

Arbeitsgemeinschaft



Institut Wohnen und Umwelt GmbH
Rheinstraße 65
64295 Darmstadt

– Federführung –



Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und
Angewandte Materialforschung IFAM
Abteilung Energiesystemanalyse
Wiener Straße 12
28359 Bremen

Auftraggeber

KfW Bankengruppe

Gutachten

**Monitoring der KfW-Programme
„Energieeffizient Sanieren“
und „Energieeffizient Bauen“ 2017**

Autoren:

Institut Wohnen und Umwelt, Darmstadt

Dr.-Ing. Nikolaus Diefenbach

Dipl.-Ing., Dipl.-Wirt. Ing. Britta Stein

Dipl.-Phys. Tobias Loga

Dipl.-Math. (FH) Markus Rodenfels

Fraunhofer IFAM, Bremen

Dr. rer. nat. Karin Jahn

09. Oktober 2018

Korrigierte Fassung 19.03.2019

Korrekturverzeichnis

In der hier vorliegenden korrigierten Fassung wurden gegenüber der Ursprungsfassung vom 09.10.2018 folgende Änderungen vorgenommen: Die Angabe des geplanten Investitionsvolumens für das Förderprogramm „Energieeffizient Bauen“ im Jahr 2017 in Tabelle 2 auf Seite 7, Tabelle 4 auf Seite 12 und Tabelle 66 auf Seite 124 wurde auf 30.100 Mio. Euro korrigiert. Auch wurden die für den Zeitraum 2005 bis 2017 kumulierten Werte entsprechend auf 238.800 Mio. Euro berichtigt.

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|-----|
| Kurzfassung | 1 |
| Zusammenfassung..... | 3 |
| Executive Summary | 8 |
| Einleitung | 13 |
| I Das KfW-Programm „Energieeffizient Sanieren“ 2017 | 15 |
| I.1 Übersicht über das Förderprogramm..... | 15 |
| I.2 Datenerhebung und Berechnungsgrundlagen | 17 |
| I.3 Ermittlung der Energieeinsparungen und Treibhausgas-Minderungen | 19 |
| I.4 Modernisierungsfortschritt: Zustand vor der Modernisierung und durchgeführte Energiesparmaßnahmen | 28 |
| I.5 Heizkosteneinsparung in der Nutzungsdauer der geförderten Investitionen | 54 |
| I.6 Beschäftigungseffekte und Multiplikatorwirkung | 60 |
| I.7 Informationen zu den geförderten Gebäudeeigentümern..... | 70 |
| I.8 Zusatzfragen | 72 |
| I.9 Auswertungen zur Brennstoffzellenförderung und zu den Lüftungs- und Heizungspaketen..... | 75 |
| I.10 Das KfW-Programm „Energieeffizient Sanieren - Ergänzungskredit“ 2017 | 84 |
| II Das KfW-Programm „Energieeffizient Bauen“ 2017 | 90 |
| II.1 Übersicht über das Förderprogramm..... | 90 |
| II.2 Datenerhebung und Berechnungsgrundlagen | 91 |
| II.3 Ermittlung der Energieeinsparungen und Treibhausgas-Minderungen | 93 |
| II.4 Durchgeführte Maßnahmen zur Erreichung der geförderten Neubau-Standards..... | 99 |
| II.5 Heizkosteneinsparung in der Nutzungsdauer der geförderten Investitionen .. | 116 |
| II.6 Beschäftigungseffekte und Multiplikatorwirkung | 119 |
| II.7 Informationen zu den geförderten Gebäudeeigentümern..... | 125 |
| III Definitionen / Abkürzungen..... | 127 |
| IV Literaturverzeichnis | 128 |

Anlagen

| | |
|----------|--|
| Anlage 1 | Fragebogen „Energieeffizient Sanieren“ 2017 |
| Anlage 2 | Fragebogen „Energieeffizient Bauen“ 2017 |
| Anlage 3 | Fragebogen „Energieeffizient Sanieren - Ergänzungskredit“ 2017 |
| Anlage 4 | Grundlagen zur Ermittlung von Energiebedarf und Treibhausgasemissionen |
| Anlage 5 | Erläuterungen zur Methodik der Beschäftigungsanalyse |
| Anlage 6 | Tabellarische Übersicht |

Abbildungen

| | | |
|--------------|---|----|
| Abbildung 1 | Energieeffizient Sanieren / CO ₂ -Gebäudesanierungsprogramm: Zeitliche Entwicklung der Treibhausgasminderung seit 2006 (Förderfälle seit 2005) | 26 |
| Abbildung 2 | Energieeffizient Sanieren 2017: Anteil nachträglich wärmegeämmter Gebäudebauteile vor und nach Modernisierung (aus der gesamten Stichprobe hochgerechnet) | 29 |
| Abbildung 3 | Energieeffizient Sanieren 2017: Anteil nachträglich wärmegeämmter Gebäudebauteile vor und nach Modernisierung (KfW-Effizienzhäuser) | 30 |
| Abbildung 4 | Energieeffizient Sanieren 2017: Verteilung der Dämmstoffstärken der durchgeführten Modernisierungsmaßnahmen | 30 |
| Abbildung 5 | Energieeffizient Sanieren 2017: Anteile der Verglasungsarten vor Modernisierung bezogen auf die Fensterfläche vor Modernisierung..... | 34 |
| Abbildung 6 | Energieeffizient Sanieren 2017: Anteile der Verglasungsarten nach Modernisierung bezogen auf die Fensterfläche nach Modernisierung..... | 34 |
| Abbildung 7 | Energieeffizient Sanieren 2017: Erneuerung der Heizung | 35 |
| Abbildung 8 | Energieeffizient Sanieren 2017: Art des Hauptwärmeerzeugers der Zentral-/Etagenheizung vor der Modernisierung..... | 36 |
| Abbildung 9 | Energieeffizient Sanieren 2017: Art der Ofenheizung vor der Modernisierung..... | 37 |
| Abbildung 10 | Energieeffizient Sanieren 2017: Art des (Haupt-) Wärmeerzeugers, wenn der vorhandene Wärmeerzeuger beibehalten wurde | 38 |
| Abbildung 11 | Energieeffizient Sanieren 2017: Art des (Haupt-) Wärmeerzeugers nach der Modernisierung, wenn der Wärmeerzeuger modernisiert wurde..... | 38 |
| Abbildung 12 | Energieeffizient Sanieren 2017: Art des Warmwasserbereitungssystems vor der Modernisierung..... | 40 |
| Abbildung 13 | Energieeffizient Sanieren 2017: Art des Warmwasserbereitungssystems nach der Modernisierung..... | 40 |
| Abbildung 14 | Energieeffizient Sanieren 2017: Einbau neuer thermischer Solaranlagen zur Warmwasserbereitung (Solar WW) bzw. zur kombinierten Heizungsunterstützung und Warmwasserbereitung (Solar H + WW) | 41 |
| Abbildung 15 | Energieeffizient Sanieren 2017: Baujahr der geförderten Ein-/Zweifamilienhäuser (EZFH) | 46 |
| Abbildung 16 | Energieeffizient Sanieren 2017: Baujahr der geförderten Mehrfamilienhäuser (MFH) | 46 |

| | | |
|--------------|--|-----|
| Abbildung 17 | Energieeffizient Sanieren / CO ₂ -Gebäudesanierungsprogramm: Verwendung von Dämmstoffen mit einer Wärmeleitfähigkeit von bis zu 0,035 W/(mK) | 48 |
| Abbildung 18 | Energieeffizient Sanieren / CO ₂ -Gebäudesanierungsprogramm: Mittlere Dämmstoffdicken modernisierter Bauteile | 48 |
| Abbildung 19 | Energieeffizient Sanieren / CO ₂ -Gebäudesanierungsprogramm: Mittlere U-Werte der wärme gedämmten Bauteile..... | 49 |
| Abbildung 20 | Energieeffizient Sanieren / CO ₂ -Gebäudesanierungsprogramm: Aufteilung des Zuwachses bei der Wärmeschutzverglasung auf verschiedene Fenstertypen..... | 50 |
| Abbildung 21 | Energieeffizient Sanieren / CO ₂ -Gebäudesanierungsprogramm: Art der neu eingebauten Haupt-Wärmeerzeuger..... | 51 |
| Abbildung 22 | Energieeffizient Sanieren / CO ₂ -Gebäudesanierungsprogramm: Anteile der Förderfälle mit Einbau von Solaranlagen | 52 |
| Abbildung 23 | Energieeffizient Sanieren / CO ₂ -Gebäudesanierungsprogramm (alle Förderfälle): Anteil der Modernisierungsvorhaben mit Einbau von Lüftungsanlagen | 52 |
| Abbildung 24 | Energieeffizient Sanieren (nur KfW-Effizienzhäuser): Anteil der Modernisierungsvorhaben mit Einbau von Lüftungsanlagen | 53 |
| Abbildung 25 | Energieeffizient Sanieren 2017: Beschäftigungseffekte im Mittelstand | 63 |
| Abbildung 26 | Energieeffizient Sanieren 2017: Beschäftigungseffekte nach Branchen in Personenjahren | 65 |
| Abbildung 27 | Energieeffizient Sanieren 2017: Umsatzeffekte des Programms..... | 68 |
| Abbildung 28 | Energieeffizient Sanieren 2017: Altersstruktur der geförderten selbstnutzenden Einzeleigentümer | 71 |
| Abbildung 29 | Energieeffizient Sanieren 2017 – Fälle mit Heizungspaket: Art des Hauptwärmeerzeugers der Zentral-/Etagenheizung vor der Modernisierung..... | 81 |
| Abbildung 30 | Energieeffizient Sanieren – Fälle mit Heizungspaket 2017: Art des (Haupt-)Wärmeerzeugers nach der Modernisierung..... | 82 |
| Abbildung 31 | Energieeffizient Sanieren – Ergänzungskredit 2017: Art des Hauptwärmeerzeugers der Zentral-/Etagenheizung vor der Modernisierung..... | 88 |
| Abbildung 32 | Energieeffizient Sanieren – Ergänzungskredit 2017: Art des (Haupt-)Wärmeerzeugers nach der Modernisierung, wenn der Wärmeerzeuger modernisiert wurde | 88 |
| Abbildung 33 | Energieeffizient Bauen / Ökologisch Bauen: Zeitliche Wirkung der Treibhausgasminde rung gegenüber dem Referenzfall EnEV 2007 – 2018 (Förderfälle 2006 – 2017)..... | 97 |
| Abbildung 34 | Energieeffizient Bauen 2016: Anteile verschiedener Bauweisen der Außenwand | 100 |

