei Erdgas entwickeln werden.

In der Tabelle 15 sind die berechneten Preissteigerungsraten für die eingesetzten Endenergieträger für diese Zeitabschnitte dargestellt:

| Energieträger | 2008 bis 2020 | 2020 bis 2030 | 2030 bis 2040 | 2040 bis 2050 |
|---------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Erdgas / Flüssiggas | 0,12 % | 0,80 % | 0,86 % | 0,68 % |
| Heizöl | 0,52 % | 1,74 % | 1,65 % | 1,51 % |
| Kohle | 1,85 % | 2,10 % | 1,83 % | 1,94 % |
| Biomasse | 0,12 % | 0,80 % | 0,86 % | 0,68 % |
| Strom | 0,10 % | 0,23 % | 0,13 % | -0,32 % |
| Fernwärme | 0,12 % | 0,80 % | 0,86 % | 0,68 % |

Quelle: BEI auf der Basis von [EWI/gws/Prognos 2010]

Tabelle 15 Annahmen zu realen jährlichen Preissteigerungsraten für Energieträger in Prozent pro Jahr

Im Vergleich zur tatsächlichen Entwicklung der Energiepreise in den Jahren 2008 bis 2010 erscheinen die oben aufgeführten Preissteigerungsraten gering (siehe Tabelle 45). Insbesondere die gravierenden Schwankungen der Preise für Heizöl in den Jahren zwischen 2007 und 2010 zeigen, dass kontinuierliche Preissteigerungen keinesfalls als sicher anzunehmen sind. Sie verdeutlichen vielmehr, dass eine kurzfristige Preisprognose nicht möglich ist. Allerdings kann man aus der Entwicklung der letzten Jahre den Schluss ziehen, dass die nachfolgende Abschätzung der Heizkostenersparnis auf der Basis von [EWI/gws/Prognos 2010] zu eher konservativen Ergebnissen führt, was bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden sollte.

Da keine neueren Energiepreisprognosen vorliegen, andererseits die Marktentwicklung der letzten Jahre (die in [EWI/gws/Prognos 2010] noch nicht enthalten ist) bekannt ist, wurden als Ausgangsbasis die Energiepreise verwendet, die in der aktuellen amtlichen Statistik⁴² und in anderen Quellen⁴³ für Haushaltskunden für die Jahre 2007, 2008, 2009 und 2010 vorlagen.

Bezüglich der Mehrwertsteuer wird hier die Annahme getroffen, dass sie der Höhe nach konstant bleibt. Für die Endverbraucher unter den Heizenergiekunden ist die Mehrwertsteuer kein „Durchlaufposten“ wie z.B. in den Bereichen Gewerbe, Handel und Dienstleistungen, sondern sie hat eine hohe Kostenrelevanz. Deshalb wird hier die Mehrwertsteuer berücksichtigt und nicht aus den in [BMW 2011] und [Pelletinstitut 2011] angegebenen Werten herausgerechnet.

Die so ermittelten Energiepreise für die Jahre 2007, 2008, 2009 und 2010 wurden als Startpreise für die weiteren Berechnungen verwendet. Auf dem letzten bekannten Jahr aufbauend wurden für spätere Jahre die in Tabelle 15 dargestellten Preissteigerungsraten

⁴² In [BMW 2011] sind Energiepreise/Verbraucherpreise für Haushalte für 1991 bis 2010 veröffentlicht, die für diese Untersuchung teilweise noch in Euro/kWh umgerechnet wurden

⁴³ Biomasse wird durch den Preis für Holzpellets nach [Pelletinstitut 2011] abgebildet.

angewandt⁴⁴. Das Resultat der Abschätzung der Energiepreise ist in Tabelle 16 dargestellt. Fett hervorgehoben sind bekannte Werte, alle anderen Werte bauen auf dem letzten bekannten Wert auf:

| Energieträger | 2010 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 | 2035 | 2040 | 2045 |
|----------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Erdgas / Flüssiggas | 63,6 | 64,0 | 64,3 | 67,0 | 69,7 | 72,8 | 76,0 | 78,6 |
| Heizöl | 65,5 | 67,2 | 69,0 | 75,3 | 82,1 | 89,0 | 96,6 | 104,1 |
| Kohle | 57,9 | 63,4 | 69,5 | 77,1 | 85,6 | 93,7 | 102,6 | 113,0 |
| Biomasse | 45,9 | 46,1 | 46,4 | 48,3 | 50,3 | 52,5 | 54,8 | 56,7 |
| Strom | 234,2 | 235,4 | 236,7 | 239,4 | 242,1 | 243,7 | 245,4 | 241,5 |
| Fernwärme | 77,0 | 77,4 | 77,9 | 81,1 | 84,4 | 88,1 | 91,9 | 95,1 |

Quelle: BEI auf Basis von [EWI/gws/Prognos 2010], [BMWi 2011] und [Pelletinstitut 2011]

Tabelle 16 Geschätzte reale Energiepreise der Verbraucher in Euro pro MWh (inkl. MwSt.) 2008-2045

Um ein Gefühl dafür zu vermitteln, welche nominalen Preise damit verbunden sein könnten, haben wir diese realen Preise ab dem Jahr 2011 mit einer geschätzten Inflationsrate von 1,56 % p.a. verknüpft⁴⁵. Über 30 Jahre – z.B. von 2010 bis 2039 – ergibt sich daraus eine Gesamtinflation von rund 59 %. Das Ergebnis ist in der folgenden Tabelle 17 dargestellt:

| Energieträger | 2010 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 | 2035 | 2040 | 2045 |
|----------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Erdgas / Flüssiggas | 63,6 | 69,1 | 75,1 | 84,5 | 95,0 | 107,2 | 120,9 | 135,1 |
| Heizöl | 65,5 | 72,7 | 80,6 | 94,9 | 111,8 | 131,1 | 153,7 | 179,0 |
| Kohle | 57,9 | 68,5 | 81,2 | 97,3 | 116,7 | 138,0 | 163,3 | 194,2 |
| Biomasse | 45,9 | 49,8 | 54,2 | 60,9 | 68,5 | 77,3 | 87,1 | 97,4 |
| Strom | 234,2 | 254,4 | 276,3 | 301,9 | 330,0 | 358,9 | 390,4 | 415,2 |
| Fernwärme | 77,0 | 83,6 | 90,9 | 102,2 | 115,0 | 129,7 | 146,3 | 163,5 |

Quelle: BEI auf Basis von [EWI/gws/Prognos 2010], [BMWi 2011] und [Pelletinstitut 2011]

Tabelle 17 Geschätzte nominale Energiepreise der Verbraucher in Euro pro MWh (inkl. MwSt.) 2008-2045

⁴⁴ Für Kohle ist zu beachten, dass die Preise für das Jahr 2010 noch nicht veröffentlicht sind. Der Wert wurde deshalb mit der aus [EWI/gws/Prognos 2010] errechneten Preissteigerungsrate und dem Wert von 2009 ebenfalls abgeschätzt.

⁴⁵ 1,56 % p.a. entspricht dem durchschnittlichen Wert der Inflation in den Jahren von 2001 bis 2010 [Bundesbank 2011].

Die weitere Betrachtung der eingesparten Heizkosten erfolgt ausschließlich in realen Größen.

1.5.2 Jährliche Heizkosteneinsparung

Durch Multiplikation der eingesparten Energiemengen mit den Verbraucherpreisen der einzelnen Energieträger wird abgeschätzt, welche Heizkostensparnis in der Summe der Förderfälle eintritt. Die Tabelle 18 zeigt die so ermittelten Ersparnisse, die durch das Förderprogramm "Energieeffizient Sanieren", Förderjahr 2010, im Jahr 2011 erzielt werden.

| Energieträger | Heizkostensparnis |
|---------------------|-------------------|
| | [1000 €] |
| Erdgas / Flüssiggas | 54.509 |
| Heizöl | 94.226 |
| Kohle | 4.121 |
| Biomasse | -10.464 |
| Strom | 69.714 |
| Fernwärme | 1.839 |
| Summe | 213.947 |

Tabelle 18 Energieeffizient Sanieren: Heizkostensparnis für das Förderjahr 2010 im Jahr 2011 in 1.000 €

Bei insgesamt rund 344.000 Wohneinheiten, die mit Hilfe des Förderprogramms im Jahr 2010 saniert wurden, lässt sich daraus für das Jahr 2011 eine Heizkostensparnis von durchschnittlich rund 620 € pro Wohneinheit errechnen. Das entspricht einer monatlichen Kostenentlastung von rund 50 € je Eigentümer- oder Mieterhaushalt.

1.5.3 Heizkosteneinsparung über die gesamte durchschnittliche Nutzungsdauer der Investition

Will man den Gesamtwert der Heizkostensparnis eines Förderjahres ermitteln, wie er sich über die durchschnittliche Nutzungsdauer (30 Jahre) der finanzierten Investitionen aufaddiert, so darf man nicht einfach die 30 einzelnen Jahreswerte summieren. Vielmehr muss man mit Hilfe der so genannten Diskontierung berücksichtigen, dass Zahlungen, die weit in der Zukunft liegen, heute einen niedrigeren Wert haben: Die korrekte Berechnung erfolgt als Summe der Barwerte der jährlichen Heizkostensparnis. Dabei ist eine vergleichbare Alternativanlage aus Investorensicht entscheidend. Die Diskontierung wird mit dem durchschnittlichen Zinssatz von langlaufenden Staatsanleihen als Beispiel für eine risikolose Geldanlage vorgenommen. Dieser betrug im Jahr 2010 3,43 % [Bundesbank 2011].

Da die berechneten Werte für die Heizkostensparnis schon in realen Euro vorliegen, darf hier nur noch eine Diskontierung mit dem realen Zinssatz erfolgen. Die durchschnittliche Inflation in den Jahren von 2001 bis 2010 betrug 1,56 % [Bundesbank 2011]. Es wird daher angenommen, dass auch in den folgenden 30 Jahren mit einer Inflation von durch-

schnittlich 1,56 % zu rechnen ist. Der gewählte Diskontierungsfaktor wird somit ermittelt, indem der Jahresdurchschnitt des Zinssatzes von langlaufenden Staatsanleihen um 1,56 % reduziert wird. Der gewählte Diskontierungsfaktor beträgt somit $(3,43 \% - 1,56 \% =) 1,87 \%$.

Um den Effekt dieser Diskontierung darzustellen, wird in Tabelle 19 die Heizkostensparnis (realer Wert) mit der diskontierten Heizkostensparnis (Barwert) für verschiedene Jahre und für die gesamte technische Lebensdauer gegenübergestellt:

| Jahr / Zeitraum | Realer Wert | Barwert |
|--------------------------|------------------|---------------------------|
| | [1000] | [1000 € ₂₀₁₀] |
| 2011 | 213.947 | 210.016 |
| 2015 | 216.748 | 197.555 |
| 2020 | 220.345 | 183.050 |
| 2025 | 232.496 | 176.041 |
| 2030 | 245.597 | 169.494 |
| 2035 | 258.835 | 162.812 |
| 2040 | 273.075 | 156.560 |
| Summe 2011 – 2040 | 7.114.196 | 5.339.285 |

Tabelle 19 Energieeffizient Sanieren: Heizkosteneinsparung der Förderfälle des Jahres 2010, real und nach Diskontierung

Die Tabelle zeigt, dass mit länger werdendem Betrachtungszeitraum die Differenz des Barwertes zum realen Wert steigt und im Jahr 2040 der Barwert nur noch etwa die Hälfte des realen Wertes beträgt.

Die Tabelle zeigt außerdem, dass die Summe der Barwerte der Heizkosteneinsparungen über die 30-jährige Nutzungsdauer der Investitionen rund 5,3 Mrd. Euro beträgt. Dieser Betrag liegt bei 77 % der Investitionssumme der geförderten Investitionen des Jahres 2010.

1.5.4 Zusammenfassung Heizkosteneinsparung

Um die über die durchschnittliche Nutzungsdauer der geförderten Investitionen eintretende Heizkostensparnis zu ermitteln, wurden

1. die durchschnittliche Nutzungsdauer der geförderten Investitionen,
2. die Preisentwicklung der Energiepreise für Verbraucher,
3. der Barwert der Kostensparnis über die geschätzte Nutzungsdauer von 30 Jahren im Jahr der Investition (unter Berücksichtigung der erwarteten Inflation und der auf dem Markt angebotenen „risikolosen“ Verzinsung für Kapitalanlagen)

abgeschätzt. Angesetzt wurden Energiepreise für 2010 laut [BMWi 2011] und Preissteigerungsraten laut der [EWI/gws/Prognos 2010]-Studie für das BMWi. Aufgrund der hohen

Unsicherheit bezüglich zukünftiger Energiepreise handelt es sich um eine sehr grobe Abschätzung.

Die Abschätzung ergab für die Heizkostensparnis einen Betrag von rund 5,3 Mrd. Euro für die hier untersuchten Förderfälle des Jahres 2010 im Verlauf einer durchschnittlich 30-jährigen Nutzungsdauer der geförderten Maßnahmen.

1.6 Beschäftigungseffekte und Multiplikatorwirkung

1.6.1 Ziel und Methodik

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 beschrieben⁴⁶, andererseits gibt es in der Anlage 5 Erläuterungen zur Methodik der Beschäftigungsanalyse mit Tabellen und textlichen Darstellungen der konkreten Berechnungen. Auf eine detaillierte Beschreibung der Methode soll hier deshalb verzichtet werden.

Im Programm „Energieeffizient Sanieren“ 2010 wurden von der KfW rund 108.000 Förderzusagen gemeldet. Mit einem geplanten Zuschussvolumen von 99,5 Mio. Euro und einem geplanten Kreditvolumen von 4,9 Mrd. Euro sollten rund 343.500 Wohneinheiten saniert werden, wobei sich das geplante Investitionsvolumen für energetisch relevante Investitionen zum Zeitpunkt der Kreditzusage auf rund 6,9 Mrd. Euro belief (vgl. Tabelle 20).

Für die Abschätzung der Beschäftigungseffekte muss eine Annahme getroffen werden, in welche Wirtschaftsbereiche diese Investitionsmittel fließen. Wie im methodischen Anhang näher beschrieben, wird hier eine Aufteilung in 80 % = 5,5 Mrd. Euro für Bauinstallations- und sonstige Bauarbeiten (Ausbaugewerbe) und 20 % = 1,4 Mrd. Euro für Bauplanungs- und Bauleitungsaufgaben unterstellt (jeweils brutto, d.h. inkl. Mehrwertsteuer).

Mithilfe der Input-Output-Rechnung von 2007 und der neuesten Erkenntnisse über die branchenspezifische Entwicklung der Produktivität wurde berechnet, dass Nettoumsätze von 1 Mio. Euro im Jahr 2010 im Ausbaugewerbe zu einem gesamtgesellschaftlichen Beschäftigungseffekt von 15,4 Personenjahren (PJ)⁴⁷ und im Bereich Bauplanung/-leitung zu 18,0 PJ führen. Die Differenz lässt sich durch erklären, dass im Ausbaugewerbe anteilig viel mehr Material bezogen wird und somit der Lohnanteil am Umsatz viel niedriger liegt. Um zu verdeutlichen, dass es sich bei den Ergebnissen der Anwendung des Input-Output-Modells um Schätzungen handelt und nicht um präzise Berechnungen, werden die Ergebnisse in dieser Studie immer gerundet, in der Regel auf 1.000 oder 500 PJ.

Bei der oben beschriebenen Aufteilung der Investitionsmittel auf das Ausbaugewerbe und die Bauplanung/-leitung liegen die Beschäftigungseffekte bezogen auf 1 Mrd. Euro Investitionsvolumen

- inklusive Umsatzsteuer bei 13.500 Personenjahren
- ohne Umsatzsteuer bei 16.000 Personenjahren.

⁴⁶ Wie bei [Kleemann et al. 1999] werden auch in dieser Studie die Beschäftigungswirkungen der mit den Investitionen verbundenen Einkommen nicht gesondert berechnet.

⁴⁷ PJ = Personenjahr = Beschäftigung einer Person ein Jahr lang mit der durchschnittlichen wöchentlichen Arbeitszeit der jeweiligen Branche

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 Heizungskesseln 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 Informationen des Bonner Instituts für Mittelstandsforschung zurück [IfM 2011]. Eine ausführlichere Darstellung der methodischen Aspekte findet sich im Kapitel I.6.2.3 und in der Anlage 5.

Ein weiterer Analyseschritt besteht in der Differenzierung der Beschäftigungseffekte nach Arbeitnehmern und Selbständigen (vgl. Kapitel I.6.2.4). Dabei wird auf branchenspezifische Arbeitnehmerquoten aus dem Jahr 2008 zurückgegriffen. Eine ausführlichere Darstellung zu diesem Aspekt findet sich in der Anlage 5, dort im Abschnitt 4.

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 Darlehens- und Zuschussfällen vorgenommen wurde, wurden Daten für die Abschätzung der Beschäftigungseffekte nach den Kategorien „Stadt“ und „Land“ bei der in Kapitel I.2 dokumentierten Befragung von Fördermittelgebern mit erhoben.

Die anhand von rund 900 auswertbaren Antworten von Investoren gewonnenen Erkenntnisse wurden auf die Gesamtheit der von der KfW berichteten Fälle des Jahres 2010 hochgerechnet, um eine grobe Abschätzung der regionalen und gebietstypischen Beschäftigungseffekte zu erhalten. Das Verfahren wird im Kapitel I.6.2.5 anhand mehrerer Tabellen ausführlich beschrieben.

I.6.2 Ergebnisse für das Förderprogramm „Energieeffizient Sanieren“ 2010

I.6.2.1 Beschäftigungseffekte: gesamt, direkt und indirekt

Die im Förderprogramm „Energieeffizient Sanieren“ 2010 geförderten Modernisierungsmaßnahmen haben einen Gesamtbeschäftigungseffekt von 92.500 PJ. Tabelle 20 zeigt auch die Unterteilung in direkte und indirekte Beschäftigungseffekte. Dabei werden Beschäftigungseffekte in den vom Investor beauftragten Unternehmen als „direkt“, die dadurch bei weiteren Unternehmen ausgelösten Beschäftigungseffekte dagegen als „indirekt“ bezeichnet.

Die im Jahr 2007 eingeführte Zuschussvariante war im Jahr 2010 mit einem geplanten Investitionsvolumen von 1.458 Mrd. Euro verbunden, das sind 21,1 % vom gesamten Investitionsvolumen der beiden Förderprogramme. Entsprechend entfallen 19.5000 Personennjahre des Gesamtbeschäftigungseffektes auf die Zuschussvariante und 73.000 Personennjahre auf die Darlehensvariante.

| | | |
|--|--------|--------|
| Kreditvolumen | Mio. € | 4.927 |
| Zuschussvolumen | Mio. € | 100 |
| Investitionsvolumen | Mio. € | 6.919 |
| direkter Beschäftigungseffekt | PJ | 67.500 |
| indirekter Beschäftigungseffekt | PJ | 25.000 |
| Gesamtbeschäftigungseffekt | PJ | 92.500 |
| Davon: aus der Kreditvariante | PJ | 73.000 |
| aus der Zuschussvariante | PJ | 19.500 |
| Beschäftigung je 1 Mio. € Investition | PJ | 13,4 |

Tabelle 20 Energieeffizient Sanieren 2010: Beschäftigungseffekte

1.6.2.2 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 2009 (letzte verfügbare Zahlen) 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 fließt. Allerdings liegen uns keine Zusatzinformationen über die Verteilung 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 5.

Die Tabelle 21 zeigt, wie sich die im Programm „Energieeffizient Sanieren“ 2010 geförderten Modernisierungsmaßnahmen auf die Beschäftigung in den Bundesländern ausgewirkt haben.

| Bundesland | Beschäftigung 2010 in PJ | Bundesland | Beschäftigung 2010 in PJ |
|------------------------|-----------------------------|---------------------|-----------------------------|
| Baden-Württemberg | 17.100 | Niedersachsen | 6.800 |
| Bayern | 17.700 | Nordrhein-Westfalen | 18.600 |
| Berlin | 4.700 | Rheinland-Pfalz | 3.500 |
| Brandenburg | 1.600 | Saarland | 1.000 |
| Bremen | 900 | Sachsen | 3.300 |
| Hamburg | 3.600 | Sachsen-Anhalt | 1.700 |
| Hessen | 6.800 | Schleswig-Holstein | 3.400 |
| Mecklenburg-Vorpommern | 600 | Thüringen | 1.200 |

Tabelle 21 Energieeffizient Sanieren 2010: Gesamtbeschäftigungseffekte nach Bundesländern

1.6.2.3 Beschäftigungseffekte im Mittelstand

Basis für die Schätzung der Beschäftigungseffekte im Mittelstand sind die neuesten Informationen aus dem Bonner Institut für Mittelstandsforschung [IfM 2011]. Gemäß der Definition dieses Instituts gehören alle Unternehmen zum Mittelstand, die weniger als 500 Beschäftigte haben und deren Jahresumsatz unter 50 Mio. Euro liegt. Das Baugewerbe mit seiner außerordentlich hohen Mittelstandsquote von 86 % (bezogen auf den Umsatz) und 92 % (bezogen auf die sozialversicherungspflichtig Beschäftigten) [IfM 2011] (vgl. Anlage 5, Tabelle 5) spielt dabei eine entscheidende Rolle, da sich der gesamte direkte Investitionseffekt dort niederschlägt. Berücksichtigt man zusätzlich, dass die Selbständigen und die mithelfenden Familienangehörigen bis auf ein paar unbedeutende Ausnahmen vollständig in KMU tätig sind, so erhält man noch höhere Erwerbstätigenanteile für KMU (vgl. Anlage 5, Tabelle 6). Verknüpft man diese (auch die Selbständigen berücksichtigenden) Beschäftigungsquoten für KMU in den Branchen mit den Beschäftigungseffekten aus der Input-Output-Analyse, so ergeben sich für den Mittelstand für das Jahr 2010 Beschäftigungsanteile von 61.000 PJ oder 90 % beim direkten Beschäftigungseffekt und 76.250 PJ oder 82 % beim Gesamtbeschäftigungseffekt (vgl. Tabelle 22). Damit liegen die KMU-Beschäftigungsanteile der im Programm „Energieeffizient Sanieren“ 2010 geförderten Modernisierungsmaßnahmen weit über dem durchschnittlichen KMU-Erwerbstätigenanteil der Gesamtwirtschaft (64 %). Das Förderprogramm der KfW-Bankengruppe weist somit neben dem Nutzen für die Umwelt auch einen positiven Effekt bezüglich der Stärkung des Mittelstands auf.

| | 2010 |
|--------------------------------------|-----------|
| Gesamtbeschäftigungseffekt | 92.500 PJ |
| darunter: Mittelstand | 76.250 PJ |
| Prozentanteil Mittelstand | 82 % |
| Direkter Beschäftigungseffekt | 67.500 PJ |
| darunter: Mittelstand | 61.000 PJ |
| Prozentanteil Mittelstand | 90 % |

Tabelle 22 Energieeffizient Sanieren 2010: Beschäftigungseffekte im Mittelstand

1.6.2.4 Aufteilung der Beschäftigungseffekte auf Arbeitnehmer und Selbständige

Der Anteil der Selbständigen und mithelfenden Familienangehörigen liegt in der Gesamtwirtschaft bei rund 11 %, im Baugewerbe dagegen bei rund 20 %. Dementsprechend sind an der Umsetzung der durch das Förderprogramm „Energieeffizient Sanieren“ 2010 geförderten Maßnahmen mit einem Umfang von 15.250 PJ oder rund 16 % relativ mehr Selbständige und mithelfende Familienangehörige beteiligt, als in der Gesamtwirtschaft vertreten sind. Vgl. dazu die Zahlen in Tabelle 23 sowie die ausführliche Darstellung der Herleitung im Abschnitt 4 der Anlage 5.

| | Personenjahre | Anteil in % |
|--|---------------|-------------|
| Gesamt-Beschäftigungseffekt | 92.500 | 100 % |
| Darunter: Arbeitnehmer | 77.250 | 84 % |
| Darunter: Selbständige und mithelfende Familienangehörige | 15.250 | 16 % |

Tabelle 23 Energieeffizient Sanieren 2010: Aufteilung der Beschäftigungseffekte auf Arbeitnehmer und Selbständige

1.6.2.5 Beschäftigungseffekte in Stadt und Land

Die umgangssprachliche Aufteilung der Bundesrepublik in die Kategorien „Stadt“ und „Land“ ist im Bereich der Wirtschaftswissenschaften 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 24 zeigt (Daten aus [DESTATIS 2011b]).

| | Hauptkriterium Bevölkerungsdichte | Bevölkerungsanteil Ende 2009 |
|-------------------------------|---|------------------------------|
| Städtische Gebiete | Mehr als 500 Einwohner je km ² | 49,4 % |
| Halbstädtische Gebiete | Zwischen 100 und 500 Einwohner je km ² | 35,7 % |
| Ländliche Gebiete | Weniger als 100 Einwohner je km ² | 14,9 % |

Tabelle 24 Gebietstypologie nach dem Grad der Verstädterung

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 [DESTATIS 2011b]. Diese diente als Basis für die Zuordnung der mit dem Programm „Energieeffizient Sanieren“ 2010 verbundenen Investitionen auf die Gemeinden. Da hierzu die entsprechenden Daten aller Förderfälle nicht zur Verfügung standen, wurde die eigene, innerhalb des Förderprogramms „Energieeffizient Sanieren“ 2010 durchgeführte Primärerhebung mit Antworten von 1.098 Förderfällen des Jahres 2010 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 aus den 897 auswertbaren Fällen bezüglich der Verteilung der Investitionssummen nur schwache Unterschiede zwischen den drei Gebietstypen (vgl. Tabelle 25).

| Herkunft der Unternehmen, die die Investitionen ausführten | Anteil der Investitionen (Umsätze) des Gebietstyps | | |
|---|--|---------------|----------|
| | Städtisch | Halbstädtisch | Ländlich |
| Anzahl der Fälle der Stichprobe | 361 | 405 | 131 |
| Regionale Unternehmen (bis ca. 50 km vom Ort des Gebäudes entfernt) | 88 % | 94 % | 96 % |
| Weiter als 50 km entfernte Unternehmen aus Deutschland | 11 % | 6 % | 4 % |
| Unternehmen aus anderen Ländern der Europäischen Union | 1 % | 0 % | 0 % |
| Unternehmen aus Ländern außerhalb der Europäischen Union | 0 % | 0 % | 0 % |

Tabelle 25 Energieeffizient Sanieren 2010: Gebietstypische Verteilung von Aufträgen

In der Stichprobe wurden in den ländlichen Gebieten die Investitionsaufträge fast vollständig (96 %) an Unternehmen vergeben, die höchstens 50 km vom Investitionsort entfernt angesiedelt sind. In städtischen und halbstädtischen Gebieten lag dieser Anteil dagegen mit 88 % bzw. 94 % 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.

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 denen 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 5 in Anlage 5) getroffen werden, die schließlich zu den nachstehenden Ergebnissen führten (vgl. Tabelle 26).

| | | Gebietstypen | | |
|---|--------|-----------------------------------|---------------|----------|
| | | Städtisch | Halbstädtisch | Ländlich |
| Bevölkerungsverteilung 2009 nach [DESTATIS 2011b] | % | 49 | 36 | 15 |
| | | Darlehens- und Zuschussfälle 2010 | | |
| Investitionen (inkl. 19 % Mwst.) am Ort der Investition | Mio. € | 3.870 | 2.350 | 700 |
| | % | 56 | 34 | 10 |
| Durch die Investitionen ausgelöste Umsätze (inkl. 19 % Mwst.) nach dem Sitz der ausführenden Unternehmen | Mio. € | 5.960 | 4.000 | 1.740 |
| | % | 51 | 34 | 15 |
| Beschäftigte nach dem Sitz der ausführenden Unternehmen | PJ | 48.000 | 31.000 | 13.500 |
| | % | 52 | 34 | 14 |

Tabelle 26 Energieeffizient Sanieren 2010: Hochrechnung Beschäftigungseffekte nach Gebietstypen

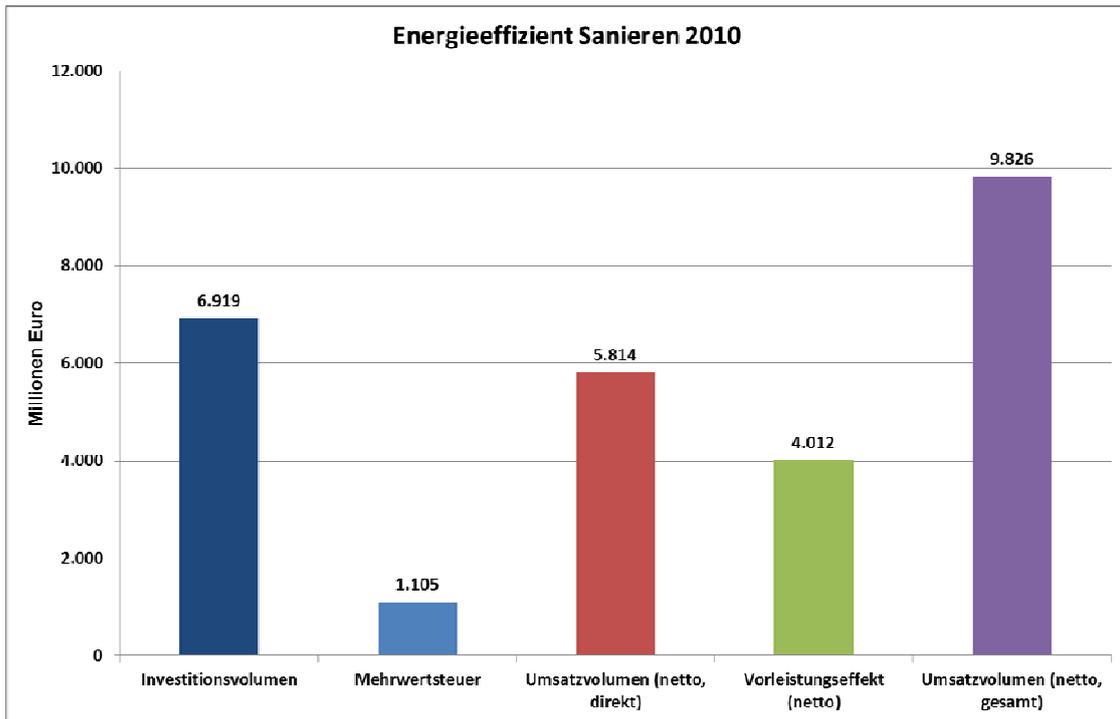
Bei einem Bevölkerungsanteil von 49 % wurden im Jahr 2010 ca. 56 % der Energieeffizienz-Investitionen, an denen das untersuchte Förderprogramm „Energieeffizient Sanieren“ über Darlehen oder Zuschüsse beteiligt war, in städtischen Gebieten durchgeführt. Mit einem Anteil von 34 % am Investitionsvolumen waren die halbstädtischen Gebiete leicht unterrepräsentiert und die ländlichen Gebiete mit einem Anteil von 10 % deutlich unterrepräsentiert – im Vergleich mit ihren 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 im ländlichen Raum zu Lasten der städtischen Gebiete und im Ergebnis zu einer relativ ausgewogenen Verteilung der Beschäftigungseffekte.