| | | |
|--------------|---|-----|
| Abbildung 35 | Energieeffizient Bauen 2017: Überwiegend verwendete Energieträger der Beheizung..... | 102 |
| Abbildung 36 | Energieeffizient Bauen 2017: Einsatz von Solaranlagen (Photovoltaikanlagen und / oder solarthermische Anlagen) | 104 |
| Abbildung 37 | Energieeffizient Bauen 2017: Einsatz von solarthermischen Anlagen zur Warmwasserbereitung (Solar WW) bzw. zur kombinierten Heizungsunterstützung und Warmwasserbereitung (Solar H + WW) | 105 |
| Abbildung 38 | Energieeffizient Bauen 2017: Einsatz von Lüftungsanlagen mit bzw. ohne Wärmerückgewinnung..... | 106 |
| Abbildung 39 | Energieeffizient / Ökologisch Bauen: Anteil der von der KfW geförderten Gebäudestandards (gemessen an der Wohnungszahl) | 110 |
| Abbildung 40 | Energieeffizient / Ökologisch Bauen: Anteil der von der KfW geförderten Wohnungen an den Baugenehmigungen (Wohnungen in Wohngebäuden) des jeweiligen Jahres | 111 |
| Abbildung 41 | Energieeffizient / Ökologisch Bauen: Mittlere U-Werte der Gebäudebauteile Außenwand, Dach, Obergeschossdecke und Fußboden/Kellerdecke | 112 |
| Abbildung 42 | Energieeffizient / Ökologisch Bauen: Verwendete Fenstertypen..... | 113 |
| Abbildung 43 | Energieeffizient / Ökologisch Bauen: Eingesetzte Heizsysteme (Haupt-Wärmeerzeuger)..... | 114 |
| Abbildung 44 | Energieeffizient / Ökologisch Bauen: Installation von Solaranlagen | 115 |
| Abbildung 45 | Energieeffizient / Ökologisch Bauen: Installation von Lüftungsanlagen bezogen auf die Gesamtzahl der in den betrachteten Jahren geförderten Gebäude | 115 |
| Abbildung 46 | Energieeffizient Bauen 2017: Beschäftigungseffekte im Mittelstand..... | 121 |
| Abbildung 47 | Energieeffizient Bauen 2017: Beschäftigungseffekte nach Branchen in Personenjahren | 122 |
| Abbildung 48 | Energieeffizient Bauen 2017: Umsatzeffekte des Programms | 123 |
| Abbildung 49 | Energieeffizient Bauen 2017: Altersstruktur der geförderten selbstnutzenden Einzeleigentümer | 125 |

Tabellen

| | | |
|------------|--|----|
| Tabelle 1 | Energieeffizient Sanieren / CO ₂ -Gebäudesanierungsprogramm: Kennwerte der Förderung 2005 - 2017 | 5 |
| Tabelle 2 | Energieeffizient Bauen / Ökologisch Bauen: Kennwerte der Förderung 2006 - 2017 | 7 |
| Tabelle 3 | Energy-Efficient Refurbishment / CO ₂ Building Rehabilitation Programme: Characteristic values 2005 - 2017 | 10 |
| Tabelle 4 | Energy-efficient Construction: Characteristic values 2006 - 2017 | 12 |
| Tabelle 5 | Energieeffizient Sanieren 2017: Vergleich von KfW-Förderstatistik und Stichprobe für die einzelnen Schichten | 20 |
| Tabelle 6 | Energieeffizient Sanieren 2017: Endenergiebilanz nach Energieträgern..... | 21 |
| Tabelle 7 | Energieeffizient Sanieren 2017: Hochgerechnete Endenergieeinsparung nach Zuschuss- und Darlehensfällen | 22 |
| Tabelle 8 | Energieeffizient Sanieren 2017: Hochgerechnete Treibhausgas-Emissionsminderung (CO ₂ -Äquivalente: CO _{2e}) nach Zuschuss- und Darlehensfällen..... | 23 |
| Tabelle 9 | Energieeffizient Sanieren 2017: Emissionsminderungen und Endenergieeinsparungen nach Bundesländern | 25 |
| Tabelle 10 | Energieeffizient Sanieren / CO ₂ -Gebäudesanierungsprogramm: Kennwerte der Förderung 2005 - 2017 | 27 |
| Tabelle 11 | Energieeffizient Sanieren 2017: Anteile verschiedener Wärmeleitfähigkeitsgruppen | 31 |
| Tabelle 12 | Energieeffizient Sanieren 2017: Vergleich der bedingten Anforderungen der EnEV an die Bauteil-U-Werte für Bestandsgebäude mit den Ergebnissen der Stichprobe..... | 32 |
| Tabelle 13 | Energieeffizient Sanieren 2017: Anteil Zentralheizung..... | 35 |
| Tabelle 14 | Energieeffizient Sanieren 2017: Durchgeführte Wärmeschutzmaßnahmen der verschiedenen KfW-Effizienzhausstandards..... | 42 |
| Tabelle 15 | Energieeffizient Sanieren 2017: Relation des erreichten spezifischen Transmissionswärmeverlusts zum Wert des EnEV-Referenzgebäudes und Vergleich mit den KfW-Anforderungen | 43 |
| Tabelle 16 | Energieeffizient Sanieren 2017: Relation des erreichten Primärenergiebedarfs zum Wert des EnEV-Referenzgebäudes und Vergleich mit den KfW-Anforderungen..... | 43 |
| Tabelle 17 | Energieeffizient Sanieren 2017: Durchgeführte Maßnahmen der Wärmeversorgung bei den verschiedenen KfW-Effizienzhausstandards..... | 44 |
| Tabelle 18 | Energieeffizient Sanieren 2017: Wärmeversorgungsstruktur für verschiedene Modernisierungsstandards..... | 45 |

| | | |
|------------|--|----|
| Tabelle 19 | Energieeffizient Sanieren 2017: Endenergieeinsparung nach Energieträgern..... | 54 |
| Tabelle 20 | Annahmen zu realen jährlichen Preissteigerungsraten für Energieträger in Prozent pro Jahr..... | 55 |
| Tabelle 21 | Geschätzte reale Energiepreise der Verbraucher in € pro MWh (inkl. MwSt.) 2017 - 2047..... | 56 |
| Tabelle 22 | Geschätzte nominale Energiepreise der Verbraucher in € pro MWh (inkl. MwSt.) 2017 - 2047 | 56 |
| Tabelle 23 | Energieeffizient Sanieren 2017: Heizkostensparnis im Jahr 2018 in 1.000 €..... | 57 |
| Tabelle 24 | Energieeffizient Sanieren 2017: Heizkosteneinsparung, real und nach Diskontierung..... | 58 |
| Tabelle 25 | Energieeffizient Sanieren 2017: Beschäftigungseffekte | 61 |
| Tabelle 26 | Energieeffizient Sanieren 2017: Gesamtbeschäftigungseffekte nach Bundesländern | 62 |
| Tabelle 27 | Energieeffizient Sanieren 2017: Beschäftigungseffekte im Mittelstand..... | 63 |
| Tabelle 28 | Energieeffizient Sanieren 2017: Aufteilung der Beschäftigungseffekte auf Arbeitnehmer und Selbstständige | 64 |
| Tabelle 29 | Gebietstypologie nach dem Grad der Bevölkerungsdichte | 65 |
| Tabelle 30 | Energieeffizient Sanieren 2017: Gebietstypische Verteilung von Aufträgen..... | 66 |
| Tabelle 31 | Energieeffizient Sanieren 2017: Hochrechnung Beschäftigungseffekte nach Gebietstypen..... | 67 |
| Tabelle 32 | Energieeffizient Sanieren / CO ₂ -Gebäudesanierungsprogramm: Beschäftigungseffekte 2005 - 2017 | 69 |
| Tabelle 33 | Energieeffizient Sanieren 2017: Eigentümerstruktur..... | 70 |
| Tabelle 34 | Energieeffizient Sanieren 2017: Jahr des Eigentumserwerbs des Wohngebäudes (Einzeleigentümer)..... | 71 |
| Tabelle 35 | Energieeffizient Sanieren 2017: Einschätzung der Durchführung der Sanierungsmaßnahmen | 72 |
| Tabelle 36 | Energieeffizient Sanieren 2017: Einschätzung zu Kosten und Finanzierung der Sanierungsmaßnahmen..... | 73 |
| Tabelle 37 | Energieeffizient Sanieren 2017 – Fälle mit Brennstoffzellenförderung: Endenergiebilanz nach Energieträgern..... | 76 |
| Tabelle 38 | Energieeffizient Sanieren 2017 – Fälle mit Lüftungspaket: Endenergiebilanz nach Energieträgern..... | 78 |
| Tabelle 39 | Energieeffizient Sanieren 2017 – Fälle mit Heizungspaket: Endenergiebilanz nach Energieträgern..... | 80 |
| Tabelle 40 | Energieeffizient Sanieren 2017 – Fälle mit Heizungspaket: Anteil Zentralheizungen vor und nach der Modernisierung..... | 81 |

| | | |
|------------|---|-----|
| Tabelle 41 | Energieeffizient Sanieren - Ergänzungskredit 2017: Endenergiebilanz nach Energieträgern | 85 |
| Tabelle 42 | Energieeffizient Sanieren – Ergänzungskredit 2017: Übersicht über die geförderten Maßnahmen aufgeschlüsselt nach den Kategorien des Förderprogramms, bezogen auf die Gesamtzahl der Förderfälle | 87 |
| Tabelle 43 | Energieeffizient Sanieren – Ergänzungskredit 2017: Anteil Zentralheizungen vor und nach der Modernisierung | 87 |
| Tabelle 44 | Energieeffizient Bauen 2017: Vergleich von KfW-Förderstatistik und Stichprobe für die einzelnen Schichten | 93 |
| Tabelle 45 | Energieeffizient Bauen 2017: Endenergiebilanz nach Energieträgern..... | 94 |
| Tabelle 46 | Energieeffizient Bauen 2017: Endenergieeinsparung nach Gebäudetypen (Endenergie nach EnEV, ohne Solar- und Umweltwärme)..... | 94 |
| Tabelle 47 | Energieeffizient Bauen 2017: Treibhausgas-Emissionsminderung (CO ₂ -Äquivalente: CO _{2e}) nach Gebäudetypen | 95 |
| Tabelle 48 | Energieeffizient Bauen 2017: Emissionsminderungen und Endenergieeinsparungen nach Bundesländern | 96 |
| Tabelle 49 | Energieeffizient Bauen / Ökologisch Bauen: Kennwerte der Förderung 2006 - 2017 | 98 |
| Tabelle 50 | Energieeffizient Bauen 2017: Mittelwerte der Dämmstoffdicken und Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) für verschiedene Bauteile | 101 |
| Tabelle 51 | Energieeffizient Bauen 2017: Anteile verschiedener Fenstertypen und mittlere U-Werte der Fenster..... | 101 |
| Tabelle 52 | Energieeffizient Bauen 2017: Zentralisierungsgrad der Wärmeversorgung | 102 |
| Tabelle 53 | Energieeffizient Bauen 2017: Verwendete Haupt-Energieträger der Wärmeversorgung bezogen auf die Gebäudezahl bzw. Wohnungszahl..... | 103 |
| Tabelle 54 | Energieeffizient Bauen 2017: Vergleich des Wärmeschutzes der Gebäudehülle für verschiedene Neubaustandards | 107 |
| Tabelle 55 | Energieeffizient Bauen 2017: Unterschreitung des spezifischen Transmissionswärmeverlustes des EnEV-Referenzgebäudes und Vergleich mit den KfW-Anforderungen..... | 108 |
| Tabelle 56 | Energieeffizient Bauen 2017: Unterschreitung des Primärenergiebedarfs des EnEV-Referenzgebäudes und Vergleich mit den KfW-Anforderungen..... | 108 |
| Tabelle 57 | Energieeffizient Bauen 2017: Vergleich der Wärmeversorgungsstruktur verschiedener Neubaustandards..... | 109 |

| | | |
|------------|--|-----|
| Tabelle 58 | Energieeffizient Bauen 2017: Spezifischer Primärenergiebedarf und Treibhausgasemissionen für die verschiedenen Förderstandards | 109 |
| Tabelle 59 | Energieeffizient Bauen 2016: Endenergieeinsparung nach Energieträgern..... | 116 |
| Tabelle 60 | Energieeffizient Bauen 2016: Heizkosteneinsparnis im Jahr 2017 in 1.000 € | 117 |
| Tabelle 61 | Energieeffizient Bauen 2016: Heizkosteneinsparung, real und nach Diskontierung..... | 118 |
| Tabelle 62 | Energieeffizient Bauen 2017: Beschäftigungseffekte | 119 |
| Tabelle 63 | Energieeffizient Bauen 2017: Gesamtbeschäftigungseffekte nach Bundesländern | 120 |
| Tabelle 64 | Energieeffizient Bauen 2016 Beschäftigungseffekte im Mittelstand..... | 120 |
| Tabelle 65 | Energieeffizient Bauen 2017: Aufteilung der Beschäftigungseffekte auf Arbeitnehmer und Selbstständige | 122 |
| Tabelle 66 | Energieeffizient Bauen: Kennwerte der Förderung 2006 - 2017 | 124 |
| Tabelle 67 | Energieeffizient Bauen 2017: Eigentümerstruktur bezogen auf die Gebäude- bzw. Wohnungszahl..... | 125 |

Kurzfassung

KfW-Programm „Energieeffizient Sanieren“:

Im Rahmen des Programms wurden im Jahr 2017 mehr als 129.000 Förderzusagen für Maßnahmen an rund 275.000 Wohnungen erteilt.

Durch die geförderten Modernisierungsvorhaben wird insgesamt **eine Endenergieeinsparung von rund 1.400 Gigawattstunden pro Jahr** (bzw. 1,4 Mrd. Kilowattstunden pro Jahr) erreicht (bezogen auf Brennstoffe, Strom und Fernwärme, ohne Solar- und Umweltwärme).

Die **Primärenergieeinsparung** (bei Betrachtung des Bedarfs an nicht-erneuerbaren Energieträgern) beträgt rund **1.600 Gigawattstunden pro Jahr**.

Die **Treibhausgasminderung** der im Jahr 2017 geförderten Gebäudemodernisierungen beläuft sich auf einen Wert von etwa **480.000 Tonnen CO_{2e} pro Jahr**. Darin sind 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 berücksichtigt.

Für die Ermittlung der **Beschäftigungseffekte** wurden die Gesamtinvestitionskosten der energiesparenden Modernisierungsmaßnahmen aus den KfW-Antragsdaten zugrunde gelegt. Diese **Investitionen** in Höhe von **10,9 Mrd. € (inkl. MwSt.)** bewirkten **Beschäftigungseffekte** im Umfang von **118.000 Personenjahren (PJ)**.

KfW-Programm „Energieeffizient Bauen“:

Im Jahr 2017 wurden in dem Programm „Energieeffizient Bauen“ rund 54.000 Neubauvorhaben mit 117.000 Wohnungen gefördert. Gemessen an der Zahl der Baugenehmigungen im Jahr 2017 (laut Bautätigkeitsstatistik rund 300.000 Wohnungen), erreicht die Förderung damit einen Anteil von etwa 39 % am deutschen Wohnungsneubau.

Die jährlichen **Endenergieeinsparungen** der im Jahr 2017 geförderten Neubauten belaufen sich auf rund **290 Gigawattstunden pro Jahr** gegenüber dem Referenzfall Energieeinsparverordnung (EnEV).

Die **Primärenergieeinsparung** (nicht-erneuerbare Energieträger) errechnet sich zu etwa **420 Gigawattstunden pro Jahr**.

Die **Treibhausgasminderung**, die durch die 2017 geförderten Neubauten erreicht wurde, beträgt rund **139.000 Tonnen CO_{2e} pro Jahr (CO₂-Äquivalente mit Vorketten)** gegenüber dem Referenzfall.

Für die Ermittlung der **Beschäftigungseffekte** wurden die Gesamtinvestitionskosten der energieeffizienten Neubaumaßnahmen aus den KfW-Antragsdaten zugrunde gelegt. Diese **Investitionen** in Höhe von **30,1 Mrd. € (inkl. MwSt.)** bewirkten **Beschäftigungseffekte** im Umfang von **317.000 Personenjahren (PJ)**.

Zusammenfassung

Ziel und Methodik

Bei der Förderung der Energiesparmaßnahmen im Gebäudebestand und im Neubau kommt den mit Bundesmitteln finanzierten Programmen „Energieeffizient Sanieren“ und „Energieeffizient Bauen“ der KfW Bankengruppe eine dominierende Rolle zu. Als Programmziele sind vor allem die Energieeinsparung und Treibhausgasminderung, des Weiteren auch der Anstoß von Investitionen sowie die Schaffung bzw. Sicherung von Arbeitsplätzen zu nennen. Vor diesem Hintergrund werden mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) und der KfW Bankengruppe jährlich Monitoringuntersuchungen durchgeführt. Die im vorliegenden Bericht dargestellten Ergebnisse beziehen sich auf die Förderzusagen des Jahres 2017. Die in dem neuen Programm „Energieeffizient Bauen und Sanieren – Zuschuss Brennstoffzelle“ geförderten Wohngebäude sind mit enthalten. Separat ausgewertet und dokumentiert wurde auch das ohne Bundesmittel finanzierte Zusatzprogramm „Energieeffizient Sanieren – Ergänzungskredit“.

Wesentliche Basisdaten wurden sowohl bei der Modernisierungs- als auch bei der Neubauförderung durch schriftliche Befragung einer Stichprobe von Fördermittelempfängern geliefert. Für die Ermittlung der quantitativen Ergebnisse zu den Energieeinsparungen, Treibhausgasminderungen, Heizkosteneinsparungen und Beschäftigungseffekten, die mit den geförderten Modernisierungs- und Neubauvorhaben insgesamt verbunden sind, wurden Modellrechnungen durchgeführt. Da Stichprobenbefragungen immer mit statistischen Unsicherheiten behaftet sind und Modellrechnungen von den verwendeten 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“ 2017

Im Rahmen des Programms werden energiesparende Modernisierungsvorhaben durch zinsgünstige Darlehen bzw. Zuschüsse gefördert. Im Jahr 2017 wurden mehr als 129.000 Förderzusagen für Maßnahmen an rund 275.000 Wohnungen erteilt.

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

In etwa 35 % der geförderten Gebäude, bei den KfW-Effizienzhäusern in nahezu allen Fällen, wurden Wärmedämmmaßnahmen durchgeführt.² Die eingehaltenen Qualitätsniveaus (z. B. Dämmstoffdicken) liegen dabei deutlich über den Anforderungen der Energieeinsparverordnung (EnEV) an Bestandsmaßnahmen.

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 Wärmeversorgung und den Wärmeschutz bestimmt wird. Gleiches gilt auch für die im Folgenden betrachteten Treibhausgas- bzw. CO₂-Emissionen.

² Dämmung von Außenwänden, Dach/Obergeschoßsdecke und/oder Fußboden/Kellerdecke. Die Fenstererneuerung und die Modernisierung der Wärmeversorgung sind hier nicht mitgezählt.

Eine Erneuerung der Heizung fand in 69 % der Förderfälle statt, bei Erreichung eines KfW-Effizienzhausstandards gilt dies für etwa 76 % der Fälle. Solaranlagen (Solarthermie bzw. Photovoltaik) wurden bei 7 % der geförderten Modernisierungsvorhaben bzw. bei 35 % der geförderten KfW-Effizienzhäuser eingebaut. Lüftungsanlagen – diese mehrheitlich ohne Wärmerückgewinnung – wurden bei etwa 5 % der Förderfälle insgesamt bzw. bei 29 % der geförderten KfW-Effizienzhäuser installiert.

Durch die geförderten Modernisierungsvorhaben wird insgesamt **eine Endenergieeinsparung von rund 1.400 Gigawattstunden pro Jahr** (bzw. 1,4 Mrd. Kilowattstunden pro Jahr) erreicht. Angaben zur Endenergie beziehen sich hier auf die üblichen handelbaren Energieträger (d. h. Brennstoffe, Strom und Fernwärme ohne Solar- und Umweltwärme).