Insgesamt lässt sich feststellen, dass die mit dem Programm „Energieeffizient Sanieren“ 2010 verbundenen CO₂-Reduktions- und Effizienz-Investitionen und die dadurch ausgelösten Beschäftigungseffekte in ihrer Verteilung auf städtische, halbstädtische und ländliche Gebiete im Jahr 2010 nur unwesentlich von der Bevölkerungsverteilung abweichen, und zwar zu Gunsten der Städte (+3 %) und zu Lasten der halbstädtischen Gebiete (-2 %) und der ländlichen Gebiete (-1 %).

1.6.2.6 Monetäre Multiplikatorwirkung

Das untersuchte Förderprogramm weist insgesamt ein Investitionsvolumen von ca. 6,9 Mrd. Euro auf. Wie Abbildung 20 zeigt, fließen davon rund 1,1 Mrd. Euro in Form von Mehrwertsteuer direkt an den Staat zurück, so dass ein Netto-Umsatzeffekt von 5,8 Mrd. Euro übrig bleibt. Einschließlich der Vorleistungen (vgl. Anlage 5, Kapitel 6) belaufen sich die ausgelösten Nettoumsätze auf rund 9,8 Mrd. Euro. Auf den ursprünglichen Nettoumsatz wirkt also ein monetärer Multiplikatoreffekt in der Größe von 1,69 ein, so dass außerhalb des Baugewerbes und der Bauplanung/Bauleitung Vorleistungen im Umfang von ca. 4,0 Mrd. Euro angefordert werden. Geht man überschlägig davon aus, dass 50 % der Nettoumsätze zu Lohn- und Gehaltszahlungen führen und davon 25 % Lohn- bzw. Einkommensteuer gezahlt wird, so ergeben sich aus den geförderten Energiesparinvestitionen weitere Steuereinnahmen des Staates in Höhe von rund 1,2 Mrd. Euro.



Quelle: Bremer Energie Institut auf der Basis von [KfW 2011a]

Abbildung 20 Energieeffizient Sanieren 2010: Umsatzeffekte des Programms

II Die KfW-Programme „Ökologisch Bauen“ und „Energieeffizient Bauen“ 2006 - 2010

II.1 Übersicht über die Förderprogramme

Das 2009 eingeführte KfW-Programm „Energieeffizient Bauen“ fördert, ebenso wie sein Vorgängerprogramm „Ökologisch Bauen“, energiesparende Neubauten durch zinsgünstigen Darlehen.

In den Jahren Jahren 2006 – 2010 wurden Zusagen in etwa 159.000 Fällen für 301.000 Wohnungen erteilt. Die von den Bauherren einzuhaltenden Standards übersteigen dabei die Neubauanforderungen der EnEV deutlich. Zu Ihrer Erreichung sind umfangreiche Maßnahmenpakete aus Wärmeschutz und Wärmeversorgung notwendig. Auch die Neubauförderung der KfW trägt damit wesentlich zur Markteinführung zukunftsweisender Effizienzstandards und Technologien bei.

Dabei ist insbesondere der gegenwärtig sehr hohe Anteil der KfW-Förderung innerhalb des Neubaus in Deutschland zu beachten: Im Jahr 2010 wurden Förderzusagen für etwa 84.000 Neubauwohnungen erteilt. Vergleicht man diesen Wert mit der Gesamtzahl der Baugenehmigungen im Jahr 2010, laut Bautätigkeitsstatistik knapp 168.000 Wohnungen [Stat. Bundesamt 2011], so entspricht dies einem Anteil der KfW-Förderung von ungefähr 50 % am gesamten Wohnungsbau⁴⁸.

Aktuell werden im Programm „Energieeffizient Bauen“ vor allem KfW-Effizienzhäuser gefördert, die in Relation zum EnEV-Neubaustandard definiert sind (vgl. auch Erläuterungen in Abschnitt I.1). Dabei sind die besonders weitgehenden Standards Effizienzhaus 50 und Effizienzhaus 40 (beide auf Basis der neuen EnEV 2009) im Laufe des Jahres 2010 hinzugekommen.

Im Vorgängerprogramm „Ökologisch Bauen“ waren über mehrere Jahre hinweg die Standards „Energiesparhaus 60“ und „Energiesparhaus 40“ gefördert worden. Hier war die Anforderung an den Primärenergiebedarf nicht relativ zur EnEV festgelegt worden, sondern es waren absolute Grenzwerte von 60 bzw. 40 kWh/m²_{ANa} zu unterschreiten⁴⁹.

Der Passivhausstandard, der über einen Heizwärmebedarf von maximal 15 kWh/m²a definiert ist⁵⁰ und für den darüber hinaus zur Förderung weitere Anforderungen an den Primärenergiebedarf einzuhalten sind, wurde über den gesamten betrachteten Zeitraum sowohl im Programm „Ökologisch Bauen“ also auch im Programm „Energieeffizient Bauen“ gefördert.

⁴⁸ Es werden hier die Baugenehmigungen und nicht die Fertigstellungen herangezogen, da auch die KfW-Förderzusage in der Regel in einem frühen Stadium des Neubauvorhabens stattfindet: Laut Auszählung der Stichprobe wurden etwa 80 % der Gebäude erst nach Ablauf des Kalenderjahrs der Förderzusage fertiggestellt. Untersucht wurden dabei die Fallzahlen in der Stichprobe bis einschließlich des Förderjahrs 2009.

⁴⁹ Die Einheit kWh/m²_{ANa} bedeutet Kilowattstunden pro Quadratmeter Gebäudenutzfläche A_N und Jahr. Die Gebäudenutzfläche A_N entspricht der Definition der EnEV, sie ist nicht identisch mit der Wohnfläche des Gebäudes, sondern in der Regel größer.

⁵⁰ Beim Passivhaus ist der Heizwärmebedarf auf die Wohnfläche bezogen.

Die folgenden Auswertungen betreffen die gesamte KfW-Neubauförderung der Jahre 2006 – 2010 (gemessen am Zeitpunkt der Förderzusage) in den Programmen „Ökologisch Bauen“ (2006 – 2009) und „Energieeffizient Bauen“ (seit 2009).

II.2 Datenerhebung und Berechnungsgrundlagen

Durchführung der Befragung

Die Datenerhebung für das Programm „Energieeffizient Bauen“ und das Vorgängerprogramm „Ökologisch Bauen“ erfolgte, ebenso wie im Programm „Energieeffizient Sanieren“, durch eine schriftliche Befragung der Fördermittelempfänger, die ihre Zusage von der KfW in dem betrachteten Jahr erhalten haben und unter Verwendung der Software Teleform (vgl. Abschnitt I.2). Die Fragebögen sind in Anlage 2 und 3 wiedergegeben. Sie sind über weite Teile identisch, aufgrund der unterschiedlichen Förderbedingungen in den jeweiligen Jahren ergeben sich aber teils leichte Differenzen. Die Länge der Fragebögen beträgt acht bis neun Seiten. Abgefragt werden Basisdaten über das Gebäude (z. B. Wohnungszahl, Bundesland), über die Wärmeversorgung und den Wärmeschutz (inklusive Angaben über die Bauweise, z. B. die Art der Außenwände und die Dachform). Von besonderer Bedeutung ist die Abfrage von Daten aus dem Energieausweis (z. B. des Primärenergiebedarfs), da auf dieser Grundlage die Energieeinsparungen und CO₂-Minderungen berechnet wurden.

Bei der Befragung wurden für die Förderjahre 2006 – 2009 jeweils ungefähr 1.000 Fragebögen, für das aktuelle Jahr 2010 1.500 Fragebögen versendet⁵¹. In Tabelle 27 ist zu erkennen, dass der Rücklauf für die einzelnen Jahre deutlich unterschiedlich ausfiel: Während für die Jahre 2006 – 2008 nur eine Quote von 9 – 13 % erreicht werden konnte, beträgt diese für die vergangenen beiden Jahre 2009 und 2010 20 % bzw. 26 %.

| | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | gesamt |
|-------------------------|------|------|------|------|------|-------------|
| ausgesendete Fragebögen | 999 | 1000 | 998 | 998 | 1501 | 5496 |
| Rücklauf | 126 | 98 | 91 | 200 | 384 | 899 |
| Rücklaufquote | 13% | 10% | 9% | 20% | 26% | 16% |

Tabelle 27 Ökologisch / Energieeffizient Bauen 2006 - 2010: Ausgesendete Fragebögen und Rücklauf (ohne Zusatzerhebung)

Für die erst im Jahresverlauf 2010 eingeführten Standards „Energiesparhaus 40“ und „Energiesparhaus 55“ (auf Basis der EnEV 2009) wurde noch eine Zusatzerhebung durchgeführt, die in der Tabelle nicht berücksichtigt ist. Dabei wurden rund 150 Fördermitnehmer angeschrieben. Im Hinblick darauf, dass es sich hier um besonders weitgehende Energieeffizienzstandards handelt, wurden gezielt nur Fälle berücksichtigt, in denen die Fertigstellung der Gebäude bereits an die KfW gemeldet wurden, die also bereits abschließende Erfahrungen mit der Realisierung dieser Anforderungsniveaus vorzuweisen hatten. Der Rücklauf betrug hier 72 Fragebögen, lag also bei etwas weniger als 50 %. Der gesamte Fragebogenrücklauf inklusive der in Tabelle 27 dargestellten Ergebnisse ergibt sich damit zu 971 Fragebögen.

⁵¹ Wie im Programm „Energieeffizient Sanieren“ wurden auch hier die Fördermittelempfänger aus dem 1. Halbjahr 2010 befragt.

Durchführung der Auswertungen

Für die Ermittlung des Endenergiebedarfs und der Treibhausgasemissionen wurden Angaben aus dem Energieausweis herangezogen. Entscheidend ist dabei insbesondere der Primärenergiebedarf Q_P des Gebäudes. Mit Hilfe dieses Wertes sowie der Kenntnis einiger weiterer in den Fragebögen erhobenen Angaben, des (Haupt-)Energieträgers sowie zusätzliche Details der Anlagentechnik (zur Abschätzung des Hilfsenergiebedarfs) lassen sich Rückschlüsse auf den Endenergiebedarf des Hauptenergieträgers bzw. des zusätzlichen Hilfsstroms und damit auch auf die CO_2 - bzw. Treibhausgasemissionen ziehen⁵². Im Fall der Energieträger Biomasse und Fernwärme wurde bei den Modellrechnungen statt auf die Primärenergie Q_P auf den spezifischen Transmissionswärmeverlust H_T' , die Bewertungsgröße für den Gebäude-Wärmeschutz zurückgegriffen, die ebenfalls im Energieausweis dokumentiert ist. Eine nähere Erläuterung der Ansätze findet sich in Anlage 4.

Die Ermittlung von Energieeinsparungen bzw. Emissionsminderungen erfolgte durch Vergleich mit einem entsprechenden Gebäude, das genau die Vorgaben der jeweils gültigen Energieeinsparverordnung (EnEV) einhält. Betroffen war also entweder das bis Herbst 2009 gültige EnEV-Niveau (das sich bis dahin seit Einführung der EnEV 2002 nicht verändert hatte), oder die im Herbst 2009 verschärfte aktuelle Version der EnEV. In beiden Fällen beziehen sich die Anforderungen auf den Primärenergiebedarf Q_P und den spezifischen Transmissionswärmeverlust H_T' . Die entsprechenden Grenzwerte werden ebenfalls im Energieausweis dokumentiert, so dass die Energie- und Treibhausgasbilanz für den Referenzfall EnEV grundsätzlich nach dem gleichen Schema errechnet werden konnte wie für die tatsächliche Ausführung des geförderten Gebäudes.

Bei den mit den eingangenen Fragebögen durchgeführten Plausibilitätstests spielte die Vollständigkeit der für die Energiebilanz benötigten Daten, insbesondere Q_P und H_T' (tatsächliche Werte und EnEV-Grenzwerte), eine wesentliche Rolle. Am Ende konnten 542 Fragebögen (d.h. etwa 56 % des Fragebogenrücklaufs) in die Auswertungen einbezogen werden.

II.3 Ermittlung der Energieeinsparungen und Treibhausgas-Minderungen

II.3.1 Durchführung der Hochrechnungen

Wie im Programm „Energieeffizient Sanieren“ wurden auch hier bei der Hochrechnung auf das Gesamtprogramm unterschiedliche Schichten berücksichtigt. Die folgende Tabelle 28 zeigt die verwendete Einteilung in sieben Teilmengen für die KfW-Förderstatistik und die auswertbare Stichprobe.

⁵² Es wurden die selben Treibhausgas- bzw. CO_2 -Emissionsfaktoren wie in Kapitel I verwendet (siehe auch Anlage 4).

| KfW-Standard | Abkürzung | KfW-Förderstatistik 2006-2010 | | Stichprobe |
|--|-----------------|-------------------------------|----------------------|-------------------|
| | | Anzahl Förderzusagen | Anzahl Wohneinheiten | Anzahl Fragebögen |
| Einzelmaßnahmen Heizung | H | 11.143 | 13.850 | 15 |
| Energiesparhaus 60 | ESH 60 | 52.176 | 88.884 | 101 |
| Energiesparhaus 40 / Passivhaus | ESH40/PH | 28.452 | 66.704 | 102 |
| Effizienzhaus 85 EnEV 2009 / Effizienzhaus 70 EnEV 2007 | EffH85_09/70_07 | 11.219 | 17.628 | 33 |
| Effizienzhaus 70 EnEV 2009 | EffH70_09 | 35.772 | 58.811 | 204 |
| Effizienzhaus 55 EnEV 2007 | EffH55_09 | 17.209 | 44.876 | 43 |
| Effizienzhaus 40 EnEV 2009 / Effizienzhaus 55 EnEV 2009 | EffH40/55_09 | 3.337 | 10.647 | 44 |
| Summe: | | 159.308 | 301.400 | 542 |

Tabelle 28 Ökologisch / Energieeffizient Bauen 2006 - 2010: Vergleich von KfW-Förderstatistik und Stichprobe für die in der Auswertung verwendeten sieben Schichten

Die Aufteilung wurde an den von der KfW geförderten Standards orientiert. Zum Teil wurden mehrere Gebäudestandards mit ähnlichem energetischen Qualitätsniveau aufgrund der teils geringen Fallzahlen in der Stichprobe zusammengefasst⁵³. Die erste Schicht (Abkürzung: H) bezieht sich auf Einzelmaßnahmen bei der Heizungs- und Gebäudetechnik, alle anderen Standards betreffen das gesamte Gebäude.

Eine weitere Verfeinerung der Auswertung, insbesondere eine zusätzliche Berücksichtigung des Förderjahres, war insbesondere im Hinblick auf die geringeren Rückläufe für die älteren Jahrgänge nicht möglich. Wenn KfW-Standards über mehrere Jahre gefördert wurden, wurden diese im Hinblick auf Energiebedarf und Treibhausgasemissionen zunächst gemeinsam ausgewertet. Dieser Ansatz basiert also auf der Annahme, dass für den Energiebedarf und die Treibhausgasemissionen der erreichte Standard und nicht das Jahr der Förderung ausschlaggebend ist.

Die Hochrechnung auf die einzelnen Förderjahre erfolgte auf dieser Grundlage in einem zweiten Schritt mit Hilfe der Anzahl der in der jeweiligen Schicht und im jeweiligen Jahr geförderten Wohnungen, die in Tabelle 29 dokumentiert sind.

⁵³ Dies gilt z. B. für das Energiesparhaus 40 und das Passivhaus, die über mehrere Jahre parallel zu gleichen Bedingungen gefördert wurden. In diesem speziellen Fall ist zu vermuten, dass viele Gebäude gleichzeitig beide Standards erfüllen, dass also bei manchen Passivhäusern eventuell der Nachweis für das Energiesparhaus 40 geführt wurde und eine eindeutige Zuordnung daher ohnehin schwierig ist.

Nähere Hinweise zur Schichtung und Zwischenergebnisse der Berechnung, auch flächenbezogene Kennwerte, sind in Anlage 4 dokumentiert.

| | | Anzahl der geförderten Wohnungen | | | | | Summe |
|--|-----------------|----------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| | | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | |
| Einzelmaßnahmen Heizung | H | 7.398 | 3.495 | 2.679 | 278 | | 13.850 |
| Energiesparhaus 60 | ESH 60 | 32.194 | 29.206 | 24.065 | 3.419 | | 88.884 |
| Energiesparhaus 40 / Passivhaus | ESH40/PH | 15.741 | 15.731 | 22.403 | 10.720 | 2.109 | 66.704 |
| Effizienzhaus 85 EnEV 2009 / Effizienzhaus 70 EnEV 2007 | EffH85_09/70_07 | | | | 12.590 | 5.038 | 17.628 |
| Effizienzhaus 70 EnEV 2009 | EffH70_09 | | | | 2.064 | 56.747 | 58.811 |
| Effizienzhaus 55 EnEV 2007 | EffH55_07 | | | | 35.152 | 9.724 | 44.876 |
| Effizienzhaus 40 EnEV 2009 / Effizienzhaus 55 EnEV 2009 | EffH40/55_09 | | | | | 10.647 | 10.647 |
| Summe | | 55.333 | 48.432 | 49.147 | 64.223 | 84.265 | 301.400 |

Tabelle 29 **Ökologisch / Energieeffizient Bauen 2006 - 2010: Anzahl der geförderten Wohnungen nach Jahren**

II.3.2 Endenergieeinsparung

Die Berechnungsergebnisse für die Endenergiebilanz der Jahre 2006 - 2010 nach Energieträgern sind in Tabelle 30 dargestellt. Die erste Spalte zeigt jeweils den berechneten Endenergiebedarf der geförderten Gebäude, die zweite Spalte den Wert des Referenzfalls. Hier wurde angenommen, dass die Gebäude statt den tatsächlich erreichten KfW-Anforderungen nur dem jeweiligen Anforderungsniveau der EnEV entsprechen. Die Endenergieeinsparung ergibt sich aus der Differenz der ersten beiden Spalten.

| 2006 - 2010 | Endenergie in GWh/a | | |
|-------------------|----------------------|-------------------|----------------------------|
| | geförderte Neubauten | Referenzfall EnEV | Einsparung zu Referenzfall |
| Erdgas/Flüssiggas | 318 | 597 | 279 |
| Heizöl | 62 | 128 | 66 |
| Biomasse | 802 | 1.214 | 412 |
| Strom | 516 | 972 | 456 |
| Fernwärme | 271 | 400 | 129 |
| Summe | 1.969 | 3.310 | 1.341 |

Tabelle 30 **Ökologisch / Energieeffizient Bauen 2006 - 2010: Endenergiebilanz des gesamten Förderzeitraums nach Energieträgern**
1 GWh (Gigawattstunde) = 1 Mio. kWh (Kilowattstunden)

Auffällig sind die hohen Anteile der Energieträger Biomasse und Strom. Die Untersuchungen in Kapitel II.4 zeigen, dass diese Systeme in den geförderten Gebäuden am häufigsten eingesetzt wurden.

In Tabelle 31 und Tabelle 32 werden Aufteilungen nach den einzelnen Jahren dargestellt.

| | Endenergie in GWh/a | | |
|--------------|----------------------|-------------------|----------------------------|
| | geförderte Neubauten | Referenzfall EnEV | Einsparung zu Referenzfall |
| 2006 | 396 | 648 | 252 |
| 2007 | 345 | 572 | 227 |
| 2008 | 338 | 575 | 237 |
| 2009 | 399 | 737 | 337 |
| 2010 | 491 | 779 | 288 |
| Summe | 1.969 | 3.310 | 1.341 |

Tabelle 31 **Ökologisch / Energieeffizient Bauen 2006 - 2010: Endenergiebilanz**

| 2006 - 2010 | Endenergieeinsparungen in GWh/a | | | | | |
|-------------------|---------------------------------|------------|------------|------------|------------|--------------|
| | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | gesamt |
| Erdgas/Flüssiggas | 62 | 57 | 54 | 50 | 56 | 279 |
| Heizöl | 10 | 9 | 7 | 28 | 12 | 66 |
| Biomasse | 78 | 69 | 75 | 107 | 83 | 412 |
| Strom | 81 | 72 | 75 | 117 | 111 | 456 |
| Fernwärme | 21 | 20 | 25 | 36 | 27 | 129 |
| Summe | 252 | 227 | 237 | 337 | 288 | 1.341 |

Tabelle 32 **Ökologisch / Energieeffizient Bauen 2006 - 2010: Endergieeinsparungen nach Energieträgern**

Insgesamt wurde in den **Jahren 2006 – 2011** ein Endenergiebetrag von **rund 1.340 GWh** gegenüber dem Referenzfall eingespart.

Betrachtet man wie in Abschnitt I.3.2 den statistischen Fehler, der das 95%-Vertrauensintervall definiert, so erhält man einen Wert von etwa 120 GWh bzw. 9 %. Auch hier gilt, dass diese Analyse den statistischen Stichprobenfehler betrifft und dass weitere Fehlerquellen hinzukommen können⁵⁴.

Tabelle 33 zeigt die Endenergiebilanz der aktuellen Förderfälle des Jahres 2010. Die Endenergieeinsparung gegenüber dem Referenzfall beläuft sich hier auf 288 GWh. Die statistische Fehlerbandbreite kann dabei grob zu etwa 20 % angegeben werden.

| 2010 | Endenergie in GWh/a | | |
|-------------------|----------------------|-------------------|----------------------------|
| | geförderte Neubauten | Referenzfall EnEV | Einsparung zu Referenzfall |
| Erdgas/Flüssiggas | 65 | 121 | 56 |
| Heizöl | 10 | 22 | 12 |
| Biomasse | 191 | 274 | 83 |
| Strom | 148 | 259 | 111 |
| Fernwärme | 77 | 104 | 27 |
| Summe | 491 | 779 | 288 |

Tabelle 33 **Energieeffizient Bauen 2010: Endergiebilanz nach Energieträgern**

II.3.3 Treibhausgasreduktion

Die Treibhausgasemissionen (CO₂-Äquivalente mit Vorketten) sind in Tabelle 34 dargestellt. Für den gesamten **Betrachtungszeitraum 2006 – 2010** ergibt sich eine Emissionsminderung von **rund 406.000 Tonnen pro Jahr** (statistischer Fehler des 95%-Konfidenzintervalls ca. 8 %) gegenüber dem Referenzfall der Energieeinsparverordnung EnEV. Im Förderjahr 2010 betrug die Reduktion der Treibhausgasemissionen 93.000 Tonnen pro Jahr (statistischer Fehler ca. 22 %).

⁵⁴ Ein Vergleich mit einer Stichprobe gemessener Verbrauchswerte ist in Anlage 4 dokumentiert.

| | CO _{2e} -Emissionen in t/a | | |
|--------------|-------------------------------------|-------------------|----------------------------|
| | geförderte Neubauten | Referenzfall EnEV | Einsparung zu Referenzfall |
| 2006 | 97.803 | 172.598 | 74.795 |
| 2007 | 84.392 | 151.303 | 66.911 |
| 2008 | 81.115 | 150.020 | 68.904 |
| 2009 | 100.596 | 203.303 | 102.707 |
| 2010 | 131.673 | 224.779 | 93.106 |
| Summe | 495.579 | 902.002 | 406.423 |

Tabelle 34 **Ökologisch / Energieeffizient Bauen 2006 - 2010: Treibhausgasemissionen (CO₂-Äquivalente) nach Jahren**

Die zeitliche Entwicklung der Treibhausgasminderungen gegenüber dem EnEV-Referenzfall ist in Abbildung 21 dargestellt. In der Darstellung wird davon ausgegangen, dass die Einsparwirkung ein Jahr nach der Förderzusage einsetzt. So entfalten die Förderfälle des Jahres 2006 erst im Jahr 2007 ihre Wirkung. Im Jahr 2011 kumuliert sich der Effekt zu dem Gesamtwert von 406.000 t CO_{2e}/a der Förderfälle der Jahre 2006 – 2011. Die Entwicklung wurde bis zum Jahr 2012 fortgeschrieben. Dabei wurde angenommen, dass die Minderung des Jahres 2011 (Wirkung der Förderfälle 2010) im Jahr 2012 noch einmal erreicht werden kann. Die Treibhausgasminderung der geförderten Gebäude würde sich dann zu einem Gesamtwert von ca. 500.000 t CO_{2e}/a summieren.

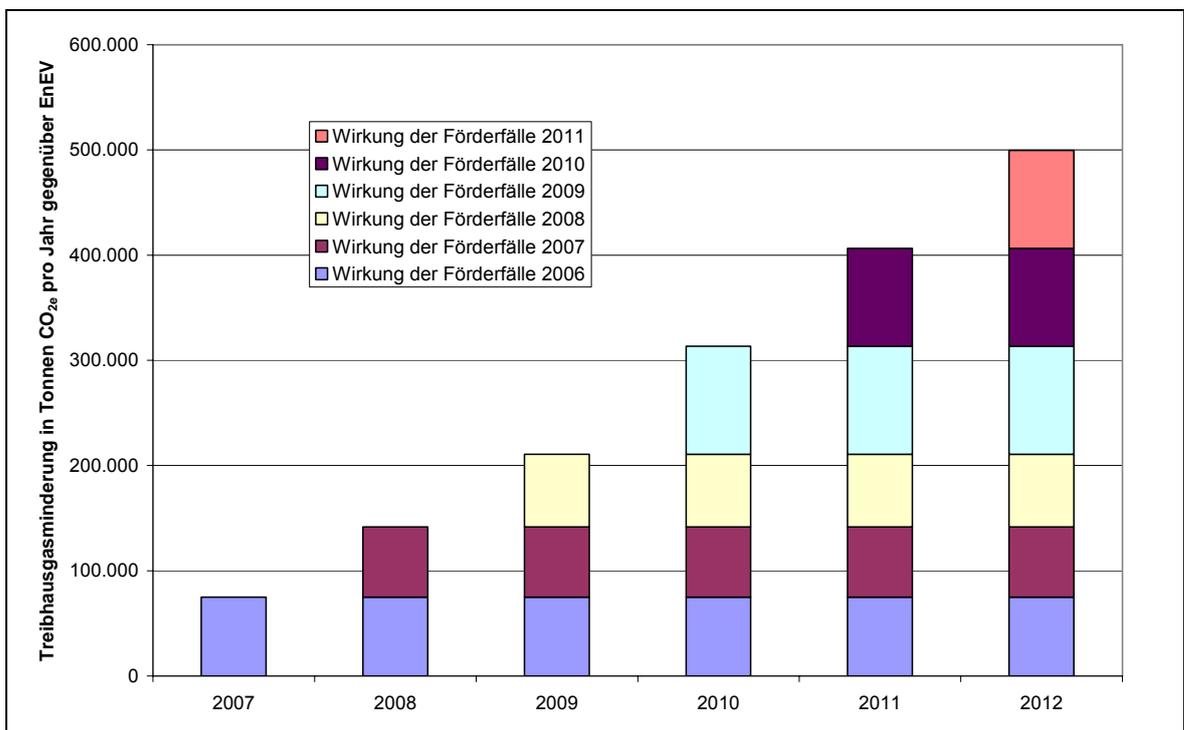


Abbildung 21 **Ökologisch / Energieeffizient Bauen: Zeitliche Wirkung der Treibhausgasminderung gegenüber dem Referenzfall EnEV, Extrapolation bis 2012**

II.3.4 Reine CO₂-Reduktion im Haushalts- und Emissionshandelssektor

Wie in Abschnitt I.3.4 werden hier auch die reine CO₂-Emissionen im Haushaltssektor und Emissionshandelssektor (ohne Berücksichtigung von CO₂-Äquivalenten anderer Treibhausgase und sonstigen Vorketten) ausgewiesen. Tabelle 35 und Tabelle 36 zeigen die Ergebnisse.

| | CO ₂ -Emissionen Haushaltssektor in t/a | | |
|--------------|--|-------------------|----------------------------|
| | geförderte Neubauten | Referenzfall EnEV | Einsparung zu Referenzfall |
| 2006 | 19.970 | 35.234 | 15.264 |
| 2007 | 16.518 | 30.344 | 13.826 |
| 2008 | 14.194 | 27.159 | 12.965 |
| 2009 | 14.192 | 31.677 | 17.485 |
| 2010 | 15.886 | 30.194 | 14.308 |
| Summe | 80.761 | 154.608 | 73.847 |

Tabelle 35 **Ökologisch / Energieeffizient Bauen 2006 - 2010: Reine CO₂-Emissionen im Haushaltssektor**

| | CO ₂ -Emissionen Emissionshandelssektor in t/a | | |
|--------------|---|-------------------|----------------------------|
| | geförderte Neubauten | Referenzfall EnEV | Einsparung zu Referenzfall |
| 2006 | 64.893 | 116.520 | 51.627 |
| 2007 | 56.618 | 102.577 | 45.959 |
| 2008 | 55.969 | 104.528 | 48.559 |
| 2009 | 73.879 | 148.956 | 75.076 |
| 2010 | 100.754 | 171.044 | 70.289 |
| Summe | 352.114 | 643.624 | 291.510 |

Tabelle 36 **Ökologisch / Energieeffizient Bauen 2006 - 2010: Reine CO₂-Emissionen im Emissionshandelssektor**

Die **reine CO₂-Minderung** gegenüber dem Referenzfall EnEV beträgt für die Jahre 2006 - 2010 **im Haushaltssektor etwa 74.000 Tonnen pro Jahr** und **im Emissionshandelssektor rund 292.000 Tonnen pro Jahr**.