Die **Primärenergieeinsparung** (bei Betrachtung des Bedarfs an nicht-erneuerbaren Energieträgern) beträgt rund **1.600 Gigawattstunden pro Jahr**.

Die **Treibhausgasmindering** der im Jahr 2017 geförderten Gebäudemodernisierungen beläuft sich auf einen Wert von etwa **480.000 Tonnen CO_{2e} pro Jahr**. Darin sind 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 berücksichtigt.³

Die in den im Jahr 2017 geförderten Gebäuden erreichten **Heizkosteneinsparungen** betragen rund **136 Mio. € pro Jahr**.⁴ Unter Annahme einer durchschnittlichen Nutzungsdauer der Energiesparmaßnahmen von 30 Jahren ergeben sich **Gesamteinsparungen an Heizkosten** über diesen Zeitraum von rund **4,8 Mrd. €** (auf das Jahr 2017 abdiskontierter Barwert).⁵

Für die Ermittlung der **Beschäftigungseffekte** wurden die Gesamtinvestitionskosten der energiesparenden Modernisierungsmaßnahmen aus den KfW-Antragsdaten zugrunde gelegt. Diese **Investitionen** in Höhe von **10,9 Mrd. € (inkl. MwSt.)** bewirkten **Beschäftigungseffekte** im Umfang von **118.000 Personenjahren (PJ)**.

Die folgende Tabelle 1 zeigt im Überblick wesentliche Kenngrößen der Jahre 2005 - 2017 für „Energieeffizient Sanieren“ bzw. den Vorgänger „CO₂-Gebäudesanierungsprogramm“.

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

³ Die Abkürzung CO_{2e} steht für CO₂-Äquivalente.

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

⁵ Bei der Interpretation der Ergebnisse, vor allem beim Vergleich mit den Ergebnissen der Förderfälle früherer Jahre, ist zu beachten, dass sich der Zinssatz für Staatsanleihen 2017 immer noch auf einem niedrigen Niveau befand, was einen erheblichen Einfluss auf den ermittelten Barwert hat (siehe Abschnitt I.5.3).

Tabelle 1 Energieeffizient Sanieren / CO₂-Gebäudesanierungsprogramm: Kennwerte der Förderung 2005 - 2017⁶

| Förderfälle aus | Betroffene Wohneinheiten | Geplantes Investitionsvolumen* [Mio. €] | CO _{2e} -Reduktion [Tonnen pro Jahr] | Endenergieeinsparung** [GWh pro Jahr] | Gesamtbeschäftigungseffekte [Personenjahre] |
|-----------------------|--------------------------|---|---|---------------------------------------|---|
| 2005 | 70.000 | 1.500 | 340.000 | 670 | 27.000 |
| 2006 | 155.000 | 3.500 | 700.000 | 1.520 | 65.000 |
| 2007 | 89.000 | 2.100 | 330.000 | 940 | 35.000 |
| 2008 | 134.000 | 3.200 | 546.000 | 1.530 | 51.000 |
| 2009 | 363.000 | 7.000 | 955.000 | 2.680 | 111.000 |
| 2010 | 343.000 | 6.900 | 847.000 | 2.450 | 93.000 |
| 2011 | 180.000 | 3.900 | 457.000 | 1.250 | 52.000 |
| 2012 | 242.000 | 5.400 | 576.000 | 1.720 | 69.000 |
| 2013 | 276.000 | 6.500 | 650.000 | 1.740 | 79.000 |
| 2014 | 230.000 | 5.900 | 514.000 | 1.370 | 72.000 |
| 2015 | 237.000 | 6.400 | 523.000 | 1.390 | 75.000 |
| 2016 | 276.000 | 10.100 | 616.000 | 1.660 | 115.000 |
| 2017 | 275.000 | 10.900 | 480.000 | 1.440 | 118.000 |
| Kumuliert 2005 - 2017 | 2.870.000 | 73.300 | 7.534.000 | 20.360 | 962.000 |

* Investition in energiesparende Modernisierungsmaßnahmen

** Fernwärme, Strom, fossile Brennstoffe, Biomasse

Die Ergebnisse für das vergleichsweise kleine, ohne Einsatz von Bundesmitteln finanzierte Zusatzprogramm „Energieeffizient Sanieren – Ergänzungskredit“, das die Errichtung bzw. die Erweiterung von Heizungsanlagen auf Basis erneuerbarer Energien fördert, sind in den oben genannten Zahlen nicht enthalten. Die Auswertung für dieses Programm ist in Abschnitt I.10 des Berichts separat dokumentiert.

Ergebnisse für das Programm „Energieeffizient Bauen“ 2017

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 und Passivhäuser. In allen geförderten Fällen muss ein deutlich höheres Anforderungsniveau als die Energieeinsparverordnung (EnEV) erreicht werden. Der jeweils gültige EnEV-Neubaustandard wurde hier als Referenzfall für die Ermittlung von Energieeinsparungen, Treibhausgasminderungen und Heizkosteneinsparungen herangezogen.

Im Jahr 2017 wurden in dem Programm „Energieeffizient Bauen“ rund 54.000 Neubauvorhaben mit 117.000 Wohnungen gefördert. Gemessen an der Zahl der Baugenehmigungen im Jahr 2017 (laut Bautätigkeitsstatistik rund 300.000 Wohnungen), erreicht die Förderung damit einen Anteil von etwa 39 % am deutschen Wohnungsneubau.

⁶ Es werden gerundete Werte genannt. Die CO_{2e}- und Endenergieeinsparungen sind gegenüber dem Zustand vor der Modernisierung angegeben.

Die geförderten Gebäude wurden mit unterschiedlichen Bauweisen errichtet. Das einschalige Mauerwerk hat insgesamt einen Anteil von knapp 50 % (19 % mit zusätzlicher Wärmedämmung, 14 % mit Dämmstoffen in den Mauersteinen selbst, 16 % ohne weitere Dämmung). Häufig vertreten sind zudem der wärme gedämmte Holzbau mit einem Anteil von 36 % sowie das wärme gedämmte zweischalige Mauerwerk mit einem Anteil von 12 %. Das erreichte Wärmeschutzniveau liegt deutlich über dem EnEV-Neubau-Standard.

Die geförderten Neubauten werden am häufigsten (zu 66 %) mit elektrischen Wärmepumpen beheizt. Gasheizungen (überwiegend Erdgas) haben ebenso wie Fernwärmeheizungen einen Anteil von je 14 % und Biomasseheizungen von etwa 6 %.⁷ Heizöl wird nahezu nicht mehr als Hauptenergieträger eingesetzt.

Solaranlagen (Solarthermie bzw. Photovoltaik) wurden an 39 % der Gebäude installiert, Lüftungsanlagen (diese ganz überwiegend mit Wärmerückgewinnung) in 68 % der Gebäude.

Die jährlichen **Endenergieeinsparungen** der im Jahr 2017 geförderten Neubauten belaufen sich auf rund **290 Gigawattstunden pro Jahr** gegenüber dem Referenzfall EnEV.

Die **Primärenergieeinsparung** (nicht-erneuerbare Energieträger) errechnet sich zu etwa **420 Gigawattstunden pro Jahr**.

Die **Treibhausgasminde rung**, die durch die 2016 geförderten Neubauten erreicht wurde, beträgt rund **139.000 Tonnen CO_{2e} pro Jahr (CO₂-Äquivalente mit Vorketten)** gegenüber dem Referenzfall.

Die **jährlichen Heizkosteneinsparungen** gegenüber dem Referenzfall EnEV summieren sich für die Förderfälle des Jahres 2017 zu einem Betrag von rund **65 Mio. € pro Jahr**. Über eine Nutzungsdauer von 30 Jahren ergeben sich **Gesamteinsparungen an Heizkosten** von rund **2,0 Mrd. €** (auf das Jahr 2017 abdiskontierter Barwert).

Für die Ermittlung der **Beschäftigungseffekte** wurden die Gesamtinvestitionskosten der energieeffizienten Neubaumaßnahmen aus den KfW-Antragsdaten zugrunde gelegt. Diese **Investitionen** in Höhe von **30,1 Mrd. € (inkl. MwSt.)** bewirkten **Beschäftigungseffekte** im Umfang von **317.000 Personenjahren (PJ)**.

In Tabelle 2 sind wesentliche Kennwerte der Neubauförderung der Jahre 2006 - 2017 noch einmal zusammengefasst.

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 abweichende Werte: Gas 16 %, Fernwärme 26 %, elektrische Wärmepumpenheizungen 46 % und Biomasse 11 %.

Tabelle 2 Energieeffizient Bauen / Ökologisch Bauen: Kennwerte der Förderung 2006 - 2017⁸

| Förderfälle aus | Betroffene Wohneinheiten | Geplantes Investitionsvolumen* [Mio. €] | CO_{2e}-Reduktion [Tonnen pro Jahr] | Endenergieeinsparung** [GWh pro Jahr] | Gesamtbeschäftigungseffekte [Personenjahre] |
|----------------------------------|---------------------------------|--|--|--|--|
| 2006 | 55.000 | 7.500 | 75.000 | 250 | 107.000 |
| 2007 | 48.000 | 7.400 | 67.000 | 230 | 103.000 |
| 2008 | 49.000 | 8.000 | 69.000 | 240 | 109.000 |
| 2009 | 64.000 | 9.900 | 103.000 | 340 | 135.000 |
| 2010 | 84.000 | 14.300 | 93.000 | 290 | 192.000 |
| 2011 | 81.000 | 14.600 | 85.000 | 290 | 199.000 |
| 2012 | 115.000 | 21.600 | 103.000 | 360 | 278.000 |
| 2013 | 129.000 | 27.700 | 94.000 | 340 | 341.000 |
| 2014 | 108.000 | 26.400 | 101.000 | 330 | 305.000 |
| 2015 | 142.000 | 31.900 | 139.000 | 380 | 355.000 |
| 2016 | 159.000 | 39.600 | 182.000 | 430 | 429.000 |
| 2017 | 117.000 | 30.100 | 139.000 | 290 | 317.000 |
| Kumuliert 2006 - 2017 | 1.152.000 | 238.800 | 1.250.000 | 3.760 | 2.870.000 |

* Gesamtbaukosten der Neubauten ** Fernwärme, Strom, fossile Brennstoffe, Biomasse

⁸ Inklusive Vorgängerprogramm "Ökologisch Bauen". Es werden gerundete Werte genannt. Die CO_{2e}- und Endenergieeinsparungen sind gegenüber dem Referenzfall der jeweils gültigen Energieeinsparverordnung angegeben. Mit der EnEV 2009 fand eine Verschärfung des Anforderungsniveaus statt, nach den Vorgaben der EnEV 2014 wurden die Anforderungen ab dem 01.01.2016 noch einmal erhöht.