Anders als bei den Modernisierungsmaßnahmen im Programm „Energieeffizient Sanieren“ (s. Kapitel I.3.4) ist hier im Neubau die Einsparung im Emissionshandelssektor (also z. B. in Kraftwerken, die den für die Wärmeversorgung verwendeten Strom erzeugen) deutlich größer als in den Gebäuden selbst. Der Grund hierfür ist die häufige Verwendung von elektrischen Wärmepumpen bei den geförderten Neubauten (s. Kapitel II.4)⁵⁵.

⁵⁵ Gleichzeitig ist zu beachten, dass die CO₂-Emissionen der ebenfalls häufig in den geförderten Neubauten verwendeten Biomasse-Heizsysteme in der Bilanz des Haushaltssektors gleich Null gesetzt werden, da es sich hier annahmegemäß um Biomasse aus nachhaltigem Anbau handelt: Die vor Ort tatsächlich zunächst entstehenden Emissionen werden an anderer Stelle durch nachwachsende Biomasse wieder gebunden (siehe auch Emissionsfaktoren in Anlage 4).

II.3.5 Umrechnung auf die einzelnen Bundesländer

Die Abschätzung der Endenergieeinsparungen und Emissionsminderungen für die einzelnen Bundesländer erfolgt analog zu Kapitel I.3.5 auf Basis der Anzahlen der geförderten Wohnungen⁵⁶. Tabelle 37 zeigt die Aufteilung für den gesamten Förderzeitraum 2006 – 2011, Tabelle 38 für das Förderjahr 2010.

| 2006-2010 | Einsparung gegenüber Referenzfall EnEV | | | | |
|---------------------------|--|-----------------------------|--|---|--------------------------------|
| | geförderte Wohnungen | Anteil geförderte Wohnungen | Minderung Treibhausgase in t CO _{2e} /a | Minderung reines CO ₂ im Haushaltssektor in t CO ₂ /a | Endenergie-Einsparung in GWh/a |
| Baden-Württemberg | 51.777 | 17,2% | 69.765 | 12.716 | 230 |
| Bayern | 71.879 | 23,9% | 96.851 | 17.653 | 320 |
| Berlin | 6.378 | 2,1% | 8.594 | 1.566 | 28 |
| Brandenburg | 9.839 | 3,3% | 13.257 | 2.416 | 44 |
| Bremen | 1.095 | 0,4% | 1.475 | 269 | 5 |
| Hamburg | 12.090 | 4,0% | 16.290 | 2.969 | 54 |
| Hessen | 18.925 | 6,3% | 25.500 | 4.648 | 84 |
| Mecklenburg-Vorpommern | 4.561 | 1,5% | 6.146 | 1.120 | 20 |
| Niedersachsen | 23.599 | 7,8% | 31.798 | 5.796 | 105 |
| Nordrhein-Westfalen | 53.917 | 17,9% | 72.649 | 13.241 | 240 |
| Rheinland-Pfalz | 13.653 | 4,5% | 18.396 | 3.353 | 61 |
| Saarland | 1.282 | 0,4% | 1.727 | 315 | 6 |
| Sachsen | 7.265 | 2,4% | 9.789 | 1.784 | 32 |
| Sachsen-Anhalt | 3.428 | 1,1% | 4.619 | 842 | 15 |
| Schleswig-Holstein | 16.567 | 5,5% | 22.323 | 4.069 | 74 |
| Thüringen | 5.062 | 1,7% | 6.821 | 1.243 | 23 |
| Deutschland gesamt | 301.317 | 100,0% | 406.000 | 74.000 | 1.340 |

Tabelle 37 **Ökologisch / Energieeffizient Bauen 2006 - 2010: Aufteilung der Endenergieeinsparungen und Emissionsminderungen gegenüber dem Referenzfall EnEV auf die einzelnen Bundesländer**

⁵⁶ Eine Aufteilung der CO₂-Emissionen im Emissionshandelssektor auf Bundesländer kann hier nicht vorgenommen werden, da der in den Gebäuden eines Bundeslandes verbrauchte Strom nicht unbedingt auch in diesem Bundesland erzeugt wird, so dass die genaue Lokalisierung der entsprechenden Emissionen nicht möglich ist.

| | 2010 | | Einsparung gegenüber Referenzfall EnEV | | |
|---------------------------|----------------------|-----------------------------|--|---|--------------------------------|
| | geförderte Wohnungen | Anteil geförderte Wohnungen | Minderung Treibhausgase in t CO _{2e} /a | Minderung reines CO ₂ im Haushaltssektor in t CO ₂ /a | Endenergie-Einsparung in GWh/a |
| Baden-Württemberg | 16.975 | 20,1% | 18.739 | 2.821 | 58 |
| Bayern | 17.758 | 21,1% | 19.603 | 2.951 | 61 |
| Berlin | 2.220 | 2,6% | 2.451 | 369 | 8 |
| Brandenburg | 2.738 | 3,3% | 3.023 | 455 | 9 |
| Bremen | 407 | 0,5% | 449 | 68 | 1 |
| Hamburg | 3.451 | 4,1% | 3.810 | 573 | 12 |
| Hessen | 5.452 | 6,5% | 6.019 | 906 | 19 |
| Mecklenburg-Vorpommern | 1.186 | 1,4% | 1.309 | 197 | 4 |
| Niedersachsen | 6.709 | 8,0% | 7.406 | 1.115 | 23 |
| Nordrhein-Westfalen | 14.561 | 17,3% | 16.074 | 2.420 | 50 |
| Rheinland-Pfalz | 3.339 | 4,0% | 3.686 | 555 | 11 |
| Saarland | 276 | 0,3% | 305 | 46 | 1 |
| Sachsen | 2.087 | 2,5% | 2.304 | 347 | 7 |
| Sachsen-Anhalt | 746 | 0,9% | 824 | 124 | 3 |
| Schleswig-Holstein | 5.355 | 6,4% | 5.912 | 890 | 18 |
| Thüringen | 985 | 1,2% | 1.087 | 164 | 3 |
| Deutschland gesamt | 84.245 | 100,0% | 93.000 | 14.000 | 290 |

Tabelle 38 Energieeffizient Bauen 2010: Aufteilung der Endenergieeinsparungen und Emissionsminderungen auf die einzelnen Bundesländer

II.4 Durchgeführte Maßnahmen zur Erreichung der geförderten Neubau-Standards

Bei der Befragung der Bauherren wurden auch Daten über die Bauweise, insbesondere den Wärmeschutz und die Wärmeversorgung, erhoben. Auf diese Weise lassen sich die energiesparenden Maßnahmen, mit denen die KfW-Anforderungen für verschiedene Gebäudestandards erfüllt werden, analysieren. Die folgenden Abschnitte II.4.1 und II.4.2 zeigen die hochgerechneten Ergebnisse für Wärmeschutz und Wärmeversorgung über den betrachteten Förderzeitraum⁵⁷. In Kapitel II.4.3 wird ein Vergleich zwischen verschiedenen Gebäudestandards gezogen.

II.4.1 Wärmeschutz (2006 – 2010)

Die Bauweise der Außenwände wurde in der Befragung differenziert abgefragt. Unterschieden wurden folgende Wandtypen:

⁵⁷ Entsprechend der in Abschnitt II.2 beschriebenen Schichtung wurde auf den Förderzeitraum 2006 – 2010 hochgerechnet. Die angegebenen Prozentwerte beziehen sich in der Regel auf die Anzahl der Förderfälle bzw. der geförderten Gebäude. An einigen Stellen im Abschnitt über die Wärmeversorgung wird zusätzlich die Aufteilung auf Basis der Anzahl geförderter Wohnungen angegeben. Gelegentlich erfolgt bei besonders kleinen Fallzahlen keine Prozentangabe (deren Wert mit entsprechend hohen Unsicherheiten behaftet wäre), sondern es werden direkt die Fallzahlen in der Stichprobe genannt.

- Einschaliges Mauerwerk ohne zusätzliche Wärmedämmstoffe (z. B. gut dämmender Ziegel oder Porenbeton ohne zusätzliche Dämmung)
- Einschaliges Mauerwerk mit zusätzlichen Wärmedämmstoffen außen auf der Wand (z. B. Styropor oder Mineralwolle als zusätzliche Wärmedämmschicht außen auf der Wand)
- Einschaliges Mauerwerk mit Dämmstoffen in den Mauersteinen selbst (Mauersteine mit dämmstoffgefüllten Kammern)
- Zweischalige Außenwand (innere Mauerwerkswand und äußere Vormauerschale mit Wärmedämmstoffen im Zwischenraum zwischen den beiden Mauerschalen)
- Schalsteine mit Dämmstoffen (auf der Baustelle mit Beton ausgegossen)
- Betonfertigteile (mit zusätzlichen Wärmedämmstoffen)
- Holzfertigbauteile oder sonstiger Holzbau (mit zusätzlichen Wärmedämmstoffen)
- Sonstiges

Abbildung 22 zeigt die Anteile der verschiedenen Bauweisen unter den geförderten Gebäuden. Es ist zu erkennen, dass sich die relevanten Anteile auf unterschiedliche Bauweisen verteilen: Von Bedeutung sind das einschalige Mauerwerk mit Dämmung und der Holzbau ebenso wie das einschalige Mauerwerk ohne zusätzliche Dämmung (insbesondere wenn man hier die Wände mit Dämmstoffen in den Mauersteinen selbst hinzurechnet) und das zweischaligen Mauerwerk.

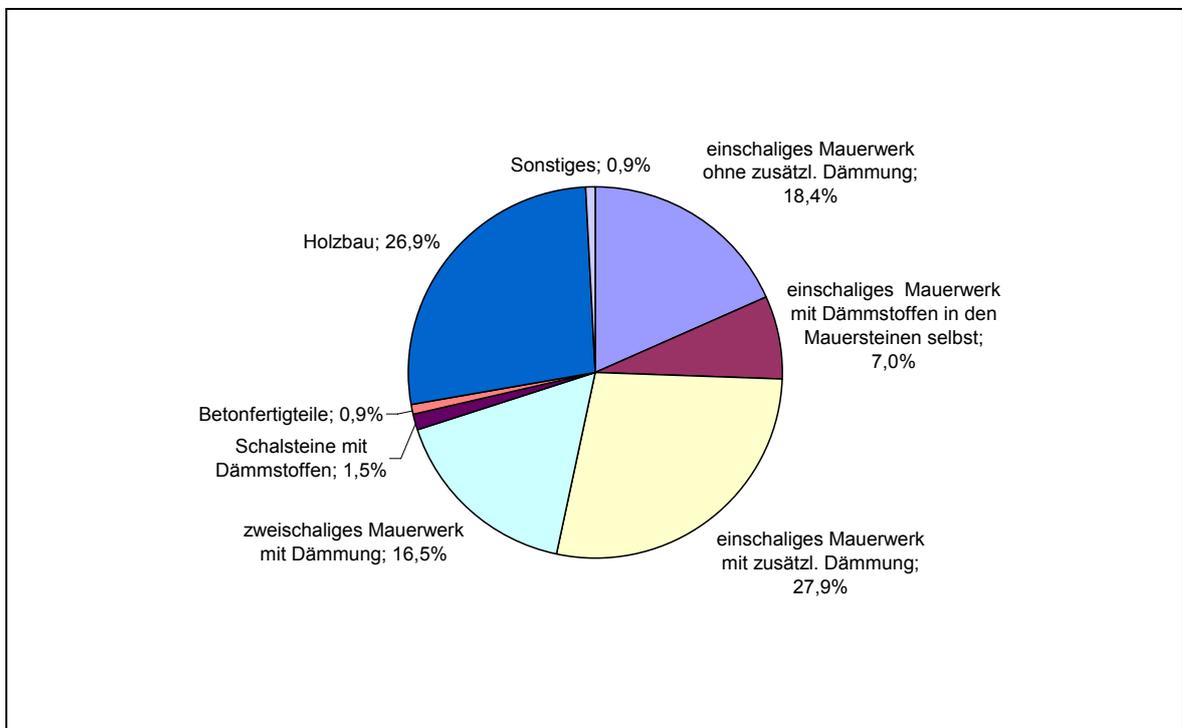


Abbildung 22 Ökologisch / Energieeffizient Bauen 2006 - 2010: Anteile verschiedener Bauweisen der Außenwand

In Tabelle 39 sind auf die geförderten Gebäude 2006 – 2010 hochgerechnete Mittelwerte der Dämmstoffdicken und der Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) dargestellt⁵⁸. Neben den häufigeren Außenwandtypen sind dabei auch Dach, Obergeschossdecke und Fußboden (bzw. Kellerdecke) berücksichtigt.

Die mittleren Dämmstoffdicken liegen für Außenwand, Dach und Obergeschossdecke im Bereich von ungefähr 20 cm (18 – 22 cm), im Fall des Erdgeschossfußbodens bei etwa 14 cm. Die mittleren U-Werte der betrachteten Bauteile liegen zwischen 0,16 und 0,26 W/m²K. Beim Vergleich der verschiedenen Wandtypen liegt das einschalige Mauerwerk ohne zusätzliche Dämmung erwartungsgemäß bei den höchsten U-Werten, auch hier wird aber mit 0,26 W/m²K ein für diese Bauweise vergleichsweise niedriger Mittelwert erreicht.

| 2006-2010 | Dämmdicke in cm | U-Werte in W/m ² K |
|--|--------------------|----------------------------------|
| Einschaliges Mauerwerk ohne zusätzl. Dämmung | - | 0,26 |
| einschaliges Mauerwerk mit zusätzl. Dämmung | 16,3 | 0,19 |
| zweischaliges Mauerwerk mit Dämmung | 14,2 | 0,20 |
| Holzbau mit Dämmung | 23,3 | 0,15 |
| Außenwand mit Dämmung gesamt* | 18,5 | 0,18 |
| Außenwand gesamt** | - | 0,20 |
| Dach | 21,5 | 0,17 |
| Obergeschossdecke | 18,9 | 0,16 |
| Fußboden / Kellerdecke | 14,5 | 0,26 |

* gewichtetes Mittel der drei vorgenannten Wandtypen

** gewichtetes Mittel aller Wandtypen

Tabelle 39 Ökologisch / Energieeffizient Bauen 2006 - 2010: Mittelwerte der Dämmstoffdicken und Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) für verschiedene Bauteile.

Die Anteile verschiedener Fenstertypen und die jeweiligen mittleren U-Werte sind in Tabelle 40 dargestellt. Im Fall der 3-Scheiben-Verglasung wird der Fall mit hochdämmendem Fensterrahmen („Passivhausfenster“) gesondert unterschieden⁵⁹. Über alle Fenster gemittelt beträgt der erreichte U-Wert wenig mehr als 1,0 W/m²K.

⁵⁸ Aus der Dämmstoffdicke lässt sich wegen unterschiedlicher Bauweisen nicht direkt auf den U-Wert schließen. Zum Beispiel weisen hier die Dächer wegen der durch die Sparren gebildeten Wärmebrücken trotz etwas höheren mittleren Dämmstoffdicke einen etwas ungünstigere U-Wert auf als die Obergeschossdecken. Im Übrigen sind die Kennwerte wegen statistischer Unsicherheiten ohnehin zumeist nicht auf die letzte Stelle genau.

⁵⁹ Auffällig ist dabei der geringe Abstand zwischen den U-Werten. Neben statistischen Unsicherheiten ist hier zusätzlich einschränkend zu beachten, dass die Entscheidung zwischen dem Fenster mit hochgedämmtem Rahmen und dem „konventionellen“ 3-Scheiben-Fenster nicht unbedingt in jedem Fall für die Befragten Bauherren eindeutig zu treffen war.

| 2006-2010 | Anteile | U-Werte in W/m ² K |
|---|---------|----------------------------------|
| Fenster mit 2-Scheiben-Verglasung | 35,9% | 1,20 |
| Fenster mit 3-Scheiben-Verglasung | 51,1% | 0,94 |
| Fenster mit 3-S.-Vgl. u. hochdämmendem Rahmen | 13,0% | 0,85 |
| alle Fenster | 100% | 1,02 |

Tabelle 40 **Ökologisch / Energieeffizient Bauen 2006 - 2010: Anteile verschiedener Fenstertypen und mittlere U-Werte der Fenster**

Eine übergreifende Kenngröße für den Wärmeschutz der gesamten Gebäudehülle ist der in der Energieeinsparverordnung (EnEV) verwendete spezifische Transmissionswärmeverlust H_T' . Hier handelt es sich grob gesprochen um einen mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten bzw. U-Wert der Gebäudehülle, bei dem zusätzlich die Wärmebrückeneffekte berücksichtigt sind. Der Mittelwert der geförderten Gebäude liegt über den gesamten Zeitraum 2006 – 2010 betrachtet bei etwa $H_T' = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$. Der jeweilige EnEV-Grenzwert wird dabei im Mittel um 40 % unterschritten.

II.4.2 Wärmeversorgung (2006 – 2010)

Bei 89,2 % der geförderten Neubauten liegt eine Zentralheizung vor. Die weiteren Beheizungsarten spielen, wie Tabelle 41 zeigt, eine untergeordnete Rolle. Aufgrund der etwas unterschiedlichen Beheizungsstrukturen von Ein- und Mehrfamilienhäusern erreicht die Fernwärmeversorgung bei Bezugnahme auf die Wohnungszahlen einen Anteil von fast 16 %.

| | Gebäude | Wohnungen |
|------------------------|---------|-----------|
| Fernwärme | 5,7% | 15,7% |
| Blockheizung | 2,1% | 4,9% |
| Zentralheizung | 89,2% | 77,4% |
| wohnungswise Beheizung | 1,7% | 1,2% |
| Einzelraumheizung | 1,1% | 0,6% |

Tabelle 41 **Ökologisch / Energieeffizient Bauen 2006 - 2010: Zentralisierungsgrad der Wärmeversorgung, Prozentwerte auf die Gebäudezahl (links) bzw. Wohnungszahl (rechts) bezogen⁶⁰**

In Abbildung 23 sind die Anteile der verwendeten Energieträger dargestellt.

⁶⁰ Bei der Blockheizung (2. Zeile) handelt es sich um die gemeinsame Versorgung mehrerer Gebäude, die zu einer Häuserzeile oder einem Häuserblock gehören.

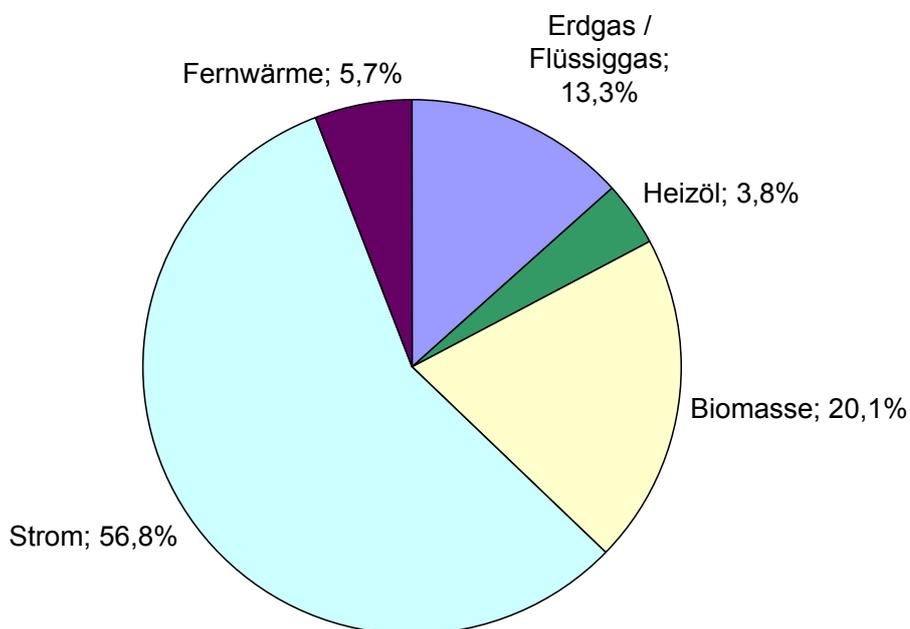


Abbildung 23 Ökologisch / Energieeffizient Bauen 2006 - 2010: Überwiegende verwendeter Energieträger der Beheizung (bezogen auf die Gebäudezahl)

Es ist zu erkennen, dass mit fast 57 % deutlich mehr als die Hälfte der geförderten Gebäude hauptsächlich den Energieträger Strom zur Beheizung verwendet. Dabei handelt es sich fast ausschließlich (bei mehr als 99 % der Gebäude) um elektrische Wärmepumpen. Neben dem Strom spielen auch Biomasse (20 %) und Erdgas (13 %) eine relevante Rolle. Fernwärme (6 %) und Heizöl (4 %) wurden nur selten eingesetzt.

Die Gewichte stellen sich etwas verschoben dar, wenn man die Anteile auf die Anzahl der geförderten Wohnungen bezieht (s. Tabelle 42, rechts): Der Stromanteil beträgt immer noch fast 40 %, Erdgas und Biomasse liegen hier mit etwas mehr als 20 % etwa gleichauf und die Fernwärme mit knapp 16 % leicht darunter.

| | Gebäude | Wohnungen |
|---------------------|---------|-----------|
| Erdgas / Flüssiggas | 13,3% | 20,9% |
| Heizöl | 3,8% | 2,4% |
| Biomasse | 20,1% | 20,9% |
| Strom | 56,8% | 39,9% |
| Fernwärme | 5,7% | 15,7% |

Tabelle 42 Ökologisch / Energieeffizient Bauen 2006 - 2010: Verwendete Haupt-Energieträger der Wärmeversorgung bezogen auf die Gebäudezahl (links) bzw. Wohnungszahl (rechts)

Die folgenden Angaben sind in der Regel auf die Gebäudezahl bezogen.

Bei den elektrischen Wärmepumpen wird in 50 % der Fälle Erdreich- bzw. Grundwasser als Wärmequelle verwendet, Außenluftwärmepumpen haben einen Anteil von 41 %. Abluft- bzw. Fortluftwärmepumpen werden in 9 % der Gebäude eingesetzt⁶¹.

Beim Energieträger Biomasse wurden in 60 % der Fälle um Holzpelletfeuerungen und in 38 % der Fälle Scheitholz bzw. Stückholz eingesetzt. Sonstige Formen der Biomasse werden in etwas mehr als 2 % der Fälle genannt.

Im Fall der Verwendung Gas ist das Erdgas mit mehr als 98 % gegenüber dem Flüssiggas stark dominierend. Dabei handelt es sich zu 97 % um Heizkessel, bei 3 % der Gebäude wurden Blockheizkraftwerke bzw. mit Brennstoff betriebene Wärmepumpen angegeben⁶². Im Fall von Erdgaskesseln wurden laut den Angaben der Stichprobe ausschließlich Brennwertkessel eingesetzt.

Auch bei den Ölkesseln dominieren die Brennwertgeräte, die hier in 8 von 9 Fällen von den befragten Fördermittelempfängern genannt wurden.

Der Aufstellungsort des Wärmeerzeugers liegt bei Gebäuden mit Zentralheizung in 56 % der Fälle im beheizten Bereich, also innerhalb der thermischen Gebäudehülle.

In 82 % der geförderten Gebäude erfolgt die Wärmeabgabe über Fußbodenheizungen. Heizkörper stellen in 12 % der Fälle das überwiegende System der Wärmeabgabe dar, Luftheizungen in 5 % der Fälle. Nur in weniger als 1 % der Fälle werden vorwiegend Öfen oder Raumheizgeräte verwendet⁶³.

Allerdings werden Öfen bzw. Kamine häufig als ergänzende Heizsysteme eingesetzt: Dies trifft fast auf die Hälfte (47 %) der geförderten Gebäude zu.

Die Warmwasserbereitung erfolgt in mehr als 95 % der Gebäude in Kombination mit dem Heizsystem⁶⁴.

In fast der Hälfte der Gebäude (48,2 %) werden Solaranlagen eingesetzt. Aus Abbildung 24 lässt sich ableiten, dass solarthermische Anlagen auf 42,3 % der Gebäude und Photovoltaikanlagen auf 11,6 % der Gebäude installiert wurden. Darunter befinden sich jeweils 5,7 %, in denen beide Anlagentypen gleichzeitig vorhanden sind.

⁶¹ Bei diesen handelt es sich in ca. 70 % der Fälle um sogenannte „Passivhaus-Kompaktgeräte“.

⁶² Da hier Mehrfamilienhäuser dominierend vertreten waren, erhöht sich dieser Anteil bei Betrachtung der Wohnungszahlen auf ca. 17 %. Allerdings handelt es sich insgesamt um nur 5 Fälle in der Stichprobe, in denen das Blockheizkraftwerk bzw. die brennstoffbetriebene Wärmepumpen genannt wurden, so dass diese Prozentwerte mit besonderen Unsicherheiten behaftet sind.

⁶³ Bezogen auf die Wohnungsanzahl liegt der Anteil der Fußbodenheizungen bei 68 %. Den Heizkörpern kommt hier ein Anteil von 28 %, Luftheizungen ein Anteil von 3 % zu.

⁶⁴ Für die restlichen knapp 5 % der Gebäude mit separater Warmwasserbereitung wurden in 16 Fragebögen nähere Angaben gemacht: Hier gab es 7 Gebäude mit Kellerluftwärmepumpe, 5 Gebäude mit direktelektrischer Warmwasserbereitung (Durchlauferhitzer oder Kleinspeicher) und 4 Gebäude mit brennstoffbeheizten Speichern.

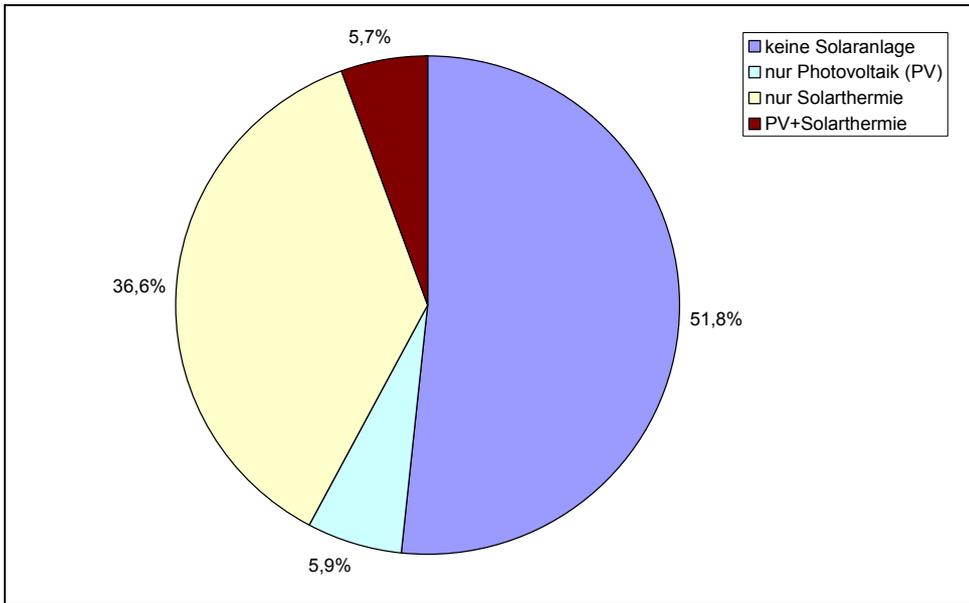


Abbildung 24 Ökologisch / Energieeffizient Bauen 2006 - 2010: Einsatz von Solaranlagen (Photovoltaikanlagen und / oder solarthermische Anlagen)

Speziell für die solarthermischen Anlagen zeigt Abbildung 25 eine Aufteilung nach Systemen mit bzw. ohne Heizungsunterstützung.