Executive Summary

Objective and Methodology

The KfW programmes “Energy-efficient Refurbishment” (Energieeffizient Sanieren) and “Energy-efficient Construction” (Energieeffizient Bauen), funded by federal grants, are the most significant providers of financial incentives for more energy efficiency in the German housing sector. The two programmes aim to promote energy savings and greenhouse gas reductions as well as encouraging investments and creating or safeguarding jobs. In this context, annual monitoring studies are carried out, which are financed by the Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (BMWi) and KfW Group (KfW Bankengruppe). The results presented in this report relate to the commitments of 2017 and include residential buildings funded under the programme “Energy-efficient Construction and Refurbishment - Fuel Cell Grant” (Energieeffizientes Bauen und Sanieren – Zuschuss Brennstoffzelle). The additional KfW-funded “Supplementary Programme for Energy-efficient Refurbishment - Renewable Energies for Heating” (Energieeffizient Sanieren – Ergänzungskredit), financed without federal funds, was also evaluated and documented separately.

Basic data were collected through written surveys of a sample from the recipients of promotion. Model calculations were carried out to determine quantitative results for the energy savings, greenhouse gas reductions, as well as savings in heating costs and employment effects associated with the supported modernisation and new-built projects. Since sample surveys are always subject to statistical uncertainties and models depend on the approaches used, they are only a simplified representation of reality; the results documented hereafter should therefore not be regarded as exact figures but as indicative values.

Results of the "Energy-efficient Refurbishment" programme in 2017

Under the programme, energy-saving refurbishment projects are promoted by loans at favourable conditions or grants. In 2017, more than 129,000 promotional commitments to modernise around 275,000 dwellings were allocated.

Individual or combined measures as well as complete packages seeking to achieve a “KfW Efficiency House” were promoted. To reach this standard, the building must not exceed predefined values for its primary energy demand⁹ and its total thermal insulation.

In about 35 % of all promoted buildings and nearly all KfW Efficiency Houses, thermal insulation measures have been carried out.¹⁰ The compliance with quality standards (e.g. insulation thickness) go far beyond the requirements set out by the Energy Saving Ordinance (EnEV).

In 69 % of the promotional cases the main heat supply system was replaced; this applies to 76 % of KfW Efficiency Houses. Solar systems (solar thermal or PV) were installed in 7 % of the modernisation projects and in 35 % of the KfW Efficiency Houses respectively.

⁹ In addition to the final energy demand, the primary energy demand also considers prior input (e.g. energy losses in power generation) and therefore represents an overall indicator for the building, which is determined by the energy source chosen as well as the efficiency of heat supply and thermal protection. The same applies to greenhouse gas and CO₂ emissions.

¹⁰ This includes the insulation of exterior walls, roofs/upper floor ceilings and/or floor/basement ceilings; the replacement of windows or modernisation of heat supply is not included.

Ventilation systems – mostly together with heat recovery – have been installed in about 5 % of all promotional cases or 29 % of the KfW Efficiency Houses.

These promoted modernisation projects' **annual final energy savings** amount to **1,400 gigawatt hours per year** (or 1.4 billion kilowatt hours per year). This figure is based on the usual marketable energy sources (i.e. fuels, electricity and district heating excluding solar and ambient heat).

Approximately **1,600 gigawatt hours of primary energy** (considering non-renewable energy sources) are calculated to be saved annually.

The **reduction in greenhouse gases** as a result of the targeted modernisation measures in 2017 amounts to a value of about **480,000 tonnes of CO_{2e} per year**. In addition to the direct emissions of the greenhouse gas CO₂, indirect upstream emissions related to the retrieval of the respective energy sources and CO₂ equivalents¹¹ of other greenhouse gases were also taken into account.

Heating cost savings add up to approximately **EUR 136 million per year**.¹² Assuming an average lifetime of 30 years for the energy saving measures applied, **total savings in heating costs** over this period would amount to **EUR 4.8 billion** (present value discounted to 2017).¹³

To determine the **effects on employment**, the total investment costs of the energy saving modernisation measures from aggregated application data of KfW were used. These **investments**, amounting to **EUR 10.9 billion (incl. VAT)** caused **employment effects** in the amount of **118,000 person-years (PJ)**.

Table 3 (Tabelle 3) sets out key characteristics for the programmes "Energy-efficient Refurbishment" and the predecessor programme "CO₂ Building Rehabilitation" (CO₂-Gebäudesanierungsprogramm) for the years 2005 to 2017. The CO_{2e} and final energy savings are shown in relation to the status before modernisation, while employment effects relate to the overall modernisation measures.

The results of the relatively small additional "Supplementary Programme for Energy-efficient Refurbishment", which promotes the deployment or upgrading of heating systems based on renewable energies, are not included in the above figures. The evaluation of this programme is documented separately in section I.8 of this report.

¹¹ The abbreviation CO_{2e} stands for CO₂ equivalent.

¹² This only includes energy costs for the purchase of energy carriers that are used for heating and hot water.

¹³ When interpreting the results, especially when comparing them with the results of promotional cases from previous years, it should be noted that the interest rate on government bonds was still at a low level in 2017, which has had a significant impact on the present value.

Tabelle 3 Energy-Efficient Refurbishment / CO₂ Building Rehabilitation Programme: Characteristic values 2005 - 2017¹⁴

| Promotional cases from | Dwellings considered | Planned Investment* [Mio. €] | CO _{2e} reduction [tonnes per year] | Final energy savings** [GWh per year] | Effects on employment [person-years] |
|-------------------------|----------------------|------------------------------|--|---------------------------------------|--------------------------------------|
| 2005 | 70,000 | 1,500 | 340,000 | 670 | 27,000 |
| 2006 | 155,000 | 3,500 | 700,000 | 1,520 | 65,000 |
| 2007 | 89,000 | 2,100 | 330,000 | 940 | 35,000 |
| 2008 | 134,000 | 3,200 | 546,000 | 1,530 | 51,000 |
| 2009 | 363,000 | 7,000 | 955,000 | 2,680 | 111,000 |
| 2010 | 343,000 | 6,900 | 847,000 | 2,450 | 93,000 |
| 2011 | 180,000 | 3,900 | 457,000 | 1,250 | 52,000 |
| 2012 | 242,000 | 5,400 | 576,000 | 1,720 | 69,000 |
| 2013 | 276,000 | 6,500 | 650,000 | 1,740 | 79,000 |
| 2014 | 230,000 | 5,900 | 514,000 | 1,370 | 72,000 |
| 2015 | 237,000 | 6,400 | 523,000 | 1,390 | 75,000 |
| 2016 | 276,000 | 10,100 | 616,000 | 1,660 | 115,000 |
| 2017 | 275,000 | 10,900 | 480,000 | 1,440 | 118,000 |
| Accumulated 2005 - 2017 | 2,870,000 | 73,300 | 7,534,000 | 20,360 | 962,000 |

* investments in energy saving refurbishment measures

** district heating, electricity, fossil fuels, biomass

Results of the "Energy-efficient Construction" programme in 2017

With regard to new buildings, the KfW promotes forward-looking standards related to the entire building, where special benchmarks concerning primary energy and thermal insulation must be met. Currently, different KfW Efficiency House standards and Passive Houses are supported. In all cases a level significantly higher than the requirements of the German Energy Saving Ordinance (EnEV) must be achieved. Requirements for new buildings according to the particular EnEV in force were used as a reference case for the determination of energy savings, greenhouse gas reductions and savings in heating costs.

In 2017, the "Energy-efficient Construction" programme supported approximately 54,000 building projects comprising 117,000 dwellings. Judging by the number of building permits in 2017 (according to construction statistics for around 300,000 dwellings), the programme reached a share of around 39 % of all new residential constructions in Germany.

Different construction methods were applied in the buildings promoted. Single-layer brick walls had a share of just under 50 % (19 % solid brick walls with additional insulation, 14 % insulation-filled bricks, 16 % without additional thermal insulation). Also very common are thermally insulated timber constructions (36 %), and cavity walls (with insulation in the space between the two leaves) at 12 %. The thermal protection level achieved is well above the EnEV standard for new buildings.

¹⁴ All figures are rounded. CO_{2e} reduction and final energy savings refer to the condition of the buildings before refurbishment.

Most of the new buildings are heated by electric heat pumps (66 %). Gas heaters (primarily natural gas) have a share of 14 %, district heating 14 % and biomass heating systems about 6 %.¹⁵ Heating oil is rarely used as the main energy source.

Solar thermal or PV systems were installed on 39 % of all buildings, ventilation systems (predominantly with heat recovery) in 68 %.

The **annual final energy savings** of the promoted new buildings in 2017 amount to approximately **290 gigawatt hours per year** compared to the EnEV reference case.

The **primary energy savings** (non-renewable sources of energy) are calculated to be about **420 gigawatt hours per year**.

The **reduction in greenhouse gases** that can be achieved through the supported new buildings adds up to around **139,000 tonnes of CO_{2e} per year (CO₂ equivalents with upstream processes)** when compared to the reference case.

The **annual savings in heating costs**, when compared to the reference case EnEV, come to around **EUR 65 million per year**. **Total savings in heating costs** of around **EUR 2.0 billion** result (present value discounted to 2017) based on the assumption of a useful life span of 30 years.

To determine the effects on employment, the total investment costs of energy-efficient construction measures were based on aggregated application data from KfW. These **investments** amounting to **EUR 30.1 billion (incl. VAT)** cause **employment effects** in the amount of **317,000 person-years (PJ)**.

Table 4 (Tabelle 4) summarises essential characteristics of the promoted new buildings for the years 2006 – 2017.

¹⁵ The percentages always relate to the promoted buildings. When considering the number of promoted dwellings, different values arise due to varying heating sources in single and multi-family houses: gas 16 %, district heating 26 %, electric heat pumps 46 % and biomass 11 %.