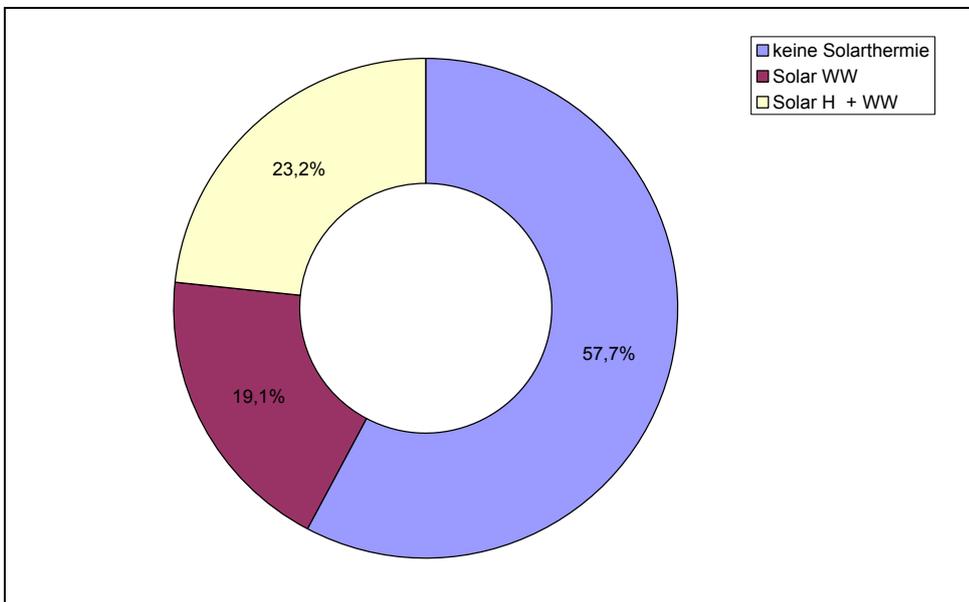


Abbildung 25 Ökologisch / Energieeffizient Bauen 2006 - 2010: Einsatz von solarthermischen Anlagen zur Warmwasserbereitung (Solar WW) bzw. zur kombinierten Heizungsunterstützung und Warmwasserbereitung (Solar H + WW)

Der Anteil der Systeme mit Heizungsunterstützung überwiegt hier mit 23,2 % gegenüber 19,2 %, bei denen die Anlagen nur zur Warmwasserbereitung dienen.

Mechanische Lüftungsanlagen wurden in mehr als der Hälfte (51,9 %) der Gebäude installiert. Abbildung 26 zeigt, dass es sich hier zumeist um Anlagen mit Wärmerückgewinnung handelt. Wenn Lüftungsanlagen eingesetzt werden, so sind in der Regel (in 96 % der Fälle) alle Wohnungen des Gebäudes mit einem solchen System ausgestattet (in weiteren 3 % die Hälfte der Wohnungen oder mehr, in 1 % der Fälle weniger als die Hälfte der Wohnungen).

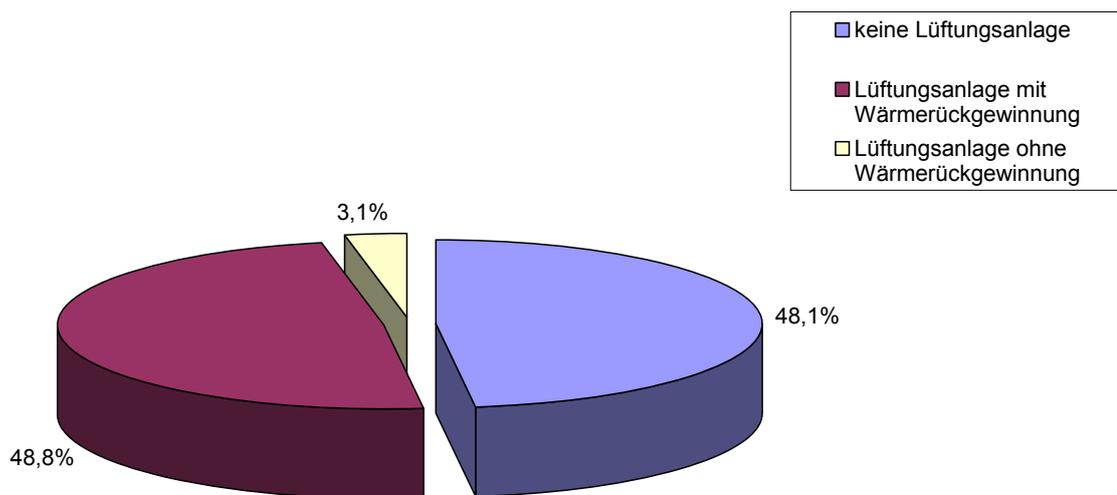


Abbildung 26 Ökologisch / Energieeffizient Bauen 2006 - 2010: Einsatz von Lüftungsanlagen mit bzw. ohne Wärmerückgewinnung

Anlagen zur Kühlung bzw. Klimatisierung finden sich in etwa 7 % der Gebäude. Dabei handelt es sich ganz überwiegend um Fälle, in denen gleichzeitig Wärmepumpen zur Heizung eingesetzt werden⁶⁵.

II.4.3 Vergleich verschiedener Gebäudestandards

In diesem Abschnitt werden Ergebnisse zum Wärmeschutz und zur Wärmeversorgung unterschiedlicher Gebäudestandards dokumentiert. Die Darstellungen beschränken sich auf die vier Gruppen Energiesparhaus 60, Energiesparhaus 40 / Passivhaus, Energieeffizienzhaus 70 (EnEV 2009) und Energieeffizienzhaus 55 / 40 (EnEV 2009). Die ersten drei

⁶⁵ Dies trifft auf 34 von 36 Fällen zu, in denen Systeme zur Kühlung genannt wurden.

Gruppen wurden ausgewählt, da hier Stichprobenzahlen über 100 vorlagen, so dass eine separate Auswertung, wenn auch mit Unsicherheiten behaftet, durchführbar erschien. In der letzten Gruppe (EffH 40/55 EnEV 2009) lagen nur 44 Fälle vor, so dass die Einzelergebnisse hier besonders unsicher sind. Der Fall wurde trotzdem betrachtet, um erste Eindrücke von diesen neuen und besonders weitgehenden Qualitätsniveaus zu erhalten. Mehr Sicherheit über die durchgeführten Maßnahmen werden hier die Auswertungen der folgenden Jahre bringen müssen.

Die verschiedenen Standards stehen insofern in Relation zueinander, als die ersten beiden (Energiesparhaus 60 und 40) jeweils ältere⁶⁶ und die beiden letzten (Effizienzhaus 70 bzw. 55 / 40 auf Basis EnEV 2009) aktuelle Förderstandards darstellen. Außerdem stehen der erste und dritte Standard (Energiesparhaus 60 und Effizienzhaus 70 EnEV 2009) für jeweils weniger weitgehende und die beiden anderen (Energiesparhaus 40 / Passivhaus und Effizienzhaus 55 / 40) für die jeweils am weitesten gehenden Qualitätsniveaus.

Tabelle 43 enthält Angaben zur Bauweise und zum Wärmeschutz der Gebäudehülle. Drei-Scheiben-Verglasungen sind bei neueren Gebäuden (EffH 70_09 und EffH 55/40_09) deutlich dominierend. Passivhausfenster weisen bei den jeweils weitergehenden Standards ESH 40/PH und EffH 55/40_09 Anteile von rund einem Drittel auf⁶⁷.

| | Energiesparhaus 60 | Energiesparhaus 40 / Passivhaus | Effizienzhaus 70 EnEV 2009 | Effizienzhaus 55 / 40 EnEV 2009 |
|--|--------------------|---------------------------------|----------------------------|---------------------------------|
| Abkürzung | ESH 60 | ESH 40/PH | EffH 70_09 | EffH 40/55_09 |
| Anzahl in Stichprobe | 101 | 102 | 204 | 44 |
| Fenstertyp | | | | |
| Fenster mit 2-Scheiben-Verglasung | 67% | 22% | 15% | 4% |
| Fenster mit 3-Scheiben-Verglasung | 28% | 46% | 74% | 64% |
| Fenster mit 3-S.-Vgl. u. hochdämmendem Rahmen | 4% | 32% | 11% | 33% |
| Durchschnittliche U-Werte in W/m²K | | | | |
| Außenwand | 0,23 | 0,17 | 0,19 | 0,14 |
| Dach / Obergeschossdecke | 0,18 | 0,16 | 0,18 | 0,13 |
| Erdgeschossfußboden / Kellerdecke | 0,30 | 0,21 | 0,25 | 0,18 |
| Fenster | 1,17 | 0,93 | 0,95 | 0,83 |
| spezifischer Transmissionswärmeverlust H_T' (Kennwert für Gesamt-Wärmeverlust der Gebäudehülle) | | | | |
| erreichter Wert für H _T ' in W/m²K | 0,33 | 0,26 | 0,30 | 0,23 |
| Unterschreitung des Grenzwerts von H _T ' nach jeweils gültiger EnEV | 38% | 51% | 30% | 45% |

Tabelle 43 Ökologisch / Energieeffizient Bauen: Vergleich des Wärmeschutzes der Gebäudehülle für verschiedene Neubaustandards

Die U-Werte der Einzelbauteile und der spezifische Transmissionswärmeverlust H_T' (als Maß für den Wärmeschutz der gesamten Gebäudehülle) liegen bei den weitergehenden Standards ESH 40/PH und EffH 55/40_09 jeweils deutlich niedriger (bei 0,26 bzw. 0,23) als bei dem ESH 60 und dem EffH 70_09 (0,33 bzw. 0,3 W/m²K).

⁶⁶ Eine Ausnahme bilden die bei den Energiesparhäusern 40 mit berücksichtigten Passivhäuser, die auch aktuell noch gefördert werden. Der Anteil der Energiesparhäuser 40 ist in dieser Gruppe aber mit etwa 80 % der Förderfälle dominierend.

⁶⁷ Die vorläufigen Ergebnisse für das Effizienzhaus 55/40 sind hier aber wie gesagt mit Vorsicht zu interpretieren: Ein Anteil von 2 % entspricht hier einem einzigen Fall in der Stichprobe. Auch niedrige Prozentwerte oder niedrige Differenzwerte in den anderen Spalten sind nur begrenzt aussagekräftig.

Im Vergleich zur jeweils gültigen Nebenanforderung der EnEV⁶⁸ wird beim Transmissionswärmeverlust eine Reduktion zwischen 30 % und 51 % erreicht. Die Werte liegen für die neueren Standards, die sich auf die verschärfte EnEV 2009 beziehen, mit 30 % bzw. 45 % tendenziell etwas niedriger als bei den älteren Energiesparhäusern 60 und 40 mit 38 % bzw. 51 %.

Die Unterschiede in der Wärmeversorgungsstruktur sind in Tabelle 44 dargestellt. Im Fall der Energieträger ist von älteren zu jüngeren Förderfällen hin tendenziell eine Abnahme beim Biomasseanteil und eine Zunahme beim Stromanteil (d. h. beim Einsatz elektrischer Wärmepumpen) zu erkennen⁶⁹. Besonders auffallend ist der hohe Stromanteil von über 80 % im Bereich EffH 55/40_09. Dieser Wert ist wie erwähnt noch als sehr vorläufiges Ergebnis zu sehen. Interessant ist hier aber, dass er mit einem hohen Anteil von Photovoltaikanlagen bei den errichteten Gebäuden einhergeht. In diesen Fällen konnte offenbar die mit der EnEV 2009 eingeführte Möglichkeit genutzt werden, den mit erneuerbaren Energien am Gebäude erzeugten Strom teilweise in der Energiebilanz für die Gebäude-Wärmeversorgung zu berücksichtigen.

Im Fall der solarthermischen Anlagen sind die Anteile bei allen betrachteten Standards in einer ähnlichen Größenordnung, wobei für das ESH 40/PH mit 50 % ein leichter Vorsprung gegenüber den anderen Fällen mit rund 40 % besteht, der aber nicht sehr deutlich ist.

Bei den Lüftungsanlagen sind im Fall der weitergehenden Standards ESH 40/PH und EffH 55/40_09 hohe Anteile über 70 % zu verzeichnen.

| | Energiesparhaus 60 | Energiesparhaus 40 / Passivhaus | Effizienzhaus 70 EnEV 2009 | Effizienzhaus 55 / 40 EnEV 2009 |
|------------------------------------|--------------------|---------------------------------|----------------------------|---------------------------------|
| Abkürzung | ESH 60 | ESH 40/PH | EffH 70_09 | EffH 40/55_09 |
| Anzahl in Stichprobe | 101 | 102 | 204 | 44 |
| Anteile Haupt-Energieträger | | | | |
| Erdgas/Flüssiggas | 14% | 7% | 20% | 5% |
| Heizöl | 5% | 0% | 2% | 0% |
| Biomasse | 21% | 32% | 14% | 8% |
| Strom | 54% | 52% | 59% | 83% |
| Fernwärme | 5% | 9% | 5% | 4% |
| Anteile Solaranlagen | | | | |
| Photovoltaik | 11% | 17% | 7% | 49% |
| Solarthermie | 37% | 50% | 39% | 41% |
| Anteile Lüftungsanlagen | | | | |
| mit Lüftungsanlage | 39% | 72% | 56% | 79% |

Tabelle 44 Ökologisch / Energieeffizient Bauen: Vergleich der Wärmeversorgungsstruktur verschiedener Neubaustandards

⁶⁸ Die EnEV-Vorgabe für den Primärenergiebedarf Q_p wird häufig als „Hauptanforderung“, die auf H_T bezogene Vorgabe für den Wärmeschutz als „Nebenanforderung“ der EnEV bezeichnet.

⁶⁹ Die Null-Prozent-Anteile beim Heizöl sind in erster Linie auf die geringen Fallzahlen der Stichprobe zurückzuführen: Geringe Prozentwerte dieses Energieträgers liegen wahrscheinlich auch bei den von der KfW geförderten ESH40/PH und EffH 40/55_09 vor.

II.5 Heizkosteneinsparungen in der Nutzungsdauer der geförderten Investitionen

II.5.1 Aufgabe, Methode und Annahmen

Gegenstand dieses Kapitels ist die Abschätzung der Heizkosteneinsparung, die durch das Förderprogramm „Energieeffizient Bauen“ im Zeitraum der durchschnittlichen Nutzungsdauer der geförderten Investition zu erwarten ist. Da es sich bei den Investitionen um Neubauten handelt, die einen Effizienzstandard aufweisen, der höher ist als der Standard der jeweils gültigen Energieeinsparverordnung (EnEV), wird diese Differenz zwischen EnEV-Standard und dem tatsächlich erreichten Standard zu Grunde gelegt (siehe Kapitel II.2).

Auch hier werden vereinfachend die reinen Brennstoffkosten-Einsparungen für den Hauptenergieträger inklusiv von Betriebsstrom abgeschätzt. Der Begriff der „Heizkosten“ wird hier in diesem eingeschränkten Sinne verwendet.

Die Heizkosteneinsparung wird durch unterschiedliche Maßnahmen bewirkt, die sich von den üblichen Gegebenheiten eines nach der EnEV erbauten Gebäudes unterscheiden. Dieses kann eine höhere Wärmedämmung, der Einsatz anderer Heizungstechnologien oder auch der Einbau von Solaranlagen zur Warmwassererwärmung sein. Alle diese Technologien, weisen unterschiedliche Nutzungsdauern auf. Wie in Kapitel I.5 wird auch hier eine mittlere Nutzungsdauer von 30 Jahren angesetzt.

Als Basis der Abschätzung werden die Summen der Endenergieeinsparungen herangezogen, die in Kapitel II.3.2 analysiert wurden (s. Tabelle 32).

Bei der Ermittlung der Energiepreisentwicklung wird genauso verfahren wie bei der Auswertung des Programms „Energieeffizient Sanieren“ in Kapitel I.5.1 beschrieben. Die Ergebnisse für die geschätzten realen und nominalen Energiepreise, die hier auch Werte für 2007 bis 2009 enthalten, sind in den folgenden zwei Tabellen dargestellt (fett hervorgehobene Werte sind bekannte Werte, alle anderen Werte bauen auf dem letzten bekannten Wert auf). Die Werte für die Preissteigerungsraten können Tabelle 15 in Kapitel I.5.1 entnommen werden.

| Energie-träger | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 | 2035 | 2040 | 2045 |
|-----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Erdgas / Flüssiggas | 65,1 | 71,0 | 69,8 | 63,6 | 64,0 | 64,3 | 67,0 | 69,7 | 72,8 | 76,0 | 78,6 |
| Heizöl | 58,6 | 77,1 | 53,5 | 65,5 | 67,2 | 69,0 | 75,3 | 82,1 | 89,0 | 96,6 | 104,1 |
| Biomasse | 40,6 | 38,6 | 45,1 | 45,9 | 46,1 | 46,4 | 48,3 | 50,3 | 52,5 | 54,8 | 56,7 |
| Strom | 201,5 | 214,3 | 227,2 | 234,2 | 235,4 | 236,7 | 239,4 | 242,1 | 243,7 | 245,4 | 241,5 |
| Fern-wärme | 73,8 | 78,2 | 82,6 | 77,0 | 77,4 | 77,9 | 81,1 | 84,4 | 88,1 | 91,9 | 95,1 |

Quelle: BEI auf Basis von [EWI/gws/Prognos 2010], [BMWi 2011] und [Pelletinstitut 2011]

Tabelle 45 Geschätzte reale Energiepreise der Verbraucher in Euro pro MWh (inkl. MwSt.) 2008-2045

| Energieträger | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 | 2035 | 2040 | 2045 |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Erdgas / Flüssiggas | 65,1 | 71,0 | 69,8 | 63,6 | 69,1 | 75,1 | 84,5 | 95,0 | 107,2 | 120,9 | 135,1 |
| Heizöl | 58,6 | 77,1 | 53,5 | 65,5 | 72,7 | 80,6 | 94,9 | 111,8 | 131,1 | 153,7 | 179,0 |
| Biomasse | 40,6 | 38,6 | 45,1 | 45,9 | 49,8 | 54,2 | 60,9 | 68,5 | 77,3 | 87,1 | 97,4 |
| Strom | 201,5 | 214,3 | 227,2 | 234,2 | 254,4 | 276,3 | 301,9 | 330,0 | 358,9 | 390,4 | 415,2 |
| Fernwärme | 73,8 | 78,2 | 82,6 | 77,0 | 83,6 | 90,9 | 102,2 | 115,0 | 129,7 | 146,3 | 163,5 |

Quelle: BEI auf Basis von [EWI/gws/Prognos 2010], [BMWi 2011] und [Pelletinstitut 2011]

Tabelle 46 Geschätzte nominale Energiepreise der Verbraucher in Euro pro MWh (inkl. MwSt.) 2008-2045

Auch hier erfolgt die weitere Betrachtung der eingesparten Heizkosten ausschließlich in realen Größen.

II.5.2 Jährliche Heizkosteneinsparung pro Förderjahr

Die Multiplikation der eingesparten Energiemengen mit den Verbraucherpreisen der einzelnen Energieträger ergibt die Einschätzung über die Summe der Heizkostensparnis der Förderfälle für jedes Förderjahr. Die Tabelle 47 zeigt die so ermittelten Ersparnisse, die durch das Förderprogramm "Energieeffizient Bauen", in dem Jahr, welches dem jeweiligen Förderjahr folgt, erzielt wurden.

| Energieträger | Jahr der Förderung und Jahr der dargestellten Heizkostensparnis | | | | |
|---------------------|---|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | 2006 → 2007 | 2007 → 2008 | 2008 → 2009 | 2009 → 2010 | 2010 → 2011 |
| | [1000 €] | [1000 €] | [1000 €] | [1000 €] | [1000 €] |
| Erdgas / Flüssiggas | 4.053 | 4.017 | 3.798 | 3.196 | 3.534 |
| Heizöl | 593 | 695 | 397 | 1.807 | 767 |
| Biomasse | 3.151 | 2.671 | 3.391 | 4.903 | 3.802 |
| Strom | 16.386 | 15.409 | 17.012 | 27.300 | 26.074 |
| Fernwärme | 1.539 | 1.580 | 2.069 | 2.772 | 2.057 |
| Summe | 25.720 | 24.372 | 26.666 | 39.977 | 36.233 |

Tabelle 47 Heizkostensparnis für das dem Förderjahr folgende Jahr, nach Förderjahr und Energieträger

II.5.3 Kosteneinsparung der kumulierten Heizenergieeinsparungen der Förderjahre 2006 bis 2010

Dadurch, dass jedes Jahr viele neue Förderfälle dazukommen, steigt der Wert der mit den Förderfällen verbundenen Heizkostensparnis ebenfalls von Jahr zu Jahr. Die geschätzte Entwicklung der Heizkostensparnis der Förderfälle der Jahre 2006 bis 2010 ist in der nachfolgenden Tabelle 48 dargestellt. Dabei wird davon ausgegangen, dass der Einsparereffekt jeweils erst im Folgejahr eintritt. Die zugrunde liegenden Energiekosten, sind aus Tabelle 45 entnommen, sind also veröffentlichte Werte für die Jahre bis 2010 und vorläufige, geschätzte Werte für das Jahr 2011.

| Jahr der Einsparung | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 |
|-----------------------------------|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------|
| Kumulierte Förderfälle der Jahre: | 2006 | 2006 und 2007 | 2006 bis 2008 | 2006 bis 2009 | 2006 bis 2010 |
| | [1000 €] | [1000 €] | [1000 €] | [1000 €] | [1000 €] |
| Erdgas / Flüssiggas | 4.053 | 8.437 | 12.092 | 14.214 | 17.765 |
| Heizöl | 593 | 1.475 | 1.419 | 3.545 | 4.331 |
| Biomasse | 3.151 | 5.663 | 10.018 | 15.079 | 18.898 |
| Strom | 16.386 | 32.836 | 51.824 | 80.721 | 106.879 |
| Fernwärme | 1.539 | 3.211 | 5.461 | 7.859 | 9.925 |
| Summe | 25.720 | 51.622 | 80.814 | 121.418 | 157.797 |

Tabelle 48 Kosteneinsparung der kumulierten Heizenergieeinsparung der Förderfälle von 2006 bis 2010

Die Förderfälle aus den Jahren 2006 bis 2010 werden im Jahr 2011 voraussichtlich zu einer Heizkostensparnis von rund 158 Mio. Euro führen.

Unter Einschluss der Heizkostensparnisse der Vorjahre werden die Förderfälle der Jahre 2006 bis 2010 am Ende des Jahres 2011 bereits eine kumulierte Heizkostensparnis von fast 437 Mio. Euro erzielt haben.

Bei insgesamt rund 301.000 Wohneinheiten, die mit Hilfe der Förderprogramme in den Jahren 2006 bis 2010 mit einem überdurchschnittlich hohen Energieeffizienzstandard neu gebaut wurden, lässt sich daraus für das Jahr 2011 eine Heizkostensparnis von durchschnittlich rund 525 € pro Wohneinheit errechnen. Das entspricht einer monatlichen Kostenentlastung von rund 44 € je Eigentümer- oder Mieterhaushalt.

II.5.4 Heizkosteneinsparung über die gesamte durchschnittliche Nutzungsdauer der Investition

Da für das Förderprogramm „Energieeffizient Bauen“ die Ergebnisse der fünf Förderjahre 2006 bis 2010 dargestellt werden und die Investition annahmegemäß auch in den jeweiligen Förderjahren getätigt wurden, muss für die Diskontierung für jedes Förderjahr der Diskontierungsfaktor ermittelt werden.

Der Jahresdurchschnitt des Zinssatzes von langlaufenden Staatsanleihen in den fünf zu betrachtenden Förderjahren ist in der folgenden Tabelle 49 dargestellt. Auch hier wird dieser Zinssatz um den Wert der durchschnittlichen Inflation reduziert. Der resultierende Diskontierungsfaktor ist in derselben Tabelle zu finden.

| Förderjahr | Zinssatz | Durchschnittliche Inflation der Jahre 2001 bis 2010 | Diskontierungsfaktor |
|------------|----------|---|----------------------|
| 2006 | 4,01 % | 1,56 % | 2,45 % |
| 2007 | 4,45 % | 1,56 % | 2,89 % |
| 2008 | 4,52 % | 1,56 % | 2,96 % |
| 2009 | 4,13 % | 1,56 % | 2,57 % |
| 2010 | 3,43 % | 1,56 % | 1,87 % |

Quelle: BEI auf Basis von [Bundesbank 2011]

Tabelle 49 Diskontierungsfaktoren für die fünf Förderjahre

Um den Effekt dieser Diskontierung darzustellen, wird in der Tabelle 50 am Beispiel des Förderjahres 2010 die Heizkostensparnis (realer Wert) mit der diskontierten Heizkostensparnis (Barwert) für verschiedene Jahre und für die gesamte technische Lebensdauer gegenübergestellt:

| Jahr / Zeitraum | Realer Wert | Barwert |
|--------------------------|------------------|---------------------------|
| | [1000] | [1000 € ₂₀₁₀] |
| 2011 | 36.233 | 35.568 |
| 2015 | 36.402 | 33.179 |
| 2020 | 36.615 | 30.418 |
| 2025 | 37.377 | 28.301 |
| 2030 | 38.164 | 26.338 |
| 2035 | 38.878 | 24.455 |
| 2040 | 39.620 | 22.715 |
| Summe 2011 - 2040 | 1.128.381 | 853.543 |

Tabelle 50 Heizkosteneinsparung der Förderfälle des Jahres 2010, real und nach Diskontierung

Auch hier zeigt sich, dass mit länger werdendem Betrachtungszeitraum die Differenz des Barwertes zum realen Wert steigt und im Jahr 2040 der Barwert nur noch etwa die Hälfte des realen Wertes beträgt.

Die folgende Tabelle 51 zeigt die Summe der Barwerte der Heizkosteneinsparung für alle Förderjahre.

| Förderjahr | Summe der Barwerte der Heizkosteneinsparung | Summe der Barwerte der Heizkosteneinsparung |
|--------------|---|---|
| | [1000 € _{Förderjahr}] | [1000 € ₂₀₁₀] |
| 2006 | 592.174 | 652.353 |
| 2007 | 523.812 | 570.552 |
| 2008 | 543.921 | 576.569 |
| 2009 | 856.518 | 878.538 |
| 2010 | 853.543 | 853.543 |
| Summe | | 3.531.555 |

Tabelle 51 Summe der Barwerte der Heizkosteneinsparung für alle Förderjahre

Die mittlere Spalte zeigt die Summen der Barwerte der Heizkosteneinsparnis auf der Basis des jeweiligen Förderjahres. Die rechte Spalte zeigt die Summen der Barwerte der Heizkosteneinsparnis auf dem Preisniveau des Jahres 2010, was eine Aufsummierung der Heizkosteneinsparnis aller Förderjahre ermöglicht. Das Ergebnis ist, dass bisher Maßnahmen gefördert wurden, die über die Nutzungsdauer von 30 Jahren mit dem Preisniveau des Jahres 2010 in der Summe zu Heizkosteneinsparnissen von rund 3,5 Mrd. € führen werden.

II.5.5 Zusammenfassung Heizkosteneinsparung

Um die über die durchschnittliche Nutzungsdauer der geförderten Investitionen eintretende Heizkosteneinsparnis zu ermitteln, wurden

1. die durchschnittliche Nutzungsdauer der geförderten Investitionen,
2. die Preisentwicklung der Energiepreise für Verbraucher,
3. der Barwert der Kosteneinsparnis über die geschätzte Nutzungsdauer von 30 Jahren im Jahr der Investition (unter Berücksichtigung der erwarteten Inflation und der auf dem Markt angebotenen „risikolosen“ Verzinsung für Kapitalanlagen)

abgeschätzt. Angesetzt wurden Energiepreise für 2007, 2008, 2009 und 2010 laut [BMWi 2011] und Preissteigerungsraten laut der [EWI/gws/Prognos 2010]-Studie für das BMWi. Aufgrund der hohen Unsicherheit bezüglich zukünftiger Energiepreise handelt es sich um eine sehr grobe Abschätzung.

Die Abschätzung ergab für die Heizkosteneinsparnis einen Betrag von rund 600, 530, 550, 860 und 930 Millionen Euro für die Förderfälle der Jahre 2006, 2007, 2008, 2009 und 2010 im Verlauf einer durchschnittlich 30-jährigen Nutzungsdauer der geförderten Maßnahmen.

II.6 Beschäftigungseffekte und Multiplikatorwirkung

II.6.1 Ziel und Methodik

Die Beschäftigungseffekte in den Programmen „Energieeffizient Bauen“ 2006 bis 2010 werden unter Anwendung derselben Methodik ermittelt, die für das Förderprogramm „Energieeffizient Sanieren“ im Kapitel I.6 angewendet und beschrieben wurde. Dabei gibt es eine Besonderheit zu beachten: Beim Investitionsvolumen handelt es sich um die gesamten Neubaukosten, also nicht nur um Energieeffizienzmaßnahmen. Somit werden auch die Beschäftigungseffekte der gesamten Neubaumaßnahmen geschätzt – eine Identifizierung der durch die verstärkten Energieeffizienz-Investitionen hervorgerufenen Beschäftigungseffekte ist im Rahmen dieser Studie nicht möglich. Auf weitere Erläuterungen der Methodik wird hier verzichtet, um Wiederholungen zu vermeiden.

Auftragsgemäß werden die regionalen Beschäftigungseffekte nur für das Programmjahr 2010 berechnet und dargestellt.