Tabelle 4 Energy-efficient Construction: Characteristic values 2006 - 2017¹⁶

| Promotional cases from | Dwellings considered | Planned Investment* [Mio. €] | CO _{2e} reduction [tonnes per year] | Final energy savings** [GWh per year] | Effects on employment [person-years] |
|-------------------------|----------------------|------------------------------|--|---------------------------------------|--------------------------------------|
| 2006 | 55,000 | 7,500 | 75,000 | 250 | 107,000 |
| 2007 | 48,000 | 7,400 | 67,000 | 230 | 103,000 |
| 2008 | 49,000 | 8,000 | 69,000 | 240 | 109,000 |
| 2009 | 64,000 | 9,900 | 103,000 | 340 | 135,000 |
| 2010 | 84,000 | 14,300 | 93,000 | 290 | 192,000 |
| 2011 | 81,000 | 14,600 | 85,000 | 290 | 199,000 |
| 2012 | 115,000 | 21,600 | 103,000 | 360 | 278,000 |
| 2013 | 129,000 | 27,700 | 94,000 | 340 | 341,000 |
| 2014 | 108,000 | 26,400 | 101,000 | 330 | 305,000 |
| 2015 | 142,000 | 31,900 | 139,000 | 380 | 355,000 |
| 2016 | 159,000 | 39,600 | 182,000 | 430 | 429,000 |
| 2017 | 117,000 | 30,100 | 139,000 | 290 | 317,000 |
| Accumulated 2006 - 2017 | 1,152,000 | 238,800 | 1,250,000 | 3,760 | 2,870,000 |

* total construction costs ** district heating, electricity, fossil fuels, biomass

¹⁶ This includes the predecessor programme "Ecological Construction" (Ökologisch Bauen). All figures are rounded. CO_{2e} and final energy savings are shown in relation to the reference case and refer to the energy saving regulations at the time. With the EnEV 2009, more stringent requirements were introduced. As a result of the EnEV 2014, further changes came into force from 2016 onwards. The employment effects relate to the overall construction measures.

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, vor allem 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: In diesem Bereich werden 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 Energie- und Klimaschutzpolitik der letzten Jahre dar. Die KfW Bankengruppe als Förderbank des Bundes und der Länder nimmt dabei eine zentrale Rolle ein. Die durch Bundesmittel finanzierten KfW-Programme „Energieeffizient Sanieren“ und „Energieeffizient Bauen“ sowie das ohne Bundesmittel finanzierte Zusatzprogramm „Energieeffizient Sanieren – Ergänzungskredit“ fördern Energieeffizienz in Wohngebäuden.¹⁷

Die vorliegende Untersuchung zeigt auf, welche Effekte bei der Energieeinsparung und Treibhausgasminderung durch die in den zuvor genannten 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 Arbeitplatzeffekte analysiert. Die notwendigen Basisdaten wurden jeweils durch die schriftliche Befragung einer Stichprobe von Fördermittelempfängern erhoben.

Der Bericht setzt eine Reihe von Monitoring-Untersuchungen fort. Für das Programm „Energieeffizient Sanieren“ bzw. seinen Vorläufer, das „CO₂-Gebäudesanierungsprogramm“ der KfW, liegen Auswertungen für die Förderjahre seit 2005 vor. Für die Neubauförderung im Programm „Energieeffizient Bauen“ bzw. das Vorgängerprogramm „Ökologisch Bauen“ wurden die Förderjahre seit 2006 ausgewertet ([Clausnitzer et al. 2007-2010]; [Diefenbach et al. 2011 - 2017]).

Die Durchführung der Analysen und die Erstellung des Berichts erfolgten in Arbeitsgemeinschaft durch das Institut Wohnen und Umwelt in Darmstadt (Federführung) und das Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM, Abteilung Energiesystemanalyse (vormals 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 Fraunhofer IFAM durchgeführt.

¹⁷ Der neu hinzugekommene Förderzweig „Energieeffizient Bauen und Sanieren – Zuschuss Brennstoffzelle“ wird, je nachdem ob es sich um Neubau- oder Sanierungsmaßnahmen handelt, in der vorliegenden Untersuchung dem entsprechenden Programm („Energieeffizient Bauen“ bzw. „Energieeffizient Sanieren“) zugeschlagen. Dabei werden nur Wohngebäude berücksichtigt.

I Das KfW-Programm „Energieeffizient Sanieren“ 2017

I.1 Übersicht über das Förderprogramm

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

Im Jahr 2017 wurden Zusagen in mehr als 129.000 Fällen für Maßnahmen an rund 275.000 Wohnungen erteilt, darunter etwa 29.600 Darlehen und 99.800 Förderzuschüsse.¹⁸

Es wurden Einzelmaßnahmen (darunter auch Kombinationen von Einzelmaßnahmen, Heizungs- und Lüftungspakete sowie der Einbau von Brennstoffzellenheizungen) und die Erreichung von Energieeffizienz-Standards für das Gesamtgebäude gefördert (KfW-Effizienzhäuser 55, 70, 85, 100, 115 und „Denkmal“). Dies beinhaltet sowohl Wärmeschutzmaßnahmen als auch Maßnahmen der Wärmeversorgung. 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.

Das Programm „Energieeffizient Sanieren“ gliedert sich in 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.

Die Vorgaben für die Modernisierung des Gesamtgebäudes auf „KfW-Effizienzhaus-Standard“ orientieren sich am Referenzgebäude der EnEV für Neubauten: Im Fall des KfW-Effizienzhaus 100 muss der Primärenergiebedarf des Referenzgebäudes der EnEV für das modernisierte Gebäude genau eingehalten werden. Beim KfW-Effizienzhaus 70 darf der Primärenergiebedarf nach der Modernisierung maximal 70 % dieses Wertes betragen. Auch beim Gebäudewärmeschutz gelten in Anlehnung an die EnEV¹⁹ abgestufte Regelungen für die verschiedenen KfW-Effizienzhäuser. Seit dem Jahr 2012 kann zudem der Förderstandard „KfW-Effizienzhaus Denkmal“ für Baudenkmale und besonders erhaltenswerte Bausubstanz in Anspruch genommen. Diese Gebäude sollten nach Durchführung der Maßnahmen 160 % der Primärenergieanforderung und 175 % der Anforderung an den Wärmeschutz für einen Neubau nicht überschreiten.

Seit April 2016 werden im Rahmen des Anreizprogramms Energieeffizienz (APEE) Heizungs- und Lüftungspakete gefördert. Das Heizungspaket besteht aus dem Einbau einer neuen Heizungsanlage und der Optimierung der Wärmeverteilung. Das Lüftungspaket besteht aus dem Einbau einer Lüftungsanlage (Zu- und Abluftanlage) mit Wärmerückge-

¹⁸ An einigen Stellen dieses Berichtes werden gerundete Werte verwendet. Dabei ist die tatsächliche Ungenauigkeit in aller Regel deutlich größer als der Rundungsfehler. Weitere Ungenauigkeiten ergeben sich dadurch, dass je nach betrachteter Teilmenge z. T. kleinere Anteile der Förderfälle in der KfW-Statistik nicht eindeutig zugeordnet werden können. Stellenweise führen diese Ungenauigkeiten zu geringfügig abweichenden Angaben zu den in Tabelle 5 angegebenen Gesamtzahlen.

¹⁹ Neben der Anforderung an den Primärenergiebedarf macht die EnEV auch Vorgaben für den spezifischen Transmissionswärmeverlust der Gebäudehülle.

winnung in Verbindung mit mindestens einer Sanierungsmaßnahme an der Gebäudehülle (z. B. Dämmung der Wände, Erneuerung der Fenster). Eine Kombination mit Einzelmaßnahmen zu Verbesserung der Energieeffizienz ist möglich.

Ebenfalls im Rahmen des Anreizprogramms Energieeffizienz (APEE) werden darüber hinaus im Programm 433 „Energieeffizient Bauen und Sanieren – Zuschuss Brennstoffzelle“ seit August 2016 Investitionszuschüsse für den Einbau von Brennstoffzellensystemen zur Wärme und –Stromversorgung gefördert. Förderfälle, die bestehende Wohngebäude betreffen, sind in den folgenden Auswertungen berücksichtigt.

In dem Programm 431 „Energieeffizient Sanieren – Baubegleitung“ kann ergänzend eine fachliche Begleitung der energetischen Sanierung gefördert werden. Diese Förderung der Baubegleitung wird in der vorliegenden Untersuchung nicht berücksichtigt. Sie tritt immer in Kombination mit einer Förderung von Maßnahmen zur Verbesserung des Wärmeschutzes bzw. der Wärmeversorgung im Programm „Energieeffizient Sanieren“ auf.

Das KfW-eigenfinanzierte Programm „Energieeffizient Sanieren – Ergänzungskredit“, dessen Fördermittel insbesondere ergänzend zu anderen Programmen eingesetzt werden, ist in Abschnitt I.10 separat behandelt.

I.2 Datenerhebung und Berechnungsgrundlagen

Durchführung der Befragung

Die Datenerhebung erfolgte durch eine schriftliche Befragung der Empfänger von Darlehen und Zuschüssen. Befragt wurden Fördermittelempfänger, deren Darlehens- bzw. Zuschussantrag im ersten Halbjahr 2017 genehmigt wurde. 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 11 Seiten und ist in Anlage 1 wiedergegeben. Insgesamt wurden 6.156 Fragebögen durch die KfW versendet. Bei der Ziehung dieser Stichprobe wurden je nach Zahl der geförderten Wohnungen und Art der Förderung (Einzelmaßnahmen bzw. KfW-Effizienzhausstandards) unterschiedliche Teilmengen berücksichtigt (s. Kap. I.3.1). Der Rücklauf betrug 1.192 Fragebögen, also rund 19 %.

Neben den Befragungsdaten wurden für die späteren Hochrechnungen auch Angaben der KfW-Förderstatistik verwendet, insbesondere die Anzahl der geförderten Wohnungen und die Investitionssummen der durchgeführten Maßnahmen aus den Antragsdaten.

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.

Insbesondere galten strenge Plausibilitätsanforderungen für die Ermittlung der 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 1.192 Fragebögen entsprachen 650 (also rund 55 %) 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 Maßnahmen 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 gleichbleibender 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 KfW-Programm „Energieeffizient Sanieren“ 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 KfW-Programm auch in Fällen einer Mitwirkung anderer Einflüsse 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 und Verbreitung besonders energiesparender Technologien und hoher Maßnahmenqualität beiträgt. Dadurch hat es eine „Ausstrahlungswirkung“, die über die eigentlich geförderten Fälle hinausreicht.