II.6.2 Ergebnisse

II.6.2.1 Beschäftigungseffekte: gesamt, direkt und indirekt

Die KfW-Statistik berichtet für das Förderprogramm „Energieeffizient Bauen“ zwischen 2006 und 2010 ein stark steigendes gefördertes Investitionsvolumen. Während sich das Investitionsvolumen zwischen 2006 mit 7,5 Mrd. Euro und 2008 mit 8,0 Mrd. Euro nur schwach entwickelte, gab es im Jahr 2009 einen Sprung auf rund 10 Mrd. Euro und 2010 noch einen größeren Sprung auf 14,3 Mrd. Euro, über den ganzen Zeitraum also ein Wachstum um rund 90 % (vgl. Tabelle 52). Entsprechend entwickelten sich auch die mit diesen Investitionen verbundenen und in derselben Tabelle dargestellten Beschäftigungseffekte: Die direkten Beschäftigungseffekte stiegen von 79.000 PJ auf 140.000 PJ, die indirekten von 28.000 PJ auf 52.000 PJ und die Gesamtbeschäftigungseffekte von 107.000 PJ auf 192.000 PJ (vgl. auch Abbildung 27).

| | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2006-2010 |
|--|-------------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|
| Investitionen in Mio. Euro (brutto) | 7.475 | 7.434 | 7.995 | 9.890 | 14.287 | 47.080 |
| Beschäftigungseffekte | in Personenjahren | | | | | PJ |
| Gesamteffekt | 107.000 | 103.000 | 109.000 | 135.000 | 192.000 | 646.000 |
| dar. im Mittelstand = KMU | 89.000 | 85.000 | 90.000 | 110.000 | 159.000 | 533.000 |
| KMU-Anteil | 83% | 83% | 83% | 82% | 82% | 83% |
| direkter Beschäftigungseffekt | 79.000 | 76.000 | 80.000 | 97.000 | 140.000 | 472.000 |
| dar. im Mittelstand = KMU | 72.000 | 69.000 | 72.000 | 87.000 | 127.000 | 427.000 |
| KMU-Anteil | 91% | 90% | 90% | 90% | 90% | 90% |
| indirekter Beschäftigungseffekt | 28.000 | 27.000 | 29.000 | 38.000 | 52.000 | 174.000 |
| dar. im Mittelstand = KMU | 17.000 | 16.000 | 18.000 | 23.000 | 32.000 | 106.000 |
| KMU-Anteil | 61% | 62% | 61% | 60% | 61% | 61% |

Tabelle 52: Beschäftigungseffekte der Förderprogramme 2006 bis 2010

Der Beschäftigungseffekt der geförderten Neubauten ist damit im Jahr 2010 mehr als doppelt so groß wie der Effekt der im Programm „Energieeffizient Sanieren“ geförderten Maßnahmen mit 92.500 PJ (vgl. Tabelle 20). Bei diesem Vergleich ist zu beachten, dass es sich im Programm „Energieeffizient Bauen“ bei den Investitionskosten, die dieser Betrachtung zu Grunde gelegt wurden, um die Baukosten von Neubauten handelt, während

im Programm „Energieeffizient Sanieren“ die Investitionskosten der energetischen Gebäudemodernisierung angesetzt wurden.

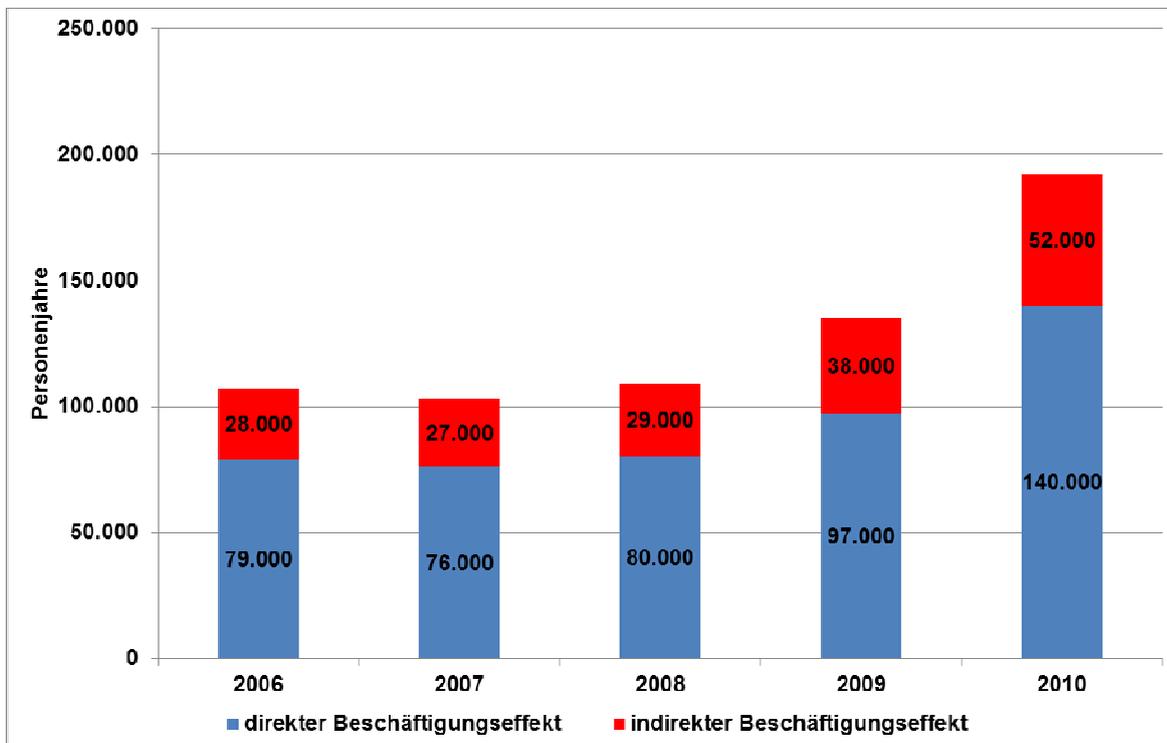


Abbildung 27 Förderjahr 2010: Beschäftigungseffekte in Personenjahren

II.6.2.2 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 2009 (letzte verfügbare Zahlen) 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 fließt. Allerdings liegen uns keine Zusatzinformationen über die Verteilung 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 5.

Die Tabelle 53 zeigt, wie sich die mit dem Förderprogramm „Energieeffizient Bauen“ im Jahr 2010 verbundenen Neubaumaßnahmen auf die Beschäftigung in den Bundesländern ausgewirkt hat.

| Bundesland | Beschäftigung 2010 in PJ | Bundesland | Beschäftigung 2010 in PJ |
|------------------------|-----------------------------|---------------------|-----------------------------|
| Baden-Württemberg | 33.200 | Niedersachsen | 14.700 |
| Bayern | 49.200 | Nordrhein-Westfalen | 32.800 |
| Berlin | 4.600 | Rheinland-Pfalz | 9.100 |
| Brandenburg | 4.300 | Saarland | 1.100 |
| Bremen | 700 | Sachsen | 4.700 |
| Hamburg | 7.900 | Sachsen-Anhalt | 1.700 |
| Hessen | 12.900 | Schleswig-Holstein | 10.700 |
| Mecklenburg-Vorpommern | 2.000 | Thüringen | 2.400 |

Tabelle 53 Gesamtbeschäftigungseffekte nach Bundesländern

II.6.2.3 Beschäftigungseffekte im Mittelstand

Basis für die Schätzung der Beschäftigungseffekte im Mittelstand sind die neuesten Informationen aus dem Bonner Institut für Mittelstandsforschung [IfM 2011]. Die Rechenmethode ist in Kapitel I.6.2.3 und im methodischen Anhang (Anlage 5, Kapitel 3) ausführlich beschrieben. Das Ergebnis ist für die einzelnen Programme 2006 bis 2010 in Tabelle 52 und für die Summe der Programme in Abbildung 28 dargestellt.

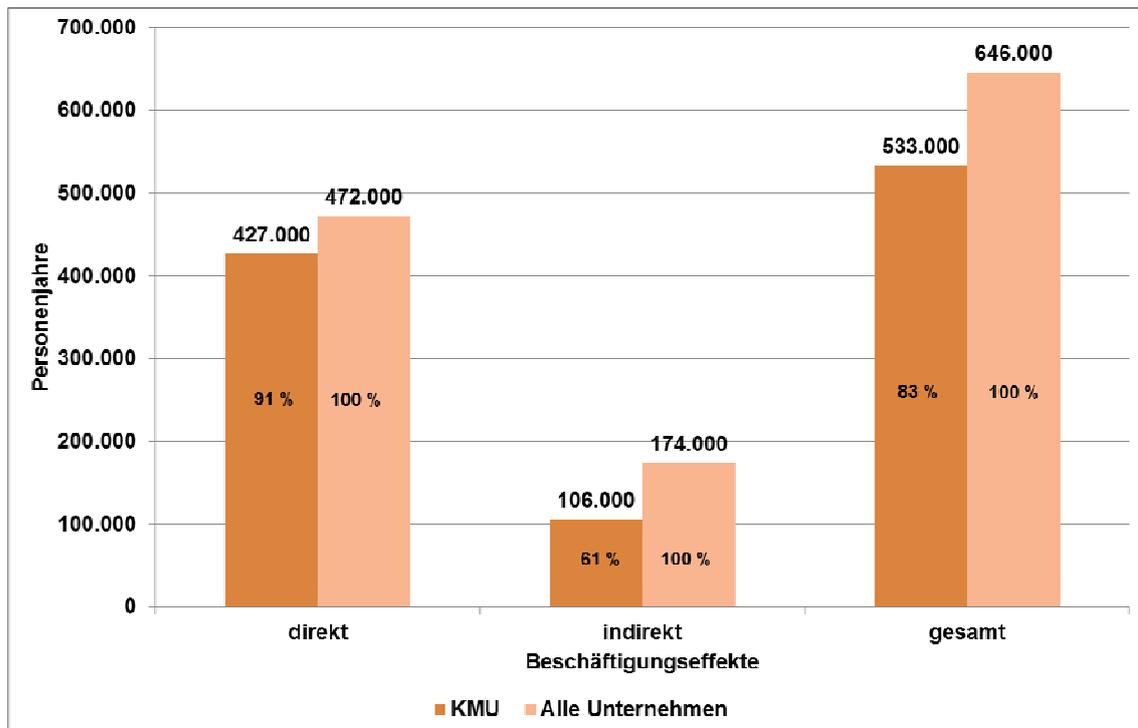


Abbildung 28 Beschäftigungseffekte im Mittelstand

Der Mittelstand hat einen weit überdurchschnittlichen Anteil an den Beschäftigungseffekten, die durch die im Programm „Energieeffizient Bauen“ geförderten Neubauten ausge-

löst werden. Bei den direkten Beschäftigungseffekten in der Baubranche und im Dienstleistungsbereich für Bauplanung und Bauleitung stellen die kleinen und mittleren Unternehmen 91 % der Beschäftigten, das sind 427.000 PJ von insgesamt 472.000 PJ. Beim indirekten Beschäftigungseffekt liegt der Anteil des Mittelstands mit 61 % erheblich niedriger (106.000 PJ von 174.000 PJ). Der Gesamtbeschäftigungseffekt über die 5 Jahrgänge 2006 bis 2010 weist einen KMU-Anteil von 83 % auf, das sind 533.000 PJ von 646.000 PJ. In der Gesamtwirtschaft liegt der Anteil des Mittelstands an allen Erwerbstätigen bei lediglich 63 % (vgl. Anlage 5, Kapitel 3).

II.6.2.4 Aufteilung der Beschäftigungseffekte auf Arbeitnehmer und Selbständige

Der Anteil der Selbständigen und mithelfenden Familienangehörigen liegt in der Gesamtwirtschaft bei rund 11 %, im Baugewerbe dagegen bei rund 20 %. Dementsprechend sind an der Umsetzung der durch das Förderprogramm geförderten Maßnahmen mit einem Umfang von insgesamt 106.000 PJ oder rund 16 % relativ mehr Selbständige und mithelfende Familienangehörige beteiligt, als in der Gesamtwirtschaft vertreten sind. Vgl. dazu die Zahlen in Tabelle 54 sowie die ausführliche Darstellung der Herleitung im Abschnitt 4 der Anlage 5.

| | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2006-2010 |
|--|-------------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|
| Investitionen in Mio. Euro (brutto) | 7.475 | 7.434 | 7.995 | 9.890 | 14.287 | 47.080 |
| Beschäftigungseffekte | in Personenjahren | | | | | PJ |
| Erwerbstätige | 107.000 | 103.000 | 109.000 | 135.000 | 192.000 | 646.000 |
| Arbeitnehmer | 89.000 | 86.000 | 91.000 | 113.000 | 161.000 | 540.000 |
| Arbeitnehmer-Anteil | 83% | 83% | 84% | 84% | 84% | 84% |
| Selbständige u. mithelfende Ang. | 18.000 | 17.000 | 18.000 | 22.000 | 31.000 | 106.000 |
| Selbständigen-Anteil | 17% | 17% | 16% | 16% | 16% | 16% |

Tabelle 54 Aufteilung der Beschäftigungseffekte auf Arbeitnehmer und Selbständige

II.6.2.5 Aufteilung der Beschäftigungseffekte auf Branchen

Wie beim Förderprogramm „Energieeffizient Sanieren“ konzentrieren sich auch beim Programm „Energieeffizient Bauen“ die Beschäftigungseffekte auf die Bauwirtschaft (Anteil 52 % oder 337.000 PJ) und die Unternehmensbezogenen Dienstleistungen, zu denen u.a. die technischen Dienstleistungen der Bauplanung und Bauleitung gehören (Anteil 26 % oder 170.000 PJ). Mit weitem Abstand folgen drei Wirtschaftszweige, die zwischen 3 % und 2 % der Beschäftigungseffekte verbuchen können: Handelsvermittlung/Großhandel mit 16.500 PJ, Herstellung von Keramik/Verarbeitung von Steinen und Erden mit 15.000 PJ und Herstellung von Metallerzeugnissen mit 13.000 PJ. Alle anderen Wirtschaftszweige kommen zusammen auf einen Anteil von 15 % oder 95.000 PJ. Vgl. dazu auch Abbildung 29.

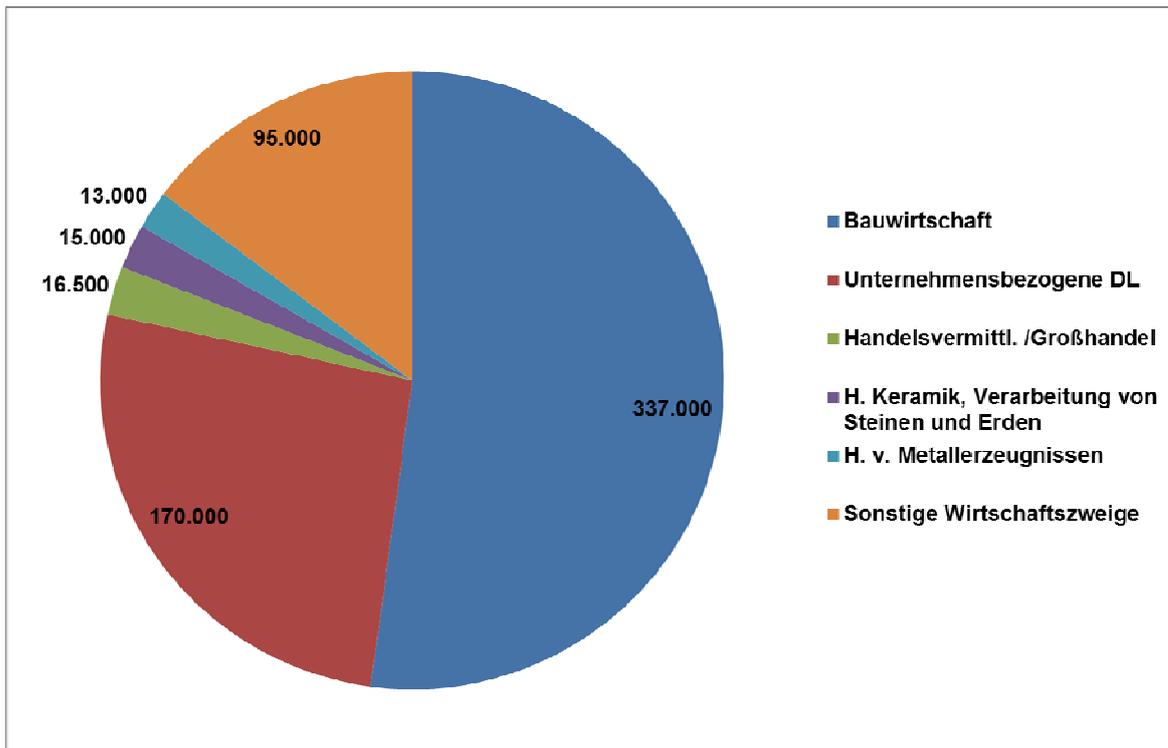
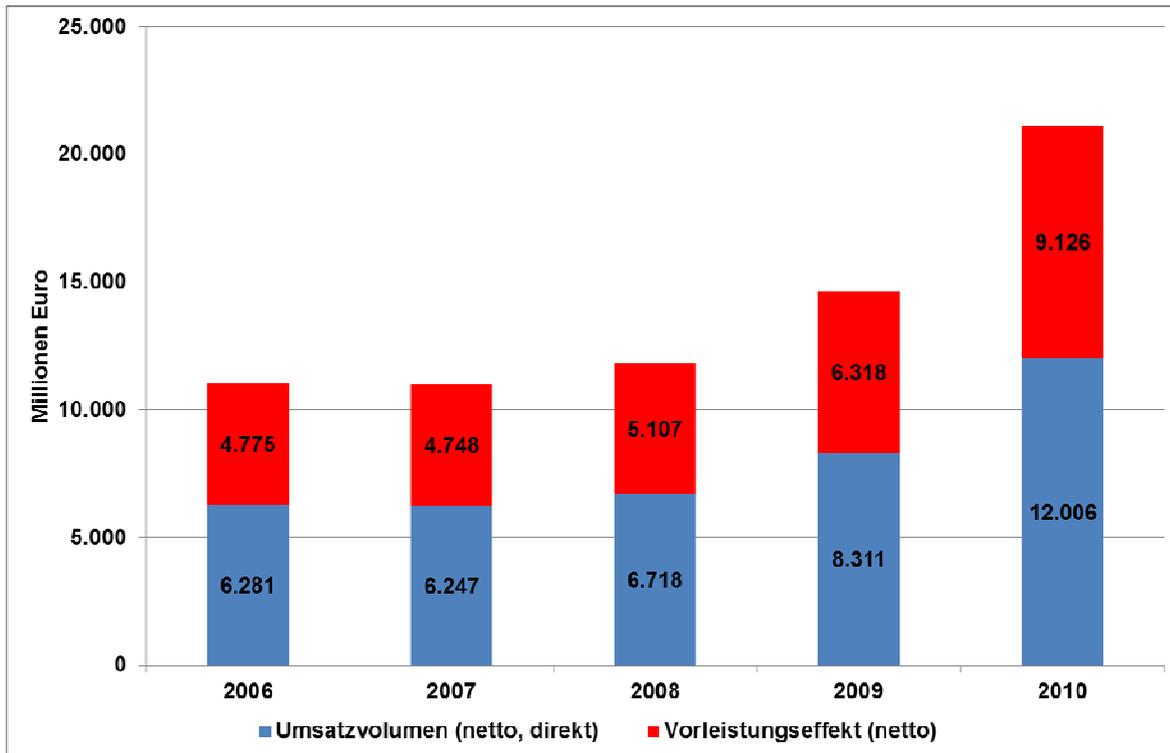


Abbildung 29 Beschäftigungseffekte nach Branchen in Personenjahren

II.6.2.6 Monetäre Multiplikatorwirkung

Das untersuchte Förderprogramm „Energieeffizient Bauen“ weist in den Jahren 2006 bis 2010 insgesamt ein Investitionsvolumen von ca. 47 Mrd. Euro auf. Davon sind rund 7,5 Mrd. Euro in Form von Mehrwertsteuer direkt an den Staat zurückgeflossen, so dass ein Netto-Umsatzeffekt von rund 39,5 Mrd. Euro übrig bleibt. Einschließlich der Vorleistungen (vgl. Anlage 5, Kapitel 6) belaufen sich die ausgelösten Nettoumsätze auf rund 69,5 Mrd. Euro. Auf den ursprünglichen Nettoumsatz wirkt also ein monetärer Multiplikatoreffekt in der Größe von 1,76 ein, so dass außerhalb des Baugewerbes und der Bauplanung/Bauleitung Vorleistungen im Umfang von ca. 30 Mrd. Euro angefordert werden. Geht man überschlägig davon aus, dass 50 % der Nettoumsätze zu Lohn- und Gehaltszahlungen führen und davon 25 % Lohn- bzw. Einkommensteuer gezahlt wird, so ergeben sich aus den geförderten Energiespar-Investitionen weitere Steuereinnahmen des Staates in Höhe von rund 8,7 Mrd. Euro.

Die zeitliche Entwicklung der Umsätze und Vorleistungseffekte ist in Abbildung 30 dargestellt. Von 2006 bis 2008 bewegt sich das Niveau der mit dem Förderprogramm verbundenen Nettoumsätze zwischen 11 und 12 Mrd. Euro und steigt danach auf 14,5 Mrd. Euro im Jahr 2009 und 21 Mrd. Euro im Jahr 2010. Diese auch durch das Förderprogramm der KfW-Bankengruppe ermöglichte Ausweitung der Umsätze, die wie oben gezeigt, überwiegend im Baugewerbe ihren Niederschlag fand, hatte eine antizyklische Wirkung in Bezug auf den allgemeinen Konjunkturreinbruch in 2009 und trug mit zur raschen Erholung der Wirtschaft in 2010 bei.



Quelle: Bremer Energie Institut auf der Basis von [KfW 2011b]

Abbildung 30 Umsatzeffekte des Programms „Energieeffizient Bauen“ 2006 bis 2010

III Definitionen / Abkürzungen

| | |
|----------------------------------|--|
| Beschäftigungseffekte, direkte | Beschäftigungseffekte bei den direkt vom Investor beauftragten Unternehmen |
| Beschäftigungseffekte, gesamte | Summe aus direkten und indirekten Beschäftigungseffekten |
| Beschäftigungseffekte, indirekte | Folge-Effekte bei weiteren Unternehmen |
| CO _{2e} | (internationale Abkürzung e für equivalent): äquivalente CO ₂ -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). |
| CO ₂ | Kohlendioxid. Nur sofern im Gutachten explizit im Begleitenden Text beschrieben, steht „CO ₂ “ für in Deutschland emittiertes reines CO ₂ , d.h. ohne in- und ausländische Vorketten und ohne die äquivalente Wirkung anderer Treibhausgase |
| GWh | Gigawattstunde. 1 GWh = 1.000 MWh = 1.000.000 kWh |
| Personenjahr (PJ) | 1 Personenjahr = Beschäftigung einer Person ein Jahr lang mit der durchschnittlichen wöchentlichen Arbeitszeit der jeweiligen Branche |

IV Literaturverzeichnis

- [BMVBW 2001] Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen. Leitfaden Nachhaltiges Bauen. Anlage 6: Bewertung der Nachhaltigkeit von Gebäuden und Liegenschaften. S. 6.13-6.17. Ohne Ort. 2001.
- [BMW 2011] Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie. Siehe: <http://www.bmwi.de>, dort „Statistiken und Prognosen / Energie Energiedaten / Energieprognosen / Energiekosten der privaten Haushalte“. Zugriff am 27.05.2011.
- [Bundesbank 2011] Deutsche Bundesbank. Zeitreihe WU3975: Umlaufrenditen inländ. Inhaberschuldversch. / Börsennotierte Bundeswertpapiere / RLZ über 15 bis 30 Jahre / Monatswerte. Unter: http://www.bundesbank.de/statistik/statistik_zeitreihen.php?lang=de&open=zinsen&func=row&tr=WU3975 vom 27.05.2011.
- [Bundesregierung 2010] Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie; Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit; Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung vom 28. September 2010
- [Clausnitzer et al 2004] Clausnitzer, K.-D.; Kleinhempel, A. Heizungsmodernisierung - Ersatz alter Gasetagenheizungen: Vergleich von Modernisierungsalternativen. F 2450 Fraunhofer IRB Verlag. 2004.
- [Clausnitzer et al 2007] Clausnitzer, K.-D.; Diefenbach, N.; Gabriel, J.; Loga, T.; Wosniok, W.; Effekte des KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramms 2005 und 2006. Download z. B. unter <http://www.kfw.de/kfw/de/KfW-Konzern/Research/Evaluationen/CO2-Gebaeudesanierungsprogramm.jsp>
- [Clausnitzer et al 2008] Clausnitzer, K.-D.; Diefenbach, N.; Gabriel, J.; Loga, T.; Wosniok, W.; Effekte des CO₂-Gebäudesanierungsprogramms 2007. Download z.B. unter <http://www.kfw.de/kfw/de/KfW-Konzern/Research/Evaluationen/CO2-Gebaeudesanierungsprogramm.jsp>
- [Clausnitzer et al 2009] Clausnitzer, K.-D.; Diefenbach, N.; Eilmes, S.; Gabriel, J.; Loga, T.; Wosniok, W.; Effekte des CO₂-Gebäudesanierungsprogramms 2008. Download z.B. unter <http://www.kfw.de/kfw/de/KfW-Konzern/Research/Evaluationen/CO2-Gebaeudesanierungsprogramm.jsp>
- [Clausnitzer et al 2010] Clausnitzer, K.-D.; Diefenbach, N.; Fette, M.; Gabriel, J.; Loga, T.; Wosniok, W.; Effekte der Förderfälle des Jahres 2009 des CO₂-Gebäudesanierungsprogramms und des Programms „Energieeffizient Sanieren“. Download z.B. unter

- <http://www.kfw.de/kfw/de/KfW-Konzern/Research/Evaluationen/CO2-Gebaeudesanierungsprogramm.jsp>
- [Diefenbach et al 2010] Diefenbach, N.; Cischinsky, H.; Rodenfels, M.; Clausnitzer, K.-D.: Datenbasis Gebäudebestand – Datenerhebung zur energetischen Qualität und zu den Modernisierungstrends im deutschen Wohngebäudebestand. Institut Wohnen und Umwelt, Darmstadt, 2010
- [DESTATIS 2005] „Rund 15 % der Bevölkerung Deutschlands leben auf dem Land“. Statistisches Bundesamt. Wiesbaden. Pressemitteilung vom 30. Mai 2005.
- [DESTATIS 2011] Statistisches Bundesamt. Stadt-/Landgliederung Deutschlands zum 31.12.2009. Auszug aus dem Gemeindeverzeichnis. Wiesbaden. Download unter: <http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Navigation/Statistiken/Regionales/Gemeindeverzeichnis.psml> am 28.06.2011.
- [EWI/gws/Prognos 2010] EWI, gws, Prognos: *Energieszenarien für ein Energiekonzept der Bundesregierung*. Basel, Köln, Osnabrück. 2010.
- [IFB 2004] Institut für Bauforschung e.V. Lebensdauer der Baustoffe und Bauteile zur Harmonisierung der wirtschaftlichen Nutzungsdauer im Wohnungsbau. Hannover. 2004.
- [IfM 2011] Institut für Mittelstandsforschung Bonn. KMU-Anteile 2008 in Deutschland nach Wirtschaftszweigen. Darstellung auf der Homepage des Instituts. Bonn. 2011. Download unter: <http://www.ifm-bonn.org/index.php?id=672> am 11.07.2011.
- [IWU 2003] Deutsche Gebäudetypologie – Systematik und Datensätze. Stand: Dezember 2003. Hrsg.: Institut Wohnen und Umwelt. Darmstadt. 2003. www.iwu.de.
- [IWU 2003b] 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.
- [Jagnow et al] Jagnow, K., Wolff, D., OPTIMUS – Energie optimal nutzen, Teil 2: Technische Optimierung und Energieeinsparung, gefördert von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt, DBU-AZ 18315, www.optimus-online.de
- [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.
- [Loga et al 2005] Loga, T. Diefenbach, N. Knissel, J. Born, R. (Institut Wohnen und Umwelt, Darmstadt), Kurzverfahren Energieprofil. Fraunhofer IRB Verlag. Stuttgart. 2005.

- [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.
- [Neumann et al 2000] Neumann, W., Manahl, P. (Redaktion), Stromverbrauch und Kosten reduzieren mit modernen Heizpumpen, Frankfurt, 2000
- [Pelletinstitut 2011] Deutsches Pelletinstitut. *Jahresdurchschnittspreise von Holzpellets*. Siehe: <http://www.depi.de/download/grafiken/Jahresdurchschnittspreise.jpg>. Zugriff am 27.05.2011
- [Stat. Bundesamt 2011] Statistisches Bundesamt: Fachserie 5, Reihe 1: Bauen und Wohnen – Bautätigkeit, 21.07.2011, www.destatis.de
- [Test 2010] Stiftung Warentest: Test Heizpumpen, Stand 1.3.2010, www.test.de/spargeräte
- [UNFCCC] United Nations Framework Convention on Climate Change, http://unfccc.int/kyoto_protocol/status_of_ratification/items/2613.php. Homepage-Stand vom 22.03.2009.
- [VDI 2067] Verein Deutscher Ingenieure. VDI-Richtlinie 2067. Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen. Düsseldorf.

Fragebogen Energieeffizient Sanieren 2010

Beheizte Wohnfläche ,0 m²
gerundet

Raumhöhe

niedrig (< 2,3 m)

normal (2,3 - 2,7 m)

hoch (2,8 - 3,2 m)

sehr hoch (>3,2 m)

vorwiegend oder Mittelwert - bitte nur ein Feld ankreuzen

direkt angrenzendes Nachbargebäude

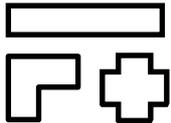
keines (freistehend) 

auf einer Seite 

auf zwei Seiten 

Grundriss

kompakt
Länge max. 3 x Breite 

langgestreckt oder gewinkelt oder komplizierter 

Zeitpunkt der Modernisierung

Die von der KfW geförderten Modernisierungsmaßnahmen wurden durchgeführt zwischen

und

Monat Jahr Monat Jahr

➔ Falls die Modernisierungsmaßnahmen noch nicht beendet wurden: Geplanten Zeitraum der Durchführung eintragen. In diesem Fall nur dann weitere Angaben machen, wenn die Maßnahmen kurz vor dem Abschluss stehen.

Durchgeführte Maßnahmen

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

Bitte Maßnahmen auch dann angeben, wenn sie nicht von der KfW gefördert, aber im gleichen Zeitraum durchgeführt wurden.

(Frühere Maßnahmen nicht angeben.)

Neu aufgebraachte Dämmung

Auf folgenden Bauteilen wurde Dämmung neu aufgebracht:

Dach

oberste Geschossdecke

Außenwände

Fußboden zum Keller oder Erdreich

Wurde dabei vorher alte Dämmung entfernt?

ja nein

ja nein

ja nein

ja nein

Dämmstoffdicke der neu aufgebrachten Dämmung

| Bauteiltyp: | Dämmstoffdicke in cm (gerundet): | | | | | | | | | | | |
|--|----------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | <6 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 21-25 | 26-30 | >30 |
| 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"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| oberste Geschossdecke | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Außenwände | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Fußboden zum Keller oder Erdreich | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Durchgeführte Maßnahmen (Fortsetzung)

Neu aufgebrachte Dämmung (Fortsetzung)

| | Wurde die Fläche des jeweiligen Bauteil- typs vollständig oder teilweise gedämmt?* | | | | Wärmeleitfähigkeit (WL) des Dämmstoffs in W/mK, falls bekannt** | | | | |
|---|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | (fast) vollständig ca. 100 % | teilweise, 75 % | und zwar ca. 50 % | 25 % | ≤ 0,030 | 0,035 | 0,040 | 0,045 | ≥ 0,050 |
| 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 Geschossdecke <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

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

Teil 2: Angaben zur Förderung im KfW-Förderprogramm "Energieeffizient Sanieren"

Welche der von Ihnen genannten Maßnahmen wurden durch das Programm "Energieeffizient Sanieren" gefördert?

- alle genannten Maßnahmen (Wärmedämmung, Heizungsmodernisierung)
- nicht alle, sondern nur die folgenden Maßnahmen:
 - Dämmung Dach bzw. oberste Geschossdecke
 - 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 Programm "Energieeffizient Sanieren" durchgeführt?

- Nein
- Ja

Für **welchen Zweck** haben Sie die Mittel des Programms "Energieeffizient Sanieren" in Anspruch genommen?

- Sanierung bestehendes Wohngebäude / Wohnungseigentum
- Ersterwerb saniertes Wohngebäude / Wohnungseigentum

Welche Variante des Programms "Energieeffizient Sanieren" nutzen Sie?

- Investitionszuschuss (nur Zuschuss, kein Darlehen); Programm 430
- Darlehen mit Tilgungszuschuss für KfW-Effizienzhaus; Programm 151
- Darlehen für Einzelmaßnahmen bzw. Einzelmaßnahmenkombinationen; Programm 152

Welches energetische Niveau wird mit der Modernisierung erreicht?

- KfW-Effizienzhaus 70
- KfW-Effizienzhaus 85
- KfW-Effizienzhaus 100
- KfW-Effizienzhaus 115
- KfW-Effizienzhaus 130
- kein KfW-Effizienzhaus (stattdessen: Einzelmaßnahmen bzw. Einzelmaßnahmenkombination)

Wenn das KfW-Effizienzhaus 70 oder 100 erreicht wurde: **Auf welcher Grundlage wurde der Nachweis geführt?** falls bekannt, siehe z.B. Zuschreibungen der KfW

- Energieeinsparverordnung (EnEV) 2007
- Energieeinsparverordnung (EnEV) 2009

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

Dach

Flachdach oder flach geneigtes Dach  

Dachgeschoss unbeheizt 

Dachgeschoss teilweise beheizt  

Dachgeschoss voll beheizt  

Dachgauben oder andere Dachaufbauten vorhanden

Keller

nicht unterkellert 

unbeheizter Keller 

teilweise beheizter Keller 

voll beheizter Keller 

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 unter nicht beheizten Dachräumen | <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 <input type="checkbox"/> Dreischeibenverglasung z. B. Isolier- oder Wärmeschutzglas, Verbund- oder Kastenfenster</p> | |

Teil 4: 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 noch **Anmerkungen** zur Befragung?

Ja, und zwar folgende _____

Gibt es Dinge im **Programm "Energieeffizient Sanieren"**, mit denen Sie **unzufrieden** sind?

Ja, und zwar die folgenden _____

Haben Sie **Verbesserungsvorschläge an die KfW**, insbesondere zur Ausgestaltung und Durchführung des Programms "Energieeffizient Sanieren"?

Ja, und zwar die folgenden _____

Vielen Dank für Ihre Mühe !



Fragebogen Ökologisch Bauen 2008

Die Fragebögen für die Förderjahre 2006 und 2007 waren bis auf redaktionelle Details (z. B. Jahreszahlangaben) identisch.

Direkt angrenzendes Nachbargebäude

- keines (freistehend) 
- auf einer Seite 
- auf zwei Seiten 

Wann wurde das Gebäude fertiggestellt?

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|

Monat Jahr

Teil 2: Angaben zur Förderung und zu den Baukosten

Für welchen der folgenden Energieeffizienz-Standards bzw. für welche Maßnahmen wurden Fördermittel aus dem Programm "Ökologisch Bauen" der KfW in Anspruch genommen?

- KfW-Energiesparhaus 60
- KfW-Energiesparhaus 40
- Passivhaus
- kein KfW-Energiesparhaus oder Passivhaus, sondern Einbau von Heizungstechnik auf Basis erneuerbarer Energien bzw. energieeffizienter Heizungs-/Lüftungstechnik

Wie hoch waren die Kosten für die Errichtung des Gebäudes ungefähr?

Nur Baukosten, ohne Grundstückskosten

Die **Baukosten** betragen ca.:

| | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

,00 EUR

Wie hoch war der von der KfW ausgezahlte Kreditbetrag?

Förderkredit für die Erreichung des oben genannten Energiestandards

Der **Kreditbetrag** belief sich auf:

| | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

,00 EUR

Teil 3: Angaben zur Wärmeversorgung

Solaranlage

Ist auf bzw. an dem Gebäude eine Solaranlage installiert?

- nein
- ja → und zwar eine Solarstromanlage (Photovoltaik)
 - eine solarthermische Anlage (Solarwärme)
 - beides (Solarstromanlage und solarthermische Anlage)

Falls eine solarthermische Anlage vorhanden ist:

- Wozu dient diese?** nur zur Warmwasserversorgung
 zur Warmwasserversorgung und Heizungsunterstützung

Heizung

Um welche Beheizungsart handelt es sich überwiegend?

- Fernwärme
auch kleinere Fernwärmenetze (Nahwärme)
- Blockheizung
*Gemeinsame Versorgung mehrerer Gebäude in einer Häuserzeile oder einem Häuserblock.
Bei Versorgung mehrerer Häuserzeilen oder Häuserblocks oder mehrerer freistehender
Gebäude: Fernwärme ankreuzen*
- Zentralheizung
zentrale Beheizung des Gebäudes, ohne dass andere mitversorgt werden
- wohnungsweise Beheizung
in einem Mehrfamilienhaus; z.B. Gas-Etagenheizung
- Einzelraumheizung
z.B. Öfen oder elektrische Heizgeräte zur Beheizung der einzelnen Räume

Welcher Energieträger wird überwiegend zur Beheizung verwendet?

(ohne Berücksichtigung von Solaranlagen)

- Fernwärme
- Erdgas
- Heizöl
- Elektrischer Strom
auch für elektrische Wärmepumpe oder Passivhaus-Kompaktgerät
- Holzpellets
- Scheitholz / Stückholz
- Sonstige Biomasse
- Flüssiggas
- Kohle

Teil 6: Angaben im Energieausweis

Zur Beantwortung der Fragen in diesem Teil müssen Sie wahrscheinlich in Unterlagen nachschauen. Wir bitten Sie herzlich, dies zu tun, wenn es Ihnen ohne zu großen Aufwand möglich ist. Auch diese Angaben sind für unsere Auswertung wichtig, insbesondere zur genaueren Berechnung der erzielten Energieeinsparungen gegenüber einem üblichen Neubau.

Gebäudenutzfläche A_N ,0 m²

Verhältnis A/V_e , m⁻¹

Jahres-Primärenergiebedarf:

Berechneter Wert
(Gebäude-Ist-Wert) ,0 kWh/m²a

Zulässiger Höchstwert
(EnEV-Anforderungswert) ,0 kWh/m²a

Transmissionswärmeverlust (Energetische Qualität der Gebäudehülle):

Berechneter Wert
(Gebäude-Ist-Wert) , W/m²K

Zulässiger Höchstwert
(EnEV-Anforderungswert) , W/m²K

Falls bekannt: **Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) der wichtigsten Gebäudeteile**

Diese Angaben finden sich evtl. in begleitenden Unterlagen zum Energieausweis oder zur Gebäudedokumentation.
Bitte den jeweils überwiegenden U-Wert des entsprechenden Bauteiltyps angeben.

U-Wert der Außenwand , W/m²K

U-Wert von Dach bzw. Obergeschossdecke , W/m²K

U-Wert des Fußbodens (zum Keller oder Erdreich) , W/m²K

U-Wert der Fenster , W/m²K

Teil 8: Sonstige Fragen

Wo waren die **Unternehmen** angesiedelt, die mit der Errichtung des Gebäudes 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 noch **Anmerkungen** zur Befragung?

Ja, und zwar folgende _____

Gibt es Dinge im **Programm "Energieeffizient Bauen" bzw. "Ökologisch Bauen"**, mit denen Sie **unzufrieden** sind?

Ja, und zwar die folgenden _____

Haben Sie **Verbesserungsvorschläge an die KfW**, insbesondere zur Ausgestaltung und Durchführung des Programms "Energieeffizient Bauen" (früher: "Ökologisch Bauen")?

Ja, und zwar die folgenden _____

Vielen Dank für Ihre Mühe !



Fragebogen Energieeffizient Bauen 2010

Der Fragebogen für das Förderjahr 2009 weicht nur geringfügig ab. Neben redaktionellen Details (z. B. Jahreszahlangaben) war hier zu beachten, dass 2009 auch noch Förderzusagen im Vorgängerprogramm „Ökologisch Bauen“ erteilt wurden. Bei der Frage nach den Energieeffizienz-Standards auf Seite 2 des Fragebogens wurden daher auch die KfW-Energiesparhäuser 60 und 40 mitberücksichtigt.

Direkt angrenzendes Nachbargebäude

- keines (freistehend)
- auf einer Seite
- auf zwei Seiten



Wann wurde das Gebäude fertiggestellt?

falls noch nicht fertiggestellt: geplanter Termin der Fertigstellung

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|

Monat Jahr

Teil 2: Angaben zur Förderung und zu den Baukosten

Für welchen der folgenden Energieeffizienz-Standards bzw. für welche Maßnahmen wurden Fördermittel aus dem Programm "Energieeffizient Bauen" der KfW in Anspruch genommen?

- KfW-Effizienzhaus 85
- KfW-Effizienzhaus 70
- KfW-Effizienzhaus 55
- KfW-Effizienzhaus 40
- Passivhaus
- kein KfW-Effizienzhaus oder Passivhaus, sondern Einbau von Heizungstechnik auf Basis erneuerbarer Energien bzw. energieeffizienter Heizungs-/Lüftungstechnik

Wenn ein KfW-Effizienzhaus errichtet wurde: **Auf welcher Grundlage wurde der Nachweis geführt?**
falls bekannt, siehe z.B. Zusageschreiben der KfW

- Energieeinsparverordnung (EnEV) 2007
- Energieeinsparverordnung (EnEV) 2009

Wie hoch waren die Kosten für die Errichtung des Gebäudes ungefähr?

Nur Baukosten, ohne Grundstückskosten

Die **Baukosten** betragen ca.:

| | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

,00 EUR

Wie hoch war der von der KfW ausgezahlte Kreditbetrag?

Förderkredit für die Erreichung des oben genannten Energiestandards

Der **Kreditbetrag** belief sich auf:

| | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

,00 EUR

Teil 3: Angaben zur Wärmeversorgung

Solaranlage

Ist auf bzw. an dem Gebäude eine Solaranlage installiert?

- nein
- ja → und zwar eine Solarstromanlage (Photovoltaik)
- eine solarthermische Anlage (Solarwärme)
- beides (Solarstromanlage und solarthermische Anlage)

Falls eine solarthermische Anlage vorhanden ist:

- Wozu dient diese?** nur zur Warmwasserversorgung
- zur Warmwasserversorgung und Heizungsunterstützung

Heizung

Um welche Beheizungsart handelt es sich überwiegend?

- Fernwärme
auch kleinere Fernwärmenetze (Nahwärme)
- Blockheizung
*Gemeinsame Versorgung mehrerer Gebäude in einer Häuserzeile oder einem Häuserblock.
Bei Versorgung mehrerer Häuserzeilen oder Häuserblocks oder mehrerer freistehender
Gebäude: Fernwärme ankreuzen*
- Zentralheizung
zentrale Beheizung des Gebäudes, ohne dass andere mitversorgt werden
- wohnungsweise Beheizung
in einem Mehrfamilienhaus; z.B. Gas-Etagenheizung
- Einzelraumheizung
z.B. Öfen oder elektrische Heizgeräte zur Beheizung der einzelnen Räume

Welcher Energieträger wird überwiegend zur Beheizung verwendet?

(ohne Berücksichtigung von Solaranlagen)

- Fernwärme
- Erdgas
- Heizöl
- Elektrischer Strom
auch für elektrische Wärmepumpe oder Passivhaus-Kompaktgerät
- Holzpellets
- Scheitholz / Stückholz
- Sonstige Biomasse
- Flüssiggas
- Kohle

Teil 6: Angaben im Energieausweis

Zur Beantwortung der Fragen in diesem Teil müssen Sie wahrscheinlich in Unterlagen nachschauen. Wir bitten Sie herzlich, dies zu tun, wenn es Ihnen ohne zu großen Aufwand möglich ist. Auch diese Angaben sind für unsere Auswertung wichtig, insbesondere zur genaueren Berechnung der erzielten Energieeinsparungen gegenüber einem üblichen Neubau.

Gebäudenutzfläche A_N ,0 m²

Verhältnis A/V_e , m⁻¹

Jahres-Primärenergiebedarf:

Berechneter Wert
(Gebäude-Ist-Wert) ,0 kWh/m²a

Zulässiger Höchstwert
(EnEV-Anforderungswert) ,0 kWh/m²a

Transmissionswärmeverlust (Energetische Qualität der Gebäudehülle):

Berechneter Wert
(Gebäude-Ist-Wert) , W/m²K

Zulässiger Höchstwert
(EnEV-Anforderungswert) , W/m²K

Falls bekannt: Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) der wichtigsten Gebäudeteile

Diese Angaben finden sich evtl. in begleitenden Unterlagen zum Energieausweis oder zur Gebäudedokumentation. Bitte den jeweils überwiegenden U-Wert des entsprechenden Bauteiltyps angeben.

U-Wert der Außenwand , W/m²K

U-Wert von Dach bzw. Obergeschossdecke , W/m²K

U-Wert des Fußbodens (zum Keller oder Erdreich) , W/m²K

U-Wert der Fenster , W/m²K

Teil 7: Sonstige Fragen

Wo waren die **Unternehmen** angesiedelt, die mit der Errichtung des Gebäudes 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 noch **Anmerkungen** zur Befragung?

Ja, und zwar folgende _____

Gibt es Dinge im **Programm "Energieeffizient Bauen"**, mit denen Sie **unzufrieden** sind?

Ja, und zwar die folgenden _____

Haben Sie **Verbesserungsvorschläge an die KfW**, insbesondere zur Ausgestaltung und Durchführung des Programms "Energieeffizient Bauen"?

Ja, und zwar die folgenden _____

Vielen Dank für Ihre Mühe !

Grundlagen zur Ermittlung von Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen

1. Ansätze für die Treibhausgas-Emissionsfaktoren

Die folgende Tabelle zeigt die Emissionsfaktoren in Kilogramm CO₂ pro Kilowattstunde Endenergieeinsatz, die in der vorliegenden Studie verwendet wurden.

| | weltweite Emissionen | Dem Sektor Haushalte bei der Wärmeversorgung von Gebäuden in Deutschland zugerechnete Emissionen | Dem Sektor Energieerzeugung-/umwandlung zugerechnete Emissionen |
|-------------------------|--|--|---|
| | CO ₂ -Äquivalente mit in- und ausländischen Vorketten | reines CO ₂ ohne Vorketten und ohne andere Treibhausgase | reines CO ₂ ohne Vorketten und ohne andere Treibhausgase |
| | kg CO _{2e} /kWh | kg CO ₂ /kWh | Kg CO ₂ /kWh |
| Erdgas | 0,244 | 0,202 | 0 |
| leichtes Heizöl | 0,302 | 0,266 | 0 |
| Flüssiggas | 0,263 | 0,234 | 0 |
| Kohle | 0,44 | 0,359 | 0 |
| Holz/Holzpellets | 0,04 | 0 | 0 |
| Strom | 0,606 | 0 | 0,590 |
| Fernwärme | 0,20 | 0 | 0,175 |

Tabelle 1 „Energieeffizient Sanieren“ / “Ökologisch/Energieeffizient Bauen“: **Verwendete Treibhausgas-Emissionsfaktoren**
(bei Brennstoffen bezogen auf den unteren Heizwert)

Die CO₂-Äquivalente basieren auf Analysen des IWU mit dem Programm GEMIS, die Werte für die reinen CO₂-Emissionen auf Angaben von BMU bzw. UBA. Da die auf die CO₂-Äquivalente bezogenen Ausgangswerte nicht ständig aktualisiert werden (letzter Stand s. [IWU 2009]), erfolgt hier im Fall von Fernwärme und Strom eine jährliche lineare Anpassung an die sich ändernden Werte von BMU / UBA. Da aus dieser Quelle neue Emissionsfaktoren für das Jahr 2010 zum Zeitpunkt der Berechnungen noch nicht vorlagen, wurden die Kennwerte des Jahres 2009 verwendet [Clausnitzer et al 2010].

2. Berechnungsansätze bei der Altbaumodernisierung („Energieeffizient Sanieren“)

Das Modell zur Berechnung der eingesparten Endenergie und der Reduktion der CO₂-Emissionen wurde im Zusammenhang mit der Ermittlung der Effekte der Darlehensfälle 2005 und 2006 entwickelt. In unserem Gutachten für die Effekte der Jahre 2005 und 2006 wurde die Methode ausführlich beschrieben, vgl. [Clausnitzer et al 2007]. Die Berechnungen fußen auf dem am IWU entwickelten „Kurzverfahren Energieprofil“ [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: Zur Auswertung wird nicht einfach ein Beispielgebäude der Typologie herangezogen, sondern die tatsäch-

lichen Gegebenheiten des vorliegenden Gebäudes werden durch ein geometrisches Modell individuell berücksichtigt. Das heißt z.B., dass die Größe der Wärme tauschenden Außenflächen (Dach, Obergeschossdecke, Außenwand, Kellerdecke/Fußboden und Fenster) auf Basis der jeweiligen Angaben (Wohnfläche, Etagenzahl, 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 Wärmeversorgungs-systeme. Die Effizienz der Wärmeerzeugung und die Verluste der Wärmeverteilung werden auf Basis des Baualters sowie zusätzlicher Angaben zum System¹ festgelegt. Auch Kombinationen verschiedener Wärmeerzeuger können berücksichtigt werden.

2.1 Geometrische, bautechnische und anlagentechnische Daten

Mit Hilfe des 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 zusammen-

¹ Angaben zum Typ des Wärmeerzeugers wie z.B. Konstanttemperatur-, Niedertemperatur- bzw. Brennwertkessel, Außenluft- bzw. Erdreich-Wärmepumpe, Angaben über nachträgliche Dämmung der Verteilungen, Warmwasserverteilung mit/ohne Zirkulation.

gestellt. 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 vom jeweiligen Baualter, von der Art der Konstruktion (massiv, Holz) und von gegebenenfalls nachträglich durchgeführten Maßnahmen ab.

Teil III: Komponenten katalog Heizung und Warmwasser / Pauschalwerte für die Anlagentechnik

Der dritte Teil des Kurzverfahrens Energieprofil enthält einen Komponenten katalog 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.

2.2 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°C bis 17°C Raumtemperatur, für gut gedämmte Gebäude bei 19°C 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 Heizperioden-

länge 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 2003b].

3. Berechnungsansätze im Neubau („Ökologisch / Energieeffizient Bauen“)

3.1 Energiebilanz auf Basis von Daten des Energieausweises

Die Berechnung der Endenergiebilanz und darauf aufbauend der Treibhausgas- und CO₂-Emissionen erfolgte hier anhand der Angaben im Energieausweis über den Primärenergiebedarf des Gebäudes Q_p und den spezifischen Transmissionswärmeverlust H_T' , die im Rahmen der Stichprobenbefragung erhoben wurden. Insbesondere mit Hilfe der Primärenergie kann bei gleichzeitig bekanntem Energieträger – dieser wurde in der Stichprobenbefragung mit erhoben – auf den Endenergieverbrauch und aus diesem (über die oben genannten Emissionsfaktoren) auf die Treibhausgasemissionen geschlossen werden. Für diese Umrechnung wurden die Primärenergiefaktoren aus [DIN V 4701-10 2006] herangezogen.

Liegt beispielsweise für den Primärenergiebedarf der Wert $Q_p = 50 \text{ kWh/m}^2_{\text{ANA}}$ vor und wird elektrischer Strom als Energieträger verwendet (z. B. bei einer Wärmepumpenheizung), so ergibt sich auf Basis des Primärenergiefaktors 2,7 von Strom ein Endenergieeinsatz von $40/2,7 = 18,5 \text{ kWh/m}^2_{\text{ANA}}$.

Bei anderen Energieträgern ist zu berücksichtigen, dass der Primärenergiebedarf neben dem Haupt-Energieträger der Heizung immer auch Hilfsstromanteile beinhaltet. Diese wurden hier auf Basis verschiedener Quellen [DIN V 4701-10, Diefenbach et al 2005] zum Teil stark gerundet und pauschal angesetzt: Basiswert $2,5 \text{ kWh/m}^2_{\text{ANA}}$, Zuschläge $1,5 \text{ kWh/m}^2_{\text{ANA}}$ für Solaranlagen, $2,5 \text{ kWh/m}^2_{\text{ANA}}$ für Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung und $1,2 \text{ kWh/m}^2_{\text{ANA}}$ für Abluftanlagen.

Im Fall der Energieträger Biomasse und Fernwärme wurde der Endenergieverbrauch nicht über den Primärenergiebedarf abgeschätzt: Dieses Verfahren erschien zu unsicher, da im Fall der Fernwärme individuelle (nicht erhobene) Primärenergiefaktoren vorliegen können (z. B. für ein örtliches Nahwärmesystem) und der Primärenergiefaktor der Biomasse (in der Regel Holz) mit 0,2 Kilowattstunden Primärenergie pro Kilowattstunde Endenergie (Heizwert) so niedrig ist, dass – anders als bei Erdgas oder Heizöl mit Primärenergiefaktoren von 1,1 – kleine Abweichungen des geschätzten vom tatsächlichen Hilfsstrombedarf zu erheblichen Abweichungen beim berechneten Brennstoffverbrauch führen könnten. Daher wurde in diesen Fällen der Endenergiebedarf nicht auf Basis des Primärenergiekennwerts Q_p , sondern in Anlehnung an das vereinfachte Energiebilanzverfahren der Energieeinsparverordnung 2007 [EnEV 2007] ermittelt. Die wesentliche Eingangsgröße für den Heizwärmebedarf ist dabei der spezifische Transmissionswärmeverlust H_T' des Gebäudes, der in der Stichprobe mit erhoben wurde. Für den Fensterflächenanteil (ausschlaggebend für solare Gewinne) wurde ein Wert von 20 % (bezogen auf die Wohnfläche) angenommen (vgl. [Loga et al. 2005]). Weiterhin wurden typische Werte für die Energiebilanz von Neubauten angesetzt: Wärmebedarf Warmwasser inkl. Verteilverlusten $20 \text{ kWh/m}^2_{\text{ANA}}$, Beitrag einer vorhandenen Solaranlage zur Warmwasserbereitung 50 %, Er-

zeugeraufwandszahl Holzfeuerung 1,35 (Brennstoffeinsatz dividiert durch Wärmeerzeugung).

3.2 Angaben zur Hochrechnung

Die Hochrechnung wurde zunächst für 13 Schichten durchgeführt (s. Tabelle 2). Die erste Teilmenge (Abkürzung: H) bezieht sich auf Einzelmaßnahmen bei der Heizungs- und Gebäudetechnik, alle anderen Standards betreffen das gesamte Gebäude. Bei ausreichenden Fallzahlen in der Stichprobe wurden Ein-/Zweifamilienhäuser (EZFH) und Mehrfamilienhäuser (MFH) getrennt betrachtet. Für Hochrechnungen auf die Gesamtheit der Förderfälle wurden die Stichprobendatensätze der jeweiligen Schichten über Hochrechnungsfaktoren jeweils so gewichtet, dass sich die Gesamtzahl der 2006 – 2010 geförderten Wohneinheiten für die jeweilige Schicht ergab (s. 4. Tabellenspalte).

| | | KfW-Förderstatistik 2006-2010 | | Stichprobe | |
|-----------------------------------|---------------|-------------------------------|----------------------|-------------------|---|
| KfW-Standard | Abkürzung | Anzahl Förderzusagen | Anzahl Wohneinheiten | Anzahl Fragebögen | Q _p in kWh/m ² _{ANa} |
| Einzelmaßnahmen Heizung | H | 11.143 | 13.850 | 15 | 58,8 |
| Energiesparhaus 60 (EZFH) | ESH60 EZFH | 50.071 | 55.903 | 88 | 48,0 |
| Energiesparhaus 60 (MFH) | ESH60 MFH | 2.105 | 32.981 | 13 | 54,8 |
| Energiesparhaus 40 (EZFH) | ESH40 EZFH | 23.028 | 27.410 | 71 | 33,3 |
| Energiesparhaus 40 (MFH) | ESH40 MFH | 1.721 | 31.210 | 13 | 37,2 |
| Passivhaus | PH | 3.703 | 8.084 | 18 | 31,6 |
| Effizienzhaus 40 EnEV 2009 | Eff40_09 | 693 | 1.624 | 8 | 25,8 |
| Effizienzhaus 55 EnEV 2007 | Eff55_07 | 17.209 | 44.876 | 43 | 34,1 |
| Effizienzhaus 55 EnEV 2009 | Eff55_09 | 2.644 | 9.023 | 36 | 34,6 |
| Effizienzhaus 70 EnEV 2007 | Eff70_07 | 8.406 | 13.988 | 9 | 52,6 |
| Effizienzhaus 70 EnEV 2009 (EZFH) | Eff70_09 EZFH | 34.325 | 38.126 | 186 | 45,0 |
| Effizienzhaus 70 EnEV 2009 (MFH) | Eff70_09 MZFH | 1.447 | 20.685 | 18 | 36,1 |
| Effizienzhaus 85 EnEV 2009 | Eff85_09 | 2.813 | 3.640 | 24 | 53,3 |
| gesamt: | | 159.308 | 301.400 | 542 | 42,7 |

Tabelle 2 “Ökologisch/Energieeffizient Bauen“ 2006-2010: Vergleich von KfW-Förderstatistik und Stichprobe für die ursprüngliche Schichtung mit 13 Teilmengen sowie Mittelwerte des Primärenergiebedarfs Q_p

EZFH: Ein-/Zweifamilienhaus, MFH: Mehrfamilienhaus (ab 3 Wohnungen)

Die erste Teilmenge (Abkürzung: H) bezieht sich auf Einzelmaßnahmen bei der Heizungs- und Gebäudetechnik, alle anderen Standards betreffen das gesamte Gebäude. Teilweise wurden Ein-/Zweifamilienhäuser (EZFH) und Mehrfamilienhäuser (MFH) getrennt betrachtet.

Angesichts der teils geringen Fallzahlen in einzelnen Schichten und aus Gründen der Übersichtlichkeit wurden die ursprünglich 13 Schichten zu 7 Schichten zusammengefasst. Diese vereinfachte Einteilung wurde für die Darstellungen im Hauptteil des Berichts (s. Kapitel II.2) und für die Rückrechnung auf einzelne Förderjahre verwendet. Insbesondere wurde die Unterscheidung nach EZFH und MFH aufgehoben, und es wurden die schwach besetzten Standards Eff95_09 und Eff70_07 sowie Eff55_09 und Eff40_09 vereint. Letztere beiden wurden im 2. Halbjahr 2010 neu eingeführt und gemeinsam über eine Zusatzbefragung erhoben (s. Kapitel II.2 des Hauptberichts). Bei dieser Zusammenfassung von jeweils zwei Schichten wurden die ursprünglichen Relationen der Hochrechnungsfaktoren für die einzelnen Teilmengen in der neuen Schicht mitberücksichtigt.