Definition der CO₂-Emissionen

Die betrachteten Treibhausgasemissionen beziehen sich hier – soweit nicht ausdrücklich anders vermerkt – auf „CO₂-Äquivalente“ (abgekürzt CO_{2e}).²⁰ Damit ist gemeint, dass neben Kohlendioxid auch die anderen bei der Verbrennung von Energieträgern auftretenden Treibhausgase (in Kohlendioxid-Äquivalente umgerechnet) berücksichtigt werden. Außerdem werden in der vorliegenden Untersuchung bei Betrachtung der CO₂-Äquivalente 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 mit berücksichtigt.

An einigen Stellen werden zusätzlich noch die reinen CO₂-Emissionen in Deutschland (ohne Berücksichtigung anderer Treibhausgase) in den Sektoren Haushalte und Emissionshandel²¹ angegeben. Das sind hier die reinen CO₂-Emissionen für Heizung und Warmwasserbereitung in den Gebäuden selbst bzw. 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.

²⁰ vgl. Kapitel Definitionen und Abkürzungen. „e“ steht international für „equivalent“.

²¹ Vom EU-Emissionshandel sind große Emittenten von CO₂, unter anderem Kraftwerke zur Stromerzeugung, betroffen.

I.3 Ermittlung der Energieeinsparungen und Treibhausgas-Minderungen

I.3.1 Durchführung der Hochrechnung

Bei der Aussendung der Fragebögen und für die Durchführung der Hochrechnung wurde die Gesamtmenge aller Förderfälle in verschiedene Teilmengen eingeteilt – in der Statistik spricht man in diesem Zusammenhang von „Schichten“. Unterschieden wurden Förderfälle mit 1 - 2 Wohneinheiten²² und Förderfälle mit 3 und mehr Wohneinheiten. Außerdem wurde berücksichtigt, ob bei der Modernisierung Heizungs- oder Lüftungspakete, Einzelmaßnahmen oder im Rahmen eines Gesamtpakets einer der KfW-Effizienzhausstandards umgesetzt wurden. Darüber hinaus wurden die in dem Programm „Zuschuss Brennstoffzelle“ in bestehenden Gebäuden geförderten Fälle in einer eigenen Schicht erhoben. Auf diese Weise ergaben sich 19 Schichten.

Tabelle 5 zeigt die entsprechenden Häufigkeiten in der KfW-Förderstatistik mit rund 129.000 Förderfällen bzw. 275.000 Wohnungen und in der Stichprobe mit 650 auswertbaren Fragebögen.

In den zugrunde liegenden Angaben der KfW wurden Fälle, in denen neben dem Investitionszuschuss für die Installation einer Brennstoffzelle noch eine weitere Förderung aus dem Programm „Energieeffizient Sanieren“ in Anspruch genommen worden war, doppelt gezählt. Diese Doppelzählung wurde auf Basis der Stichprobenerhebung grob korrigiert, die entsprechenden Fälle werden jetzt nur in der Zeile der Brennstoffzellenförderung gezählt.²³

Bei der Ermittlung der Energieeinsparungen und Treibhausgasminderungen des gesamten Förderprogramms wurden den untersuchten Fragebögen je nachdem, zu welcher Schicht sie gehören, unterschiedliche Hochrechnungsfaktoren zugewiesen.²⁴ Auf diese Weise ist es möglich, unterschiedliche Häufigkeiten der betrachteten Teilmengen in der Stichprobe gegenüber der tatsächlichen Jahresförderung zu berücksichtigen und bei der Hochrechnung zu korrigieren. Mit solchen Abweichungen ist schon allein aus dem Grund zu rechnen, dass aus einer Stichprobe von Förderzusagen des ersten Halbjahres Aussagen über das gesamte Jahr zu treffen sind. Außerdem wurden in der Stichprobe von vornherein bestimmte Teilmengen gezielt mit höheren Anteilen berücksichtigt, als sie in der Zahl der Förderfälle vertreten waren. Durch eine solche „disproportionale Schichtung“ lässt sich erreichen, dass auch diejenigen für die Auswertung interessanten Teilmengen, die bei den Förderfällen eventuell nicht stark vertreten sind, in ausreichender Anzahl in die Stichprobe gelangen.²⁵ Dies gilt hier z. B. für alle Schichten mit drei und mehr Wohnungen pro Förderfall: Diese sind im gesamten Förderjahr mit nur rund 10.000 von 129.000 Fällen vertreten, in der Stichprobe machen sie dagegen am Ende 233 von 650 auswertbaren Fällen aus. Durch diese stärkere Gewichtung in der Stichprobe wird nicht zuletzt dem Umstand Rechnung getragen, dass in diesen Teilmengen knapp die Hälfte der geförderten Wohnungen vertreten ist (etwa 126.000 von 275.000).

²² Hier sind nicht nur Ein- und Zweifamilienhäuser, sondern auch Eigentumswohnungen in Mehrfamilienhäusern mit erfasst.

²³ In der Stichprobe sind insgesamt 19 Fälle betroffen, diese entsprechen hochgerechnet 318 Förderfällen im Gesamtprogramm.

²⁴ Die Hochrechnung erfolgte am Ende auf Grundlage der Wohnungsanzahl. Für die Durchführung der Berechnungen wurde das Statistikprogramm R Studio, Version 1.0.143, verwendet. Durch eine sogenannte Redressment-Analyse werden die Hochrechnungsfaktoren so angepasst, dass die tatsächliche geförderte Wohnungszahl in jeder Schicht erreicht wird.

²⁵ Dieses Verfahren wurde erstmals für das Monitoring des Förderjahrgangs 2012 eingeführt [Diefenbach et al. 2013]. In den Auswertungen der früheren Jahre waren dagegen jeweils Zufallsstichproben aus der Gesamtmenge der Förderfälle des ersten Halbjahrs gezogen worden. Die Einteilung in Schichten war erst im Nachhinein bei der Auswertung und Hochrechnung erfolgt.

Tabelle 5 Energieeffizient Sanieren 2017: Vergleich von KfW-Förderstatistik²⁶ und Stichprobe für die einzelnen Schichten

| | KfW-Förderstatistik "Energieeffizient Sanieren" 2017 | | Stichprobe | |
|--|---|-------------------------|--------------------------|---------------------------|
| | Anzahl Förderzusagen | Anzahl Wohneinheiten | versendete Fragebögen | auswertbare Fragebögen |
| Förderfälle Zuschuss Brennstoffzelle | 1.237 | 1.597 | 485 | 74 |
| Förderfälle mit 1-2 Wohneinheiten | | | | |
| APEE Lüftungspaket* | 562 | 783 | 246 | 25 |
| APEE Heizungspaket** | 41.924 | 51.556 | 600 | 71 |
| sonstige Einzelmaßnahmen | 66.517 | 82.793 | 1.000 | 92 |
| KfW-Effizienzhaus 55 | 828 | 1.178 | 300 | 28 |
| KfW-Effizienzhaus 70 | 1.695 | 2.231 | 300 | 35 |
| KfW-Effizienzhaus 85 | 1.576 | 2.105 | 300 | 26 |
| KfW-Effizienzhaus 100 | 1.617 | 2.153 | 300 | 30 |
| KfW-Effizienzhaus 115 | 1.631 | 2.103 | 300 | 30 |
| KfW-Effizienzhaus Denkmal | 2.275 | 2.512 | 300 | 6 |
| Summe der Fälle mit 1-2 Wohneinheiten | 118.625 | 147.414 | 3.646 | 343 |
| Förderfälle mit ≥ 3 Wohneinheiten | | | | |
| APEE Lüftungspaket* | 90 | 981 | 35 | 6 |
| APEE Heizungspaket** | 2.590 | 31.565 | 350 | 37 |
| sonstige Einzelmaßnahmen | 4.474 | 65.551 | 700 | 71 |
| KfW-Effizienzhaus 55 | 327 | 2.831 | 117 | 17 |
| KfW-Effizienzhaus 70 | 398 | 4.574 | 186 | 23 |
| KfW-Effizienzhaus 85 | 403 | 5.157 | 149 | 19 |
| KfW-Effizienzhaus 100 | 398 | 6.865 | 165 | 26 |
| KfW-Effizienzhaus 115 | 393 | 4.669 | 153 | 25 |
| KfW-Effizienzhaus Denkmal | 466 | 4.186 | 170 | 9 |
| Summe der Fälle mit ≥ 3 Wohneinheiten | 9.539 | 126.379 | 2.025 | 233 |
| Summe (alle Förderfälle) | 129.401 | 275.390 | 6.156 | 650 |
| Anteil Einzelmaßnahmen inkl. Heizungs- und Lüftungspake- ten sowie Förderfälle Zu- schuss Brennstoffzelle | 91 % | 85 % | 55 % | 58 % |
| Anteil KfW-Effizienzhäuser | 9 % | 15 % | 45 % | 42 % |
| Anteil der Fälle mit 1-2 Wohneinheiten | 93 % | 54 % | 67 % | 64 % |
| Anteil der Fälle mit ≥ 3 Wohneinheiten | 7 % | 46 % | 33 % | 36 % |

* inklusive Fällen mit Heizungspaket und weiteren Einzelmaßnahmen

** inklusive Fällen mit weiteren Einzelmaßnahmen, ohne Fälle mit Lüftungspaket

²⁶ nach Korrektur von Doppelzählungen im Fall der Brennstoffzellenförderung

I.3.2 Endenergieeinsparung

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

Tabelle 6 Energieeffizient Sanieren 2017: Endenergiebilanz nach Energieträgern

| 2017 | Endenergie in GWh/a | | |
|--------------------------|---------------------|---------------------|--------------|
| | vor Modernisierung | nach Modernisierung | Einsparung |
| Erdgas/Flüssiggas | 2.903 | 2.919 | -17 |
| Heizöl | 2.392 | 1.371 | 1.021 |
| Kohle | 55 | 2 | 53 |
| Biomasse | 409 | 270 | 140 |
| Strom | 533 | 318 | 215 |
| Fernwärme | 232 | 203 | 29 |
| Summe | 6.523 | 5.082 | 1.441 |

1 GWh/a (Gigawattstunde pro Jahr) = 1 Mio. kWh/a (Kilowattstunden pro Jahr)
Bei Brennstoffen beziehen sich die Angaben auf den Heizwert Hi.