Die folgende Tabelle 3 zeigt verschiedene Energiebilanzgrößen gemäß der vereinfachten Schichtung.

| KfW-Standard | Abkürzung | Nutzfläche | | Primärenergiebedarf | | Endenergiebedarf | | Treibhausgasemissionen | |
|--|-----------------|---|---|-------------------------|---|-------------------------|---|---|--|
| | | pro Wohnung m ² _{AN} /Whg. | pro m ² Nutzfläche kWh/m ² _{AN} | pro Wohnung kWh/Whg. | pro m ² Nutzfläche kWh/m ² _{AN} | pro Wohnung kWh/Whg. | pro m ² Nutzfläche kgCO _{2e} /m ² _{AN} | pro Wohnung kgCO _{2e} /Whg. | |
| Einzelmaßnahmen Heizung | H | 144 | 59 | 8446 | 49 | 6979 | 13 | 1919 | |
| Energiesparhaus 60 | ESH 60 | 175 | 50 | 8689 | 45 | 7835 | 11 | 1977 | |
| Energiesparhaus 40 / Passivhaus | ESH40/PH | 160 | 34 | 5460 | 36 | 5834 | 8 | 1267 | |
| Effizienzhaus 85 EnEV 2009 / Effizienzhaus 70 EnEV 2007 | EffH85_09/70_07 | 186 | 53 | 9827 | 30 | 5610 | 12 | 2236 | |
| Effizienzhaus 70 EnEV 2009 | EffH70_09 | 166 | 43 | 7132 | 39 | 6414 | 10 | 1637 | |
| Effizienzhaus 55 EnEV 2007 | EffH55_07 | 173 | 34 | 5911 | 37 | 6381 | 8 | 1371 | |
| Effizienzhaus 40 EnEV 2009 / Effizienzhaus 55 EnEV 2009 | EffH40/55_09 | 147 | 33 | 4812 | 16 | 2312 | 7 | 1083 | |

Tabelle 3 **Ökologisch / Energieeffizient Bauen 2006 - 2010: Spezifischer Primärenergiebedarf, Endenergiebedarf und Treibhausgasemissionen (CO₂-Äquivalente) für die betrachteten sieben Schichten**
m²_{AN}: Quadratmeter Gebäudenutzfläche A_N laut EnEV (nicht Wohnfläche)

Bei der Interpretation der Kennwerte in Tabelle 3 ist zu beachten, dass die Verteilung der verwendeten Energieträger in den jeweiligen Schichten teils sehr unterschiedlich ist. So wurden nach den Ergebnissen der Stichprobe in der Gruppe der EffH 85_09 / 70_07 sehr häufig Strom und entsprechend weniger Brennstoffe (und unter diesen kaum Biomasse) als Haupt-Energieträger verwendet². Da der Stromeinsatz in der Regel über elektrische Wärmepumpen erfolgt, ist der Endenergiebedarf relativ gering: Er beläuft sich hier auf nur 30 kWh/m_{AN}²a, dies ist der zweitniedrigste Kennwert in der Reihe. Gleichzeitig weist Strom von allen Energieträgern den höchsten Primärenergieeinsatz und die höchsten Treibhausgasemissionen pro Kilowattstunde Endenergie auf, so dass hier die spezifischen Werte entsprechend hoch liegen: Mit 53 kWh/m_{AN}²a Primärenergiebedarf bzw. Treibhausgasemissionen von 12 kgCO_{2e}/m_{AN}²a ergeben sich die zweithöchsten Ergebnisse der jeweiligen Reihe.

Vor diesem Hintergrund zeigt Tabelle 4 noch einmal die gleiche Darstellung, nun aber exemplarisch allein auf diejenigen Gebäude bezogen, die hauptsächlich mit Strom beheizt werden. In diesem Fall zeigen alle Tabellenspalten einen ähnlichen Verlauf, wenn man die dargestellten Energiebedarfswerte bzw. Emissionen miteinander vergleicht.

| KfW-Standard | Abkürzung | Separate Auswertung: Mit Strom (elektrischer Wärmepumpe) beheizte Gebäude | | | | | | |
|--|-----------------|---|---|-------------------------|---|-------------------------|---|---|
| | | Nutzfläche | | Primärenergiebedarf | | Endenergiebedarf | | Treibhausgasemissionen |
| | | pro Wohnung m ² _{AN} /Whg. | pro m ² Nutzfläche kWh/m ² _{AN} | pro Wohnung kWh/Whg. | pro m ² Nutzfläche kWh/m ² _{AN} | pro Wohnung kWh/Whg. | pro m ² Nutzfläche kgCO _{2e} /m ² _{AN} | pro Wohnung kgCO _{2e} /Whg. |
| Einzelmaßnahmen Heizung | H | 200 | 66 | 13121 | 24 | 4860 | 15 | 2945 |
| Energiesparhaus 60 | ESH 60 | 194 | 54 | 10507 | 20 | 3891 | 12 | 2358 |
| Energiesparhaus 40 / Passivhaus | ESH40/PH | 212 | 35 | 7364 | 13 | 2727 | 8 | 1653 |
| Effizienzhaus 85 EnEV 2009 / Effizienzhaus 70 EnEV 2007 | EffH85_09/70_07 | 191 | 51 | 9755 | 19 | 3613 | 11 | 2189 |
| Effizienzhaus 70 EnEV 2009 | EffH70_09 | 191 | 47 | 8904 | 17 | 3298 | 10 | 1998 |
| Effizienzhaus 55 EnEV 2007 | EffH55_07 | 215 | 38 | 8214 | 14 | 3042 | 9 | 1844 |
| Effizienzhaus 40 EnEV 2009 / Effizienzhaus 55 EnEV 2009 | EffH40/55_09 | 144 | 33 | 4701 | 12 | 1741 | 7 | 1055 |

Tabelle 4 **Ökologisch / Energieeffizient Bauen 2006 - 2010: Spezifische Bilanzgrößen für die mit Strom (elektrischer Wärmepumpe) beheizten Gebäude**

Grundsätzlich ist zu beachten, dass einige der Einzelergebnisse aus Tabelle 3 und Tabelle 4 aufgrund der teils geringen Fallzahlen in der Stichprobe bei einzelnen Standards (z. B. insgesamt 33 Fragebögen für den oben betrachteten Standard EffH 85_09 / 70_07) für sich genommen mit besonderen statischen Unsicherheiten behaftet sind. Entscheidend ist hier, dass die Aufteilung in Schichten eine sinnvolle Unterscheidung für die Hochrechnung auf das Gesamtergebnis darstellt. Geringe Häufigkeiten in der Stichprobe

² Auch die Gruppe EffH40/55_09 weist einen besonders hohen Stromanteil auf.

gehen dabei mit geringen Anteilen in der Gesamtheit der Förderfälle einher (vgl. Tabellen im Hauptbericht, Kapitel II.2).

3.3 Vergleich mit Verbrauchswerten

Bei der Stichprobenerhebung im Programm „Ökologisch Bauen“ bis 2008 wurden die Fördermittelempfänger auch um gemessene Verbrauchsdaten des letzten Jahres gebeten. Die späteren Jahre wurden nicht berücksichtigt, da hier damit zu rechnen war, dass die Gebäude erst vor kurzem errichtet wurden, so dass entweder noch gar keine Verbrauchswerte für ein volles Jahr vorgelegen hätten oder diese das erste Jahr nach Fertigstellung betroffen hätten, in dem mit erhöhten Verbräuchen auf Grund des Austrocknungsprozesses im Neubau zu rechnen ist³.

Angesichts der relativ geringen Rücklaufquoten für die ersten Förderjahre und häufiger Antwortausfälle bei dieser Frage konnte am Ende nur der in der Stichprobe dominierende Energieträger Strom (Wärmepumpenheizung) sinnvoll ausgewertet werden: Hier lagen am Ende 68 verwertbare Fälle vor⁴. Die folgende Abbildung 1 zeigt den Vergleich der Verbrauchsmessungen mit den berechneten Werten für den Stromeinsatz für Heizung und Warmwasserbereitung. Dargestellt ist das Verhältnis aus jeweiligem Messwert und berechnetem Wert, die 68 Einzelwerte sind – nach ihrer Größe sortiert – aufgetragen.

Wie bei solchen Auswertungen üblich, zeigt sich auch hier eine starke Streuung der Einzelwerte. Der Median der Verteilung – dies ist der Wert in der Mitte der aufgetragenen Fälle, hier der Mittelwert des 34. und 35. Wertes der Kurve – liegt bei 1,05. Dies kann als eine mittlere fünfprozentige Überschreitung des berechneten Wertes durch den gemessenen Wert interpretiert werden. Der Median, sozusagen der Mittelpunkt der Verteilung, ist hier deutlich aussagekräftiger als der Mittelwert über alle Fälle, da bei diesem die „Ausreißer“ am äußeren Rand, von denen darüber hinaus unklar ist, ob es sich um plausible Verbrauchsangaben handelt, ein übermäßiges Gewicht bekommen würden.

Unter den 68 Fällen gab es 25, in denen die Fertigstellung des Gebäudes weniger als 6 Monate vor dem Beginn der angegebenen Verbrauchsperiode lag, so dass hier mit einem tendenziell erhöhten Verbrauch zu rechnen wäre, dessen Höhe aber nicht abgeschätzt werden kann. Darüber hinaus ist nicht sicher, inwieweit alle Stromanteile (z. B. Hilfsstrom) über den separaten Stromzähler der Wärmepumpe mit erfasst wurden⁵.

Eine Klimakorrektur wurde ebenfalls nicht vorgenommen: Die Heizperioden 2009/2010 und 2010/2011, die für die ausgewerteten Verbrauchszeiträume ausschlaggebend sind, lagen nicht sehr weit von langjährigen Durchschnittswerten entfernt⁶.

³ Eine Auswertung von Verbrauchswerten bei der KfW-Förderung im Gebäudebestand hatte in der ersten Studie stattgefunden [Clausnitzer et al. 2007].

⁴ Beim Energieträger Erdgas wurde angesichts von nur 13 auswertbaren Fällen auf eine weitere Analyse verzichtet. Der Energieträger Holz/Biomasse wurde im Hinblick auf die unsicheren Verbrauchsmengen (Angaben von Kubikmetern Holz, Ungleichheit jährlicher Bezugsmenge und jährlichem Verbrauch aufgrund unterschiedlicher Füllstände des Brennstoffspeichers) ebenfalls nicht betrachtet.

⁵ Die Befragten sollten den Verbrauch nur angeben, wenn der gesamte für die Heizung eingesetzte Strom (bei Wärmepumpe inklusive Heizstab) über einen separaten Zähler erfasst wurde. Ausgewertet wurden hier außerdem nur Fälle, in denen der angegebene Verbrauchswert gleichzeitig sowohl die Heizung als auch die Warmwasserbereitung betraf.

⁶ Ausgewertet wurden hier Heizgradtage des Standorts Würzburg, der häufig als Referenz für ein mittleres deutsches Klima verwendet wird: Die Heizgradtage mit Heizgrenze 12 °C lagen in den

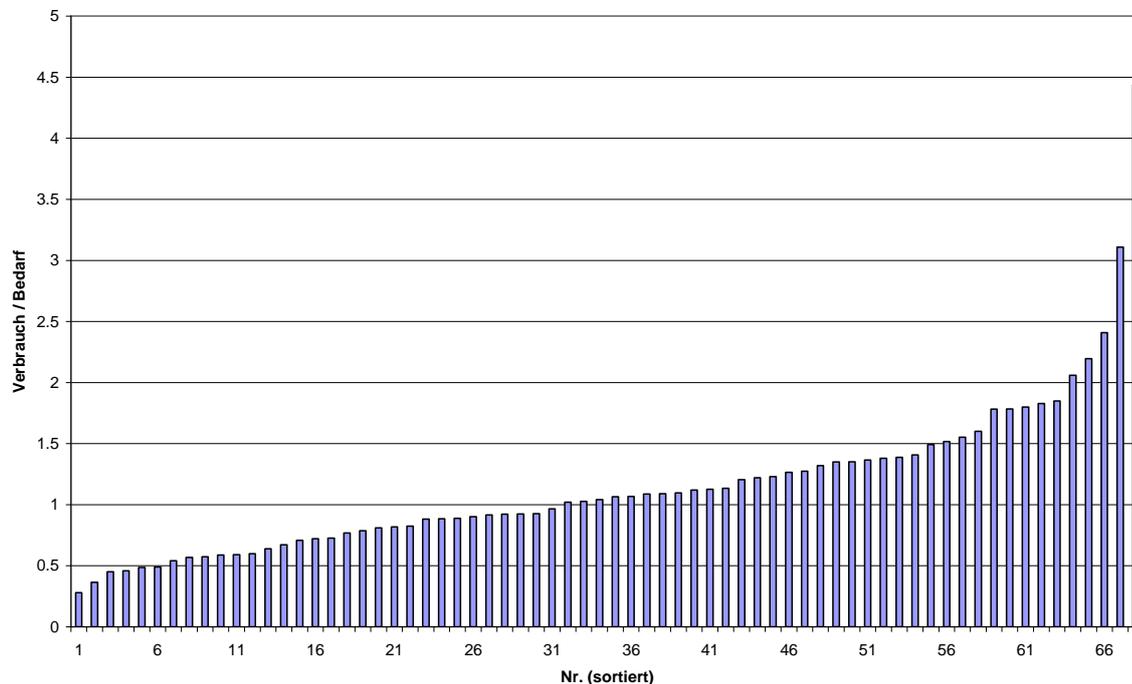


Abbildung 1 „Ökologisch Bauen“ 2006 – 2008: Quotient aus gemessenem Energieverbrauch und berechnetem Energiebedarf für 68 Fälle mit Verwendung des Energieträgers Strom (Wärmepumpenheizung)

Die 68 ausgewerteten Fälle enthielten auch Gebäude, in denen außer dem angegebenen Stromverbrauch zusätzliche Energieträger für die Beheizung eingesetzt wurden, in der Regel durch ergänzende Holzöfen bzw. –kamine. Es wurden allerdings nur diejenigen Fälle berücksichtigt, in denen die befragten Hauseigentümer angegeben hatten, dass eine solche Zuheizung nur wenig stattfand.

Bei 42 der Fälle gab es keine solche Zuheizung. Betrachtet man hier die Verteilung des Quotienten aus gemessenem Verbrauch und berechnetem Bedarf, so erhält man einen Medianwert von 1,07, der also nur geringfügig höher liegt als der Medianwert aller betrachteten Messwerte.

Insgesamt kann man also davon ausgehen, dass in der vorliegenden Stichprobe beim Energieträger Strom im Mittel eine zufriedenstellende Übereinstimmung zwischen dem berechneten Energiebedarf und dem gemessenen Energieverbrauch besteht. Die bei den Medianwerten beobachteten Abweichungen von 5 % bzw. 7 % vom „Idealwert“ 1,0 sind angesichts der hohen Streuung der Einzelwerte sowie weiterer Unsicherheiten im Bezug auf Mehrverbräuche im ersten Jahr nach Fertigstellung, eventuell nicht miterfasste Hilfsstromanteile sowie Klimaeinflüsse als relativ gering anzusehen.

Heizperioden 2009/2010 und 2010/2011 um jeweils 4 % bzw. 2 % unter dem langjährigen Durchschnitt (jeweils vom Mai bis darauffolgenden April betrachtet), während sie für das Kalenderjahr 2010 um 7 % darüber lagen. Grundsätzlich ist zu beachten, dass die Heizgradtage nicht den einzigen Klimaeinfluss darstellen (z.B. ist auch die Solarstrahlung von erheblicher Bedeutung) und daher ohnehin nur eine sehr ungenaue Korrektur erlauben würden.

4. Literatur

(für diese Anlage benutzte Literatur)

- [Clausnitzer et al 2007] Clausnitzer, K.-D.; Diefenbach, N.; Gabriel, J.; Loga, T.; Wosniok, W.; Effekte des KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramms 2005 und 2006. Download z. B. unter <http://www.kfw.de/kfw/de/KfW-Konzern/Research/Evaluationen/CO2-Gebaeudesanierungsprogramm.jsp>
- [Clausnitzer et al 2010] Clausnitzer, K.-D.; Diefenbach, N.; Fette, M.; Gabriel, J.; Loga, T.; Wosniok, W.; Effekte der Förderfälle des Jahres 2009 des CO₂-Gebäudesanierungsprogramms und des Programms „Energieeffizient Sanieren“. Download z.B. unter <http://www.kfw.de/kfw/de/KfW-Konzern/Research/Evaluationen/CO2-Gebaeudesanierungsprogramm.jsp>
- [Diefenbach et al 2005] Diefenbach, N.; Loga, T; Born, R.: Wärmeversorgung für Niedrigenergiehäuser – Erfahrungen und Perspektiven; Institut Wohnen und Umwelt, 30.8.2005
- [EnEV 2007] Energieeinsparverordnung vom 24. Juli 2007, Vereinfachtes Berechnungsverfahren für Wohngebäude nach Anlage 1 Punkt 3
- [EPHW] Loga, T. Imkeller-Benjes, U. Energiepass Heizung / Warmwasser - Energetische Qualität von Baukörper und Heizungssystem. IWU. Darmstadt. 1997.
- [DIN V 4701-10 2006] DIN V 4701-10: Energetische Bewertung von heiz- und raumluftechnischen Anlagen – Teil 10: Heizung, Trinkwarmwassererwärmung, Lüftung, Änderung vom Dezember 2010
- [IWU 2003] Loga, T. Großklos, M. Knissel, J. Der Einfluss des Gebädestandards und des Nutzerverhaltens auf die Heizkosten – Konsequenzen für die verbrauchsabhängige Abrechnung. Eine Untersuchung im Auftrag der Viterra Energy Services AG, Essen. IWU. Darmstadt. 2003.
- [IWU 2009] Kumulierter Energieaufwand und CO₂-Emissionsfaktoren verschiedener Energieträger und -versorgungen. Institut Wohnen und Umwelt. Darmstadt. 14.1.2009. www.iwu.de.
- [Loga 2003] 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. 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.

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, erfolgt in der vorliegenden Untersuchung nur für den sogenannten Investitionseffekt. Dies ist der Produktions- und Beschäftigungseffekt, der durch die Nachfrage für Investitionen in neue Bauten/Anlagen einschließlich der gleichzeitig geförderten Baunebenkosten in der Volkswirtschaft, insbesondere im Baugewerbe, ausgelöst wird.

Im ersten Rechenschritt wird der sogenannte Nachfragevektor bestimmt; das ist die Verteilung der Investitionsmittel auf die Produktionsbereiche für den jeweiligen Betrachtungszeitraum. Welches Finanzvolumen fließt z.B. in den Bereich Bauinstallations- und sonstige Bauarbeiten („Ausbaugewerbe“), welches Finanzvolumen in den Sektor „Unternehmensbezogene Dienstleistungen“? In dieser Studie wird für die Förderprogramme „Energieeffizient bzw. Ökologisch Bauen“ unterstellt, dass sich die geförderten Nettoinvestitionen auf Hoch- und Tiefbau, Ausbaugewerbe und Bauplanung/Bauleitung im Verhältnis 40/40/20 verteilen, im Programm „Energieeffizient Sanieren“ dagegen im Verhältnis 0/80/20, weil hier die Hoch- und Tiefbauarbeiten keine Rolle spielen.¹(vgl. Tabelle 1)

| Förderprogramme | Investitionsvolumen brutto in Mio. Euro | Nettoumsatz in Mio. Euro | | | |
|---|---|--------------------------|-------------------|---------------|-----------------------|
| | | Gesamtumsatz | Hoch- und Tiefbau | Ausbaugewerbe | Bauplanung/Bauleitung |
| Energieeffizient bzw. ökologisch Bauen 2006 | 7.475 | 6.282 | 2.513 | 2.513 | 1.256 |
| Energieeffizient bzw. ökologisch Bauen 2007 | 7.434 | 6.247 | 2.499 | 2.499 | 1.249 |
| Energieeffizient bzw. ökologisch Bauen 2008 | 7.995 | 6.718 | 2.687 | 2.687 | 1.344 |
| Energieeffizient bzw. ökologisch Bauen 2009 | 9.890 | 8.311 | 3.324 | 3.324 | 1.662 |
| Energieeffizient bzw. ökologisch Bauen 2010 | 14.287 | 12.006 | 4.802 | 4.802 | 2.401 |
| Energieeffizient Sanieren 2010 | 6.919 | 5.814 | 0 | 4.651 | 1.163 |

Tabelle 1 Bestimmung der Nachfragevektoren für 2006 bis 2010

Im zweiten Rechenschritt werden mit Hilfe der Input-Output-Tabelle für das Jahr 2007 [VGR 2010] die spezifischen Beschäftigungseffekte ermittelt, die Fördermittel im Umfang von 100 Mio. € entweder als Netto-Investition (ohne MwSt.) im Baugewerbe oder als Ausgaben für Dienstleistungen auslösen. Die nachfolgende Tabelle 2 zeigt die Berechnungsergebnisse für die Jahre 2006 und 2010. Deutlich ist zu erkennen, dass ein Einsatz der Mittel für Dienstleistungen mit rund 1.800 - 1.850 Personenjahren (PJ) je 100 Mio. € höhere Beschäftigungseffekte auslöst als derselbe Umsatz im Ausbaugewerbe mit rund 1.550 - 1.600 PJ je 100 Mio. € oder im Bereich Hoch- und Tiefbau mit 1.550 - 1.700 PJ je 100 Mio. €. Der Grund hierfür liegt darin, dass bei einem Umsatz im Baugewerbe ein höherer Materialeinsatz mitfinanziert werden muss.

¹ Diese Größenordnung für die Bauplanung/Bauleitung lässt sich aus den differenzierten Angaben zur Mittelverwendung im Zweiten Konjunkturprogramm 2009 - 2010 der Bundesregierung im Teilprogramm „Grundsaniierung und energetische Sanierung von Gebäuden“ herleiten. Vgl. [Clausnitzer et al 2011, S. 57]

| CPA | Produktionsbereich | 100 Mio. € Nettoumsatz im ... Gewerbe führen zu Beschäftigungseffekten von ... PJ | | | | | |
|----------------|--|--|------|--------------------|------|------------------------------|------|
| | | Hoch- und Tiefbau | | Ausbau- gewerbe | | Unternehmens- bezogene DL | |
| | | 2006 | 2010 | 2006 | 2010 | 2006 | 2010 |
| 01 | Erzg. v. Produkten d. Landwirtschaft und Jagd | 1,0 | 0,9 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,6 |
| 02 | Erzg. v. Produkten d. Forstwirtschaft | 2,3 | 2,1 | 1,8 | 1,7 | 0,1 | 0,1 |
| 05 | Erzg. v. Produkten d. Fischerei u. Fischzucht | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 10 | Gew. v. Kohle und Torf | 1,1 | 1,1 | 0,6 | 0,6 | 0,3 | 0,3 |
| 11 | Gew. v. Erdöl, Erdgas, Erbring. diesbez. DL | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 12 | Gew. v. Uran- und Thoriumerzen | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 13 | Gew. v. Erzen | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 14 | Gew. v. Steinen und Erden, sonstigen Bergbauerzeugnissen | 11,0 | 11,0 | 0,8 | 0,8 | 0,0 | 0,0 |
| 15.1 - 15.8 | H. v. Nahrungs- und Futtermitteln | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| 15.9 | H. v. Getränken | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 16 | H. v. Tabakwaren | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 17 | H. v. Textilien | 0,1 | 0,1 | 0,8 | 0,8 | 0,0 | 0,0 |
| 18 | H. v. Bekleidung | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 19 | H. v. Leder und Lederwaren | 0,1 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 20 | H. v. Holz und Holzzeugnissen | 21,5 | 21,5 | 17,2 | 17,3 | 0,6 | 0,6 |
| 21.1 | Pappe | 0,2 | 0,2 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 |
| 21.2 | H. v. Papier-, Karton- und Pappwaren | 0,9 | 0,9 | 2,2 | 2,2 | 0,9 | 0,9 |
| 22.1 | H. v. Verlagserzeugnissen | 1,1 | 1,1 | 1,0 | 1,0 | 8,5 | 8,6 |
| 24.4 | H. v. Druckerzeugnissen, besp. Ton-, Bild- u. Datenträgern | 3,1 | 3,1 | 3,1 | 3,1 | 10,9 | 10,9 |
| 23 | H. v. Kokereierz., Mineralölerz., Spalt- und Brutstoffen | 0,5 | 0,5 | 0,3 | 0,4 | 0,1 | 0,1 |
| 24.4 | H. v. pharmazeutischen Erzeugnissen | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 24 (ohne 24.4) | H. v. chemischen Erzeugnissen (oh. pharmaz. Erzeugnissen) | 2,6 | 2,6 | 5,5 | 5,5 | 0,5 | 0,5 |
| 25.1 | H. v. Gummiwaren | 0,4 | 0,4 | 0,7 | 0,7 | 0,0 | 0,0 |
| 25.2 | H. v. Kunststoffwaren | 13,4 | 13,4 | 28,3 | 28,4 | 1,0 | 1,0 |
| 26.1 | H. v. Glas und Glaswaren | 0,8 | 0,8 | 2,8 | 2,8 | 0,2 | 0,2 |
| 26.2 - 26.8 | H. v. Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden | 84,2 | 84,4 | 10,7 | 10,7 | 0,3 | 0,3 |
| 27.1 - 27.3 | H. v. Roheisen, Stahl, Rohren und Halbzeug daraus | 1,9 | 1,9 | 2,1 | 2,1 | 0,1 | 0,1 |
| 27.4 | H. v. NE-Metallen und Halbzeug daraus | 0,3 | 0,3 | 0,5 | 0,5 | 0,0 | 0,0 |
| 27.5 | H. v. Gießereierzeugnissen | 0,4 | 0,4 | 1,1 | 1,1 | 0,0 | 0,0 |
| 28 | H. v. Metallerzeugnissen | 25,1 | 25,2 | 54,4 | 54,5 | 1,1 | 1,1 |
| 29 | H. v. Maschinen | 3,6 | 3,6 | 10,7 | 10,7 | 0,4 | 0,4 |
| 30 | H. v. Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräten u. -einricht. | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| 31 | H. v. Geräten der Elektrizitätserzeugung, - verteilung u.ä. | 3,2 | 3,2 | 41,7 | 41,8 | 0,6 | 0,6 |
| 32 | H. v. Erzeugn. d. Rundf., Fernseh- u. Nachrichtentechnik | 0,1 | 0,1 | 0,4 | 0,4 | 0,3 | 0,3 |
| 33 | H. v. Erzeugn. d. Medizin-, Mess-, Steuer- u.Regelungstechnik | 0,2 | 0,2 | 0,5 | 0,5 | 0,1 | 0,1 |
| 34 | H. v. Kraftwagen und Kraftwagenteilen | 0,4 | 0,4 | 0,2 | 0,2 | 0,0 | 0,0 |
| 35 | H. v. sonst. Fahrzeugen (Wasser-, Schienen-, Luftfz. u.a.) | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,2 |

Tabelle 2 Beschäftigungseffekte in Personenjahren je 100 Mio. € Nettoumsatz

Anlage 5

| CPA | Produktionsbereich | 100 Mio. € Nettoumsatz im ... Gewerbe führen zu Beschäftigungseffekten von ... PJ | | | | | |
|-------------|---|---|--------------|---------------|--------------|-------------------------|--------------|
| | | Hoch- und Tiefbau | | Ausbaugewerbe | | Unternehmensbezogene DL | |
| | | 2006 | 2010 | 2006 | 2010 | 2006 | 2010 |
| 36 | H. v. Möbeln, Schmuck, Musikinstr., Sportger., Spielw. u.ä. | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,0 | 0,0 |
| 37 | H. v. Sekundärrohstoffen | 0,7 | 0,7 | 0,5 | 0,5 | 0,1 | 0,1 |
| 40.1, 40.3 | Erzg. und Verteilung von Elektrizität und Fernwärme | 2,2 | 2,3 | 1,7 | 1,7 | 0,8 | 0,8 |
| 40.2 | Erzg. und Verteilung von Gasen | 0,8 | 0,8 | 0,4 | 0,5 | 0,2 | 0,2 |
| 41 | Gew. und Verteilung von Wasser | 0,9 | 0,9 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,6 |
| 45.1 - 45.2 | Vorb. Baustellenarbeiten, Hoch- u. Tiefbauarbeiten | 1.070,6 | 974,2 | 5,1 | 4,6 | 1,8 | 1,6 |
| 45.3 - 45.5 | Bauinstallations- und sonst. Bauarbeiten | 62,5 | 56,8 | 1.135,4 | 1.033,2 | 9,2 | 8,4 |
| 50 | Handelsleist. m. Kfz; Rep. an Kfz; Tankleistungen | 11,2 | 11,0 | 9,8 | 9,6 | 3,9 | 3,8 |
| 51 | Handelsvermittlungs- und Großhandelsleistungen | 40,5 | 39,8 | 63,4 | 62,2 | 3,9 | 3,8 |
| 52 | Einzelhandelsleistungen; Rep. an Gebrauchsgütern | 12,7 | 12,5 | 30,8 | 30,2 | 3,7 | 3,7 |
| 55 | Beherbungs- und Gaststätten-DL | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| 60.1 | Eisenbahn-DL | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,1 | 0,1 |
| 60.2 - 60.3 | Sonst. Landv.leist., Transportleistungen in Rohrfernleitungen | 21,9 | 21,5 | 14,4 | 14,1 | 2,7 | 2,7 |
| 61 | Schiffahrtsleistungen | 0,1 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 62 | Luftfahrtleistungen | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,4 | 1,0 | 1,0 |
| 63 | DL bezügl. Hilfs- und Nebentätigkeiten f. d. Verkehr | 8,8 | 8,7 | 10,1 | 9,9 | 2,0 | 2,0 |
| 64 | Nachrichtenübermittlungs-DL | 4,2 | 4,1 | 6,0 | 5,9 | 7,7 | 7,5 |
| 65 | DL der Kreditinstitute | 20,1 | 19,6 | 17,4 | 16,9 | 13,2 | 12,8 |
| 66 | DL der Versicherungen (oh. Sozialversicherung) | 1,9 | 1,8 | 1,6 | 1,6 | 0,9 | 0,9 |
| 67 | DL des Kredit- und Versicherungshilfsgewerbes | 4,5 | 4,3 | 4,1 | 4,0 | 2,7 | 2,6 |
| 70 | DL d. Grundstücks- und Wohnungswesens | 18,4 | 18,0 | 5,2 | 5,1 | 7,0 | 6,8 |
| 71 | DL der Vermietung bewegl. Sachen (oh. Personal) | 10,9 | 10,6 | 5,1 | 5,0 | 1,1 | 1,0 |
| 72 | DL der Datenverarbeitung und von Datenbanken | 3,8 | 3,7 | 4,1 | 4,0 | 8,6 | 8,3 |
| 73 | Forschungs- und Entwicklungsleistungen | 0,4 | 0,4 | 0,3 | 0,3 | 0,1 | 0,1 |
| 74 | Unternehmensbezogene DL | 155,9 | 151,9 | 110,4 | 107,5 | 1.651,8 | 1.609,0 |
| 75.1 - 75.2 | DL der öffentlichen Verwaltung, Verteidigung | 17,0 | 16,1 | 7,4 | 7,0 | 6,5 | 6,1 |
| 75.3 | DL der Sozialversicherung | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 80 | Erziehungs- u. Unterrichts-DL | 5,6 | 5,3 | 5,3 | 5,0 | 10,7 | 10,1 |
| 85 | DL des Gesundheits-, Veterinär- und Sozialwesens | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,4 | 0,4 |
| 90 | Entsorg.leist. | 2,0 | 1,9 | 2,3 | 2,1 | 1,0 | 1,0 |
| 91 | DL von Interessenvertretungen, Kirchen u.ä. | 7,3 | 6,9 | 9,0 | 8,5 | 9,1 | 8,6 |
| 92 | Kultur-, Sport- u. Unterhaltungs-DL | 4,8 | 4,6 | 3,5 | 3,3 | 48,1 | 45,5 |
| 93 | Sonstige DL | 5,9 | 5,6 | 5,0 | 4,8 | 28,4 | 26,9 |
| 95 | DL privater Haushalte | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | Summe über alle Produktionsbereiche | 1.677 | 1.565 | 1.649 | 1.539 | 1.855 | 1.804 |

CPA = Statistische Güterklassifikation in Verbindung mit den Wirtschaftszweigen in der Europäischen Gemeinschaft

Fortsetzung Tabelle 2 Beschäftigungseffekte in Personenzahlen je 100 Mio. € Nettoumsatz

.....

Die in Tabelle 2 dargestellten Beschäftigungseffekte liegen im Jahr 2010 im Bereich Hoch- und Tiefbau und im Ausbaugewerbe um 6,7 % unter dem Wert von 2006, im Sektor Unternehmensbezogene Dienstleistungen um 2,7 % unter dem Wert von 2006. Dies ist Ausdruck einer positiven Entwicklung der Arbeitsproduktivität zwischen 2006 und dem Untersuchungsjahr 2010. Diese Entwicklung, die in den einzelnen Branchen unterschiedlich verlief, wurde auf Basis neuester Daten des Statistischen Bundesamtes ermittelt [GENESIS 2011] und in Tabelle 3 dargestellt. Diese Tabelle zeigt für das Baugewerbe eine Steigerung der Arbeitsproduktivität um 9,9 % zwischen 2006 und 2010. Im Produzierenden Gewerbe ohne das Baugewerbe lag die Produktivitätsentwicklung im selben Zeitraum aufgrund des starken Konjunkturerinbruchs im Jahr 2009 dagegen bei -0,15 %. Dies bedeutet, dass die von 100 Mio. € Umsatz ausgelösten Beschäftigungseffekte im Baugewerbe im Jahr 2010 erheblich niedriger ausfallen als im Jahr 2006, die Beschäftigungseffekte im Verarbeitenden Gewerbe dagegen minimal höher. Für das Dienstleistungsgewerbe fallen die Veränderungen der Arbeitsproduktivität zwischen 2006 und 2010 etwas schwächer aus als für das Baugewerbe. Es soll noch einmal daran erinnert werden, dass die Beschäftigungseffekte in dieser Studie in „Personenjahren“ gemessen werden, wobei in jeder Branche die jeweilige durchschnittliche Jahres-Arbeitszeit aller Beschäftigten zugrunde gelegt wird. Eine Verkürzung dieser Jahresarbeitszeit, z.B. durch die Einführung von Kurzarbeit, den Abbau von Überstunden oder durch einen höheren Anteil von Teilzeitbeschäftigten führt dabei zu einem Rückgang des Nettoumsatzes je Beschäftigten und somit auch der Arbeitsproduktivität.

| Arbeitsproduktivität = Bruttowertschöpfung je Erwerbstätigen in €a | | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|---|---------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Land- u. Forstwirtschaft, Fischerei | jew EUR | 21.195 | 24.635 | 23.209 | 20.151 | 22.999 |
| Produzierendes Gewerbe ohne Baugewerbe | jew EUR | 69.543 | 72.823 | 70.979 | 60.849 | 69.440 |
| Baugewerbe | jew EUR | 37.866 | 39.606 | 40.962 | 41.806 | 41.611 |
| Handel, Gastgewerbe und Verkehr | jew EUR | 37.631 | 37.926 | 39.488 | 37.124 | 38.342 |
| Finanzierung, Vermietung und Unternehmens-DL | jew EUR | 93.277 | 93.620 | 93.553 | 95.871 | 95.757 |
| Öffentliche und private Dienstleister | jew EUR | 39.763 | 40.078 | 40.591 | 41.672 | 42.055 |
| Land- u. Forstwirtschaft, Fischerei | % | 100 | 116,23 | 109,50 | 95,08 | 108,51 |
| Produzierendes Gewerbe ohne Baugewerbe | % | 100 | 104,72 | 102,07 | 87,50 | 99,85 |
| Baugewerbe | % | 100 | 104,60 | 108,18 | 110,41 | 109,89 |
| Handel, Gastgewerbe und Verkehr | % | 100 | 100,78 | 104,93 | 98,65 | 101,89 |
| Finanzierung, Vermietung und Unternehmens-DL | % | 100 | 100,37 | 100,30 | 102,78 | 102,66 |
| Öffentliche und private Dienstleister | % | 100 | 100,79 | 102,08 | 104,80 | 105,76 |

Quelle: Eigene Berechnungen auf der Basis von [GENESIS 2011]

Tabelle 3 Branchenspezifische Entwicklung der Arbeitsproduktivität 2006-2010

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 der nachfolgenden Tabelle 4 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 An-

Anlage 5

teils an den Beschäftigten im Sektor Bergbau und Verarbeitendes Gewerbe, wie er vom Statistischen Bundesamt für 2009 angegeben wurde (Spalten 4 und 5 in der Tabelle 4). In der Tabelle 4 werden 10 % 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, um überhaupt zu Aussagen zu gelangen.

Der Rechengang für die Schätzung der Beschäftigungseffekte in den Bundesländern ist in Tabelle 4 dargestellt.

| I. Bundesland des Investitionsortes | Anteil des Investitionsvolumens / der geförderten Wohneinheiten | "lokaler" Beschäftigungsanteil = Baugewerbe plus Handel plus Dienstleistungen = 90% von 92.500 PJ | Tätige Personen im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe 2009, in 1.000 Pers. Quelle: Stat. Jahrbuch 2010, S. 370 | Tätige Personen im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe 2009 Prozentualer Anteil | Beschäftigungsanteil durch Vorprodukte: Aufteilung nach der Verteilung VG im Bundesgebiet = 10% von 92.500 PJ | Ergebnis: Abschätzung der Beschäftigung in den Ländern in PJ |
|-------------------------------------|---|---|--|---|---|--|
| Baden-Württemberg | 18,36% | 15.285 | 1.159 | 20,21% | 1.869 | 17.154 |
| Bayern | 19,06% | 15.868 | 1.137 | 19,83% | 1.834 | 17.702 |
| Berlin | 5,54% | 4.615 | 88 | 1,53% | 142 | 4.756 |
| Brandenburg | 1,72% | 1.433 | 90 | 1,57% | 145 | 1.578 |
| Bremen | 1,03% | 859 | 51 | 0,89% | 82 | 941 |
| Hamburg | 4,14% | 3.448 | 83 | 1,45% | 134 | 3.582 |
| Hessen | 7,46% | 6.208 | 385 | 6,71% | 621 | 6.829 |
| Mecklenburg-Vorpommern | 0,66% | 552 | 56 | 0,98% | 90 | 642 |
| Niedersachsen | 7,19% | 5.984 | 491 | 8,56% | 792 | 6.776 |
| Nordrhein-Westfalen | 20,04% | 16.679 | 1.193 | 20,80% | 1.924 | 18.603 |
| Rheinland-Pfalz | 3,62% | 3.018 | 275 | 4,80% | 444 | 3.461 |
| Saarland | 0,98% | 818 | 92 | 1,60% | 148 | 966 |
| Sachsen | 3,46% | 2.878 | 235 | 4,10% | 379 | 3.257 |
| Sachsen-Anhalt | 1,81% | 1.509 | 124 | 2,16% | 200 | 1.709 |
| Schleswig-Holstein | 3,80% | 3.161 | 122 | 2,13% | 197 | 3.357 |
| Thüringen | 1,12% | 936 | 154 | 2,69% | 248 | 1.184 |
| Summe 2010 | 100,00% | 83.250 | 5.735 | 100,00% | 9.250 | 92.500 |

Tabelle 4 Berechnung der Beschäftigungseffekte der Länder 2010

3. Schätzung der Beschäftigungseffekte im Mittelstand

Das Institut für Mittelstandsforschung hat aktuell in [IfM 2011] differenziert nach Wirtschaftszweigen Angaben dazu veröffentlicht, welche Beschäftigtenanteile im Jahr 2008 auf Unternehmen des Mittelstands („KMU“ = Kleine und Mittlere Unternehmen) entfielen.

len und welchen Anteil der Mittelstand nach der Anzahl der Unternehmen hatte. Vgl. dazu die Tabelle 5. Dabei werden vom IfM alle Unternehmen zum Mittelstand gezählt, die weniger als 500 Beschäftigte haben und deren Jahresumsatz unter 50 Mio. € liegt.

Durch eine Verknüpfung dieser Daten mit den Informationen über die branchenspezifischen Anteile der Selbständigen und mithelfenden Familienangehörigen (vgl. Tabelle 7) erhält man eine sehr genaue Abschätzung der Erwerbstätigen, die in den einzelnen Wirtschaftszweigen in Unternehmen des Mittelstands tätig sind, also der branchenspezifischen Beschäftigtenquoten.

Dazu muss man die folgende – recht plausible – Annahme treffen:

- Alle Selbständigen und die mithelfenden Familienangehörigen eines Wirtschaftszweigs sind in Unternehmen des Mittelstands tätig. Wir unterstellen also, dass die Zahl der Selbständigen und mithelfenden Familienangehörigen, die in Unternehmen mit mehr als 500 Beschäftigten oder in Unternehmen mit einem Jahresumsatz von mehr als 50 Mio. Euro Umsatz tätig sind, vernachlässigt werden kann.

| Wirtschaftszweig | Anteile der KMU* 2008 in % | |
|--|----------------------------|---|
| | Unternehmen | Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte |
| Bergbau | 98,7 | 33,5 |
| Verarbeitendes Gewerbe | 98,3 | 45,6 |
| Energieversorgung | 97,8 | 16,7 |
| Wasserversorgung | 98,9 | 66,4 |
| Baugewerbe | 99,9 | 92,2 |
| Handel | 99,5 | 58,4 |
| Gastgewerbe | 100,0 | 86,6 |
| Information und Kommunikation | 99,7 | 55,1 |
| Finanz- und Versicherungsdienstleistungen | 99,3 | 39,4 |
| Freiberufliche, wissenschaftliche und technische DL | 99,9 | 78,8 |
| Erziehung und Unterricht | 99,7 | 60,5 |
| Gesundheits-, Veterinär- u. Sozialwesen | 99,6 | 64,5 |
| Kunst, Unterhaltung und Erholung | 99,9 | 84,4 |
| Sonstige öffentliche und persönliche Dienstleistungen | 99,9 | 75,9 |
| Alle Wirtschaftszweige | 99,6 | 59,9 |
| Quelle: Homepage des Instituts für Mittelstandsforschung Bonn, 2011 | | |
| * KMU laut Definition des IfM Bonn (bis 499 Beschäftigte und bis 50 Mio. € Umsatz) | | |

Tabelle 5 Die Bedeutung des Mittelstands nach Branchen im Jahr 2008

Unter Verwendung der Arbeitnehmer- und Selbständigenanteile des Jahres 2008 aus Tabelle 7 kann man nun für jeden Wirtschaftszweig errechnen:

- Anteil der Arbeitnehmer im Mittelstand = Anteil der Arbeitnehmer an allen Erwerbstätigen * Mittelstandsquote sozialversicherungspflichtig Beschäftigte laut Tabelle 5
- Anteil Beschäftigte im Mittelstand = Anteil Arbeitnehmer im Mittelstand + Anteil der Selbständigen und mithelfenden Familienangehörigen
- Ergebnis: Anteil Beschäftigte im Mittelstand im jeweiligen Wirtschaftszweig = Anteil

Anlage 5

der Erwerbstätigen (Arbeitnehmer plus Selbstständige und mithelfende Familienangehörige) im Mittelstand an allen Erwerbstätigen (des jeweiligen Wirtschaftszweigs)

Die Zwischenergebnisse und Ergebnisse dieser Rechnung sind für das Jahr 2008 in Tabelle 6 dokumentiert. Mit Hilfe der so errechneten branchenspezifischen Mittelstands-Beschäftigtenquoten wurden die branchenspezifischen Beschäftigungseffekte der verschiedenen Förderprogramme zur energetischen Sanierung sozialer Infrastruktur aufgeteilt in Beschäftigungseffekte im Mittelstand und solche in „Großunternehmen“. Da sich die Selbständigenanteile in den verschiedenen Branchen zwischen 2006 und 2010 nur minimal verändert haben, wurden die für 2008 ermittelten Mittelstandsquoten auch für die Aufteilung der Beschäftigungseffekte in den Jahren 2006, 2007, 2009 und 2010 verwendet.

| Wirtschaftszweige | Anteil ArbeitnehmerInnen an allen Erwerbstätigen 2008 | Anteil Selbstständige und mithelfende Familienangehörige 2008 | Anteil der ArbeitnehmerInnen in KMU an allen ArbeitnehmerInnen 2008 | Geschätzter Anteil der ArbeitnehmerInnen in KMU an allen Erwerbstätigen des Wirtschaftszweigs | Geschätzter Anteil der Erwerbstätigen in KMU an allen Erwerbstätigen des Wirtschaftszweigs |
|---|---|---|---|---|--|
| | (1) | (2) | (3) | (4) = (1) * (3) | (5) = (4) + (2) |
| Bergbau | 98,8% | 1,2% | 33,5% | 33,1% | 34,3% |
| Verarbeitendes Gewerbe | 95,9% | 4,1% | 45,6% | 43,7% | 47,8% |
| Energie- und Wasserversorgung | 100,0% | 0,0% | 26,2% | 26,2% | 26,2% |
| Baugewerbe | 79,4% | 20,6% | 92,2% | 73,2% | 93,8% |
| Handel | 87,6% | 12,4% | 58,4% | 51,2% | 63,6% |
| Gastgewerbe | 81,3% | 18,7% | 86,6% | 70,4% | 89,1% |
| Verkehr und Nachrichtenübermittlung | 93,4% | 6,6% | 55,1% | 51,5% | 58,0% |
| Kredit- und Versicherungsgewerbe | 88,6% | 11,4% | 39,4% | 34,9% | 46,3% |
| Dienstleistungen überwiegend für Unternehmen | 85,4% | 14,6% | 78,8% | 67,3% | 81,9% |
| Erziehung und Unterricht | 94,1% | 5,9% | 60,5% | 56,9% | 62,8% |
| Gesundheits-, Veterinär- u. Sozialwesen | 89,9% | 10,1% | 64,5% | 58,0% | 68,1% |
| Sonstige öffentliche und persönliche Dienstleistungen | 78,4% | 21,6% | 75,9% | 59,5% | 81,1% |

Tabelle 6 Ermittlung branchenspezifischer Mittelstands-Beschäftigtenquoten

4. Aufteilung der Beschäftigungseffekte auf Arbeitnehmer und Selbständige

Die amtliche Statistik veröffentlicht jährlich im Statistischen Jahrbuch [zuletzt DESTATIS 2010, S. 83] und zwischendurch auf der eigenen Homepage Daten über die Zahl der Erwerbstätigen im Inland nach Wirtschaftsabschnitten oder Wirtschaftsbereichen und unterscheidet dabei zwischen Erwerbstätigen insgesamt und Arbeitnehmern. Die Differenz zwischen diesen beiden Gruppen sind die Selbständigen und mithelfenden Familienangehörigen. Die derzeit neuesten Daten liegen für Wirtschaftsbereiche für die Jahre bis 2010 vor [DESTATIS 2011]. Wertet man diese Daten aus (vgl. Tabelle 7), dann erhält man für 2006 in der Gesamtwirtschaft einen Arbeitnehmeranteil von rund 88,8 %, der sich bis 2010 langsam aber stetig auf 89,1 % erhöht. Im Baugewerbe liegt der Arbeitnehmeranteil dagegen in der ganzen Zeit nur bei rund 79,3 %, d.h. dass in diesem Wirtschaftssektor der Anteil der Selbständigen (einschließlich der mithelfenden Familienangehörigen) fast doppelt so hoch ist wie in der Gesamtwirtschaft. Insgesamt zeigen die Arbeitnehmeranteile in den verschiedenen Wirtschaftsbereichen im Zeitraum 2006 bis 2010 nur eine sehr

schwache Entwicklung, so dass es gerechtfertigt erscheint, in der Schätzung der Beschäftigungswirkungen der drei untersuchten Förderprogramme einheitlich von den branchenspezifischen Arbeitnehmeranteilen des Jahres 2008 auszugehen.

| Erwerbstätige, dar. Arbeitnehmer, in 1.000 | Erwerbstätige | | | | | Arbeitnehmer | | | | |
|---|-------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
| Land- u. Forstwirtschaft, Fischerei | 837 | 850 | 860 | 859 | 849 | 435 | 445 | 451 | 458 | 461 |
| Produzierendes Gewerbe o. Baugewerbe | 7.826 | 7.911 | 8.026 | 7.796 | 7.664 | 7.492 | 7.593 | 7.710 | 7.519 | 7.384 |
| dar. Verarbeitendes Gewerbe | 7.453 | 7.543 | 7.664 | 7.440 | 7.312 | 7.120 | 7.226 | 7.349 | 7.163 | 7.032 |
| Baugewerbe | 2.174 | 2.209 | 2.193 | 2.204 | 2.232 | 1.721 | 1.751 | 1.741 | 1.746 | 1.767 |
| Dienstleistungsbereiche | 28.238 | 28.754 | 29.197 | 29.412 | 29.745 | 25.036 | 25.499 | 25.939 | 26.126 | 26.467 |
| davon | | | | | | | | | | |
| Handel, Gastgewerbe und Verkehr | 9.799 | 9.953 | 10.045 | 10.065 | 10.078 | 8.563 | 8.709 | 8.814 | 8.867 | 8.892 |
| Finanzierung, Vermietung und Unternehmensdienstleister | 6.586 | 6.821 | 7.010 | 6.954 | 7.110 | 5.609 | 5.834 | 6.023 | 5.947 | 6.120 |
| Öffentliche und private Dienstleister | 11.853 | 11.980 | 12.142 | 12.393 | 12.557 | 10.864 | 10.956 | 11.104 | 11.325 | 11.455 |
| Insgesamt | 39.075 | 39.724 | 40.276 | 40.271 | 40.490 | 34.684 | 35.288 | 35.841 | 35.849 | 36.079 |
| | Arbeitnehmeranteil in % | | | | | | | | | |
| | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | | | | | |
| Land- u. Forstwirtschaft, Fischerei | 52,0% | 52,4% | 52,4% | 53,3% | 54,3% | | | | | |
| Produzierendes Gewerbe o. Baugewerbe | 95,7% | 96,0% | 96,1% | 96,4% | 96,3% | | | | | |
| dar. Verarbeitendes Gewerbe | 95,5% | 95,8% | 95,9% | 96,3% | 96,2% | | | | | |
| Baugewerbe | 79,2% | 79,3% | 79,4% | 79,2% | 79,2% | | | | | |
| Dienstleistungsbereiche | 88,7% | 88,7% | 88,8% | 88,8% | 89,0% | | | | | |
| davon | | | | | | | | | | |
| Handel, Gastgewerbe und Verkehr | 87,4% | 87,5% | 87,7% | 88,1% | 88,2% | | | | | |
| Finanzierung, Vermietung und Unternehmensdienstleister | 85,2% | 85,5% | 85,9% | 85,5% | 86,1% | | | | | |
| Öffentliche und private Dienstleister | 91,7% | 91,5% | 91,5% | 91,4% | 91,2% | | | | | |
| Insgesamt | 88,8% | 88,8% | 89,0% | 89,0% | 89,1% | | | | | |

Quelle: Eigene Berechnungen BEI auf Basis [DESTATIS 2011]

Tabelle 7 Erwerbstätige und Arbeitnehmer nach Wirtschaftsbereichen 2006 bis 2010

Die oben beschriebene Input-Output-Rechnung liefert den Beschäftigungseffekt der Energiesparinvestitionen differenziert nach 71 Produktionsbereichen. Multipliziert man diese Beschäftigungseffekte mit dem Arbeitnehmeranteil des jeweils übergeordneten Wirtschaftsabschnitts oder Wirtschaftssektors, dann erhält man für jeden Produktionsbereich die Zahl der Arbeitnehmer (in PJ), die an der Ausführung der Energiesparinvestitionen mitgewirkt haben.

5. 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 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 8). 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% |

Quelle: Eigene Berechnungen BEI

Tabelle 8 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 %.

6. Monetäre Multiplikatorwirkung

Neben den Beschäftigungseffekten steht auch die gesamtwirtschaftliche monetäre Multiplikatorwirkung der geförderten Investitionen im Interesse der KfW-Bankengruppe. Welche Erhöhung des Bruttoinlandsprodukts wurde in den Programmen je Million Euro Investitionen bewirkt? Welcher Multiplikator ergibt sich daraus?

Grundlage für die Ermittlung der monetären Multiplikatorwirkung ist dieselbe Input-Output-Tabelle für 2007 [VGR 2010], die auch für die Berechnung der Beschäftigungseffekte verwendet wird. Dieses statische Input-Output-Modell bildet die Vorleistungsverflechtungen und Interdependenzen der deutschen Volkswirtschaft im Jahr 2007 ab. Nachfrageveränderungen werden dabei nicht nur in unmittelbar betroffenen Sektoren berücksichtigt, sondern auch bei einer Vielzahl vorgelagerter Bereiche. Die Unternehmen dieser Branchen steigern als Folge des exogenen Impulses ihren Umsatz und die Beschäftigung (Vorleistungseffekt). Bei den Wirkungen einer zusätzlichen Nachfrage wird unterschieden zwischen dem direkten Effekt in der Branche, in der der Nachfrageimpuls auftritt – hier im Ausbaugewerbe und bei den Dienstleistungen für die Bauplanung und die Bauleitung – und den indirekten Effekten, die sich aus der Vorleistungsverflechtung mit der übrigen Volkswirtschaft ergeben. Wie Tabelle 9 zeigt, belaufen sich diese Vorleistungseffekte bei einem Ausgabeimpuls im Hoch- und Tiefbau auf 91,5 % und im Ausbaugewerbe auf 73,9 % des anfänglichen Nettoumsatzes, bei einem Ausgabeimpuls im Dienstleistungsbereich Bauleitung/Bauplanung (abgebildet im Sektor „unternehmensbezogene Dienstleistungen“) jedoch nur auf 49,3 % des anfänglichen Nettoumsatzes. Bei einer Aufteilung der geförderten Nettoinvestitionen auf Hoch- und Tiefbau, Ausbaugewerbe und Bauplanung/Bauleitung im Verhältnis 40/40/20, wie dies in dieser Studie für die Förderprogramme „Energieeffizient bzw. Ökologisch Bauen“ angenommen wird, bewirken 100 Mio. Euro Anfangsinvestition einen zusätzlichen indirekten Vorleistungseffekt von 76 Mio. Euro. Für Investitionen im Förderprogramm „Energieeffizient Sanieren“ gehen wir von einer Aufteilung im Verhältnis 0/80/20 aus und erhalten bei 100 Mio. Euro Anfangsinvestitionen einen zusätzlichen Vorleistungseffekt von 69 Mio. Euro. Das Bruttoinlandsprodukt liegt also um 176 Mio. Euro bzw. 169 Mio. Euro höher, als wenn es die Investition im Bereich des ökologischen Bauens (energieeffizienten Sanierens) nicht gegeben hätte (und auch keine anderen Umsätze an ihrer statt). Der gesamtwirtschaftliche monetäre Multiplikator der in dieser Studie untersuchten, von der KfW-Gruppe geförderten Investitionen zum ökologischen Bauen (zur energetischen Sanierung) beträgt somit 1,76 bzw. 1,69.

| Anfangsimpuls im Wirtschaftsbereich ... | Nettoumsatz in Mio. Euro | | | | monetärer Multiplikator |
|---|--------------------------|---------------|-----------------------|---------------------|-------------------------|
| | Hoch- und Tiefbau | Ausbaugewerbe | Bauplanung/Bauleitung | Vorleistungseffekte | |
| Hoch- und Tiefbau | 100,0 | | | 91,5 | 1,92 |
| Ausbaugewerbe | | 100,0 | | 73,9 | 1,74 |
| Bauplanung/Bauleitung | | | 100,0 | 49,3 | 1,49 |
| Verteilter Impuls "Energieeffizient Sanieren" | | 80,0 | 20,0 | 69,0 | 1,69 |
| Verteilter Impuls "Ökologisch Bauen" | 40,0 | 40,0 | 20,0 | 76,0 | 1,76 |

Quelle: Eigene Berechnungen BEI auf Basis [DESTATIS 2011]

Tabelle 9 Monetäre Multiplikatorwirkung von Bauinvestitionen 2007

Um mit den Worten von [Hansen et al. 2010] zu sprechen, handelt es sich hierbei um eine „konservative Abschätzung“ der monetären Multiplikatorwirkung, die keine zusätzlichen Einkommenseffekte aus der Durchführung der Sanierungsinvestitionen unterstellt. Dieser

Fall erscheint zwar unwahrscheinlich, aber eine korrekte Einschätzung, in welchem Umfang die mithilfe der Förderprogramme durchgeführten Investitionsvorhaben zur Einstellung von bisher beschäftigungslosen Arbeitskräften und somit zur Entstehung zusätzlicher Einkommen – mit Gegenrechnung der Rückgänge an staatlichen Transferzahlungen – geführt haben, ist im Rahmen dieser Studie nicht zu leisten.

7. Literatur

(für diese Anlage benutzte Literatur)

- [Bleses 2007] Bleses, P. Input-Output-Rechnung. In: Wirtschaft und Statistik 1/2007. Hrsg. Statistisches Bundesamt. Wiesbaden. 2007. S. 86-96.
- [Clausnitzer et al 2011] Clausnitzer, Gabriel, von Hebel, Ludewig: Evaluierung der Wirksamkeit des Mitteleinsatzes des Zweiten Konjunkturprogramms 2009 – 2010 der Bundesregierung im Teilprogramm „Grundsanie rung und energetische Sanierung von Gebäuden“, Dritter Zwischenbericht zum 31.12.2010. Hrsg.: Bremer Energie Institut. Bremen. 2011.
- [DESTATIS 2010] Statistisches Jahrbuch 2010. Hrsg.: Statistisches Bundesamt. Wiesbaden. 2010.
- [DESTATIS 2011] Statistisches Bundesamt Deutschland: Erwerbstätige und Arbeitnehmer nach Wirtschaftsbereichen (Inlands konzept) 2006 bis 2010. Stand: 19. Mai 2011. Download unter: <http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Statistiken/Arbeitsmarkt/Erwerbstaetige/Tab el- len/Content75/ArbeitnehmerWirtschaftsbereiche,templateId=renderPrint.psml> am 20.06.2011
- [GENESIS 2011] GENESIS-Online 2011. Hrsg. : Statistisches Bundesamt. Wiesbaden. 2011. <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online/logon>
- [Hansen et al 2010] Hansen, P., Kronenberg, T., Kuckshinrichs, W., Müller, M.: Wirtschaftliche Effekte des CO2-Gebäudesanierungsprogramms der KfW für die Förderjahre 2005 bis 2007. In: Energiewirtschaftliche Tagesfragen 60. Jg. (2010), Heft 4, S. 16-22
- [IfM 2011] Institut für Mittelstandsforschung Bonn. KMU-Anteile in Deutschland nach Wirtschaftszweigen, Ergebnisse aus dem Unternehmensregister des Statistischen Bundesamtes. Bonn, 2011. Download unter: <http://www.ifm-bonn.org/index.php?id=672> am 11.07.2011.
- [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.

[VGR 2010]

Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung (VGR) des Bundes -
Input-Output-Rechnung. Statistisches Bundesamt. Fachserie
18 Reihe 2 – 2007. Wiesbaden. August 2010.