Die Endenergieeinsparung beträgt für die Förderfälle des Jahres 2017 insgesamt **ca. 1.441 GWh pro Jahr** (ca. 1,4 Mrd. kWh pro Jahr). Bei dem Energieträger Gas ergibt sich eine negative Einsparung, d. h. ein Mehrverbrauch. Die Ursache liegt hier insbesondere im Energieträgerwechsel bei Heizungserneuerung.

Vor der Modernisierung betrug der jährliche Endenergiebedarf der geförderten Gebäude 6.523 GWh pro Jahr (ca. 6,5 Mrd. kWh pro Jahr). Die prozentuale Einsparung beläuft sich also auf etwa 22 %.

Tabelle 7 zeigt die Endenergieeinsparungen getrennt nach Zuschussfällen²⁷ und Darlehensfällen. Außerdem werden die Kategorien Ein-/Zweifamilienhäuser (EZFH) und Mehrfamilienhäuser (MFH, d. h. Gebäude mit drei oder mehr Wohnungen) unterschieden.

²⁷ In den Angaben zu den Zuschussfällen sind neben Fällen, die über das Programm „Energieeffizient Sanieren – Investitionszuschuss“ (430) gefördert wurden, auch die in bestehenden Wohngebäuden über das Programm „Energieeffizient Bauen und Sanieren - Zuschuss Brennstoffzelle“ (433) geförderten Fälle enthalten. Dies gilt auch für die weiteren Auswertungen zur Zuschussförderung in diesem Bericht.

**Tabelle 7 Energieeffizient Sanieren 2017: Hochgerechnete
Endenergieeinsparung nach Zuschuss- und Darlehensfällen**

| 2016 | | Stichprobenfälle n | geförderte Wohnungen* | Endenergie-Einsparung | | |
|----------------|----------|--------------------|-----------------------|--|-------------------------|-----------------------|
| | | | | pro m ² Wohnfläche in kWh/(m ² a) | pro Wohnung in kWh/a | insgesamt in GWh/a |
| Zuschussfälle | EZFH/MFH | 289 | 136.532 | 38,3 | 4.317 | 589 |
| Darlehensfälle | EZFH | 162 | 41.004 | 73,0 | 8.573 | 352 |
| | MFH | 199 | 97.855 | 75,3 | 5.108 | 500 |
| gesamt: | | 650 | 275.390 | 53,7 | 5.231 | 1.441 |

* Hochrechnung aus der Stichprobe

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 Wohnflächenenerweiterung genutzt wird.²⁸

Vom Gesamtwert der Endenergieeinsparung (1.441 GWh/a) entfallen etwa 851 GWh pro Jahr (59 %) auf die Darlehensfälle. Der Beitrag der Zuschussfälle beläuft sich auf etwa 589 GWh pro Jahr (41 %).

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 Stichprobenergebnis (1.441 GWh) den tatsächlichen Wert mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % enthält: Sie beträgt hier rund 153 GWh bzw. 11 % des Ergebniswerts. Der tatsächliche Wert der Endenergieeinsparung befindet sich also mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % innerhalb des Intervalls 1.441 +/- 153 GWh, d. h. zwischen 1.288 und 1.593 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 Fördermittelempfänger, Unsicherheiten durch die Hochrechnung einer Stichprobe aus dem ersten Halbjahr auf das ganze Jahr oder Abweichungen der gemessenen von der modellbasiert berechneten Energieeinsparung. Hier gibt es erste Hinweise darauf, dass der tatsächliche Energieverbrauch und die daraus resultierenden Energieeinsparungen durch die Modellrechnungen im Mittel eher überschätzt werden [Clausnitzer et al. 2007]. Im Gegensatz zu anderen Berechnungsverfahren wird in der vorliegenden Untersuchung allerdings berücksichtigt, dass bei unsanierten Gebäuden niedrigere Raumtemperaturen vorliegen als bei gut gedämmten Häusern.²⁹ Die Diskrepanz zwischen berechnetem Energiebedarf und im Mittel zu erwartendem Verbrauch wird durch diesen Ansatz abgemildert. Aktuell wertet das IWU im Auftrag der KfW eine Internetbefragung zu Bestandsgebäuden und Neubauten aus, bei der Gebäudeei-

²⁸ Die aus der Stichprobe ermittelte Zunahme der Wohnfläche beträgt insgesamt rund 2 %, s. Abschnitt I.4.8.

²⁹ Beispielsweise berücksichtigt die für EnEV-Nachweise verwendete Norm DIN V 4108-6 solche Temperaturunterschiede nicht in diesem Umfang. Die Bilanzansätze dieser Norm bilden im Übrigen die Grundlage für die hier angewendete Methodik zur Berechnung des Heizwärmebedarfs (Näheres s. Anlage 4).

genschaften und Energieverbräuche gemeinsam erhoben wurden. Ziel ist insbesondere die Überprüfung und Verbesserung der Energiebilanzmethodik.

In einer erweiterten Definition des Endenergiebegriffs können auch die Wärmelieferung von Solaranlagen und die durch Wärmepumpen genutzte Umweltwärme mit betrachtet werden. Der Endenergiebedarf der Gebäude nach der Modernisierung erhöht sich damit von 5.082 GWh/a um 58 GWh/a Solarwärme und 82 GWh/a Umweltwärme auf 5.222 GWh/a. Der Anteil der erneuerbaren Energieträger Solarwärme, Umweltwärme und Biomasse (270 GWh/a, s. Tabelle 6) beträgt damit insgesamt 410 GWh/a bzw. rund 8 % des gesamten Endenergiebedarfs.

1.3.3 Primärenergieeinsparung

Im Zusammenhang mit der Energieeinsparverordnung wurde auch der Bedarf an nicht-erneuerbaren Primärenergieträgern als Bewertungsmaßstab für Gebäude eingeführt. Die Primärenergieeinsparung der im Programm „Energieeffizient Sanieren“ 2017 geförderten Modernisierungsvorhaben lässt sich mit ca. **1.603 GWh pro Jahr** angeben. Vor der Modernisierung lag der jährliche Primärenergiebedarf bei 7.093 GWh pro Jahr. Die prozentuale Einsparung beläuft sich somit auf 23 %. Für die Berechnung wurden die in Anlage 4 genannten Primärenergiefaktoren verwendet.

1.3.4 Treibhausgasreduktion

Tabelle 8 zeigt die Treibhausgasreduktion (CO₂-Äquivalente) der Förderfälle des Programms „Energieeffizient Sanieren“ im Überblick. Die Darstellung erfolgt auch hier getrennt nach Zuschuss- und Darlehensfällen (EZFH bzw. MFH). Die Angaben pro Quadratmeter Wohnfläche bzw. pro Wohnung beziehen sich auf die Wohnungsgröße bzw. Wohnungszahl nach der Modernisierung. Die verwendeten CO_{2e}-Emissionsfaktoren sind in Anlage 4 dokumentiert.

Tabelle 8 Energieeffizient Sanieren 2017: Hochgerechnete Treibhausgas-Emissionsminderung (CO₂-Äquivalente: CO_{2e}) nach Zuschuss- und Darlehensfällen

| 2017 | | Stichprobenfälle n | geförderte Wohnungen* | CO _{2e} -Minderung | | |
|----------------|----------|--------------------|-----------------------|---|------------------------|---------------------|
| | | | | pro m ² Wohnfläche in kg/(m ² a) | pro Wohnung in kg/a | insgesamt in t/a |
| Zuschussfälle | EZFH/MFH | 289 | 136.532 | 14,5 | 1.632 | 222.786 |
| Darlehensfälle | EZFH | 162 | 41.004 | 20,9 | 2.451 | 100.502 |
| | MFH | 199 | 97.855 | 23,6 | 1.599 | 156.515 |
| gesamt: | | 650 | 275.390 | 17,9 | 1.742 | 479.804 |

* Hochrechnung aus der Stichprobe

Im Ergebnis lässt sich festhalten, dass im Rahmen der durch das Programm „Energieeffizient Sanieren“ geförderten Modernisierungsvorhaben **rund 480.000 Tonnen CO_{2e} pro Jahr** eingespart werden. Davon entfallen rund 223.000 Tonnen pro Jahr auf die Zuschussfälle und 257.000 Tonnen pro Jahr auf die Darlehensfälle.

Die Emissionen der geförderten Gebäude vor der Modernisierung wurden ebenfalls entsprechend hochgerechnet. Es ergaben sich gerundet etwa 1,9 Mio. Tonnen pro Jahr. Die bei den im Jahr 2017 geförderten Gebäuden erreichte prozentuale CO_{2e}-Emissionsminderung beträgt damit rund 26 %. Dies ist eine höhere Quote als bei der End-

energieeinsparung (22 %, siehe oben). Die Ursache liegt 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 Fehlerbetrachtung ergibt, dass der Gesamtwert der CO_{2e}-Emissionsminderung mit 95 % Wahrscheinlichkeit zwischen 418.000 t/a und 541.000 t/a liegt.

I.3.5 Reine CO₂-Reduktion im Haushalts- und Emissionshandelssektor

Die Hochrechnung der CO₂-Emissionsminderungen wurde auch für die „reinen“ CO₂-Emissionen durchgeführt. Dabei wird differenziert nach

- einerseits den Emissionen allein des Treibhausgases CO₂ ohne Vorketten 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, die nicht „Vor-Ort“, sondern in Kraftwerken, Heizkraftwerken und Fernheizwerken eingespart werden, die in der Regel dem Sektor „Emissionshandel“ angehören.

Die verwendeten CO₂-Emissionsfaktoren sind in Anlage 4 dokumentiert.

Mit den im Programm „Energieeffizient Sanieren“ finanzierten Modernisierungsmaßnahmen konnten im Haushaltssektor rund **284.000 Tonnen pro Jahr** eingespart werden. Die Darlehensfälle tragen hierzu 172.000 Tonnen pro Jahr (61 %), die Zuschussfälle 112.000 Tonnen pro Jahr (39 %) bei.

Die entsprechenden CO₂-Minderungen im Sektor „Emissionshandel“ liegen bei rund **130.000 Tonnen pro Jahr**³⁰. Davon entfallen ungefähr 48.000 Tonnen (37 %) auf die Darlehens- und 82.000 Tonnen (63 %) auf die Zuschussfälle.

³⁰ Da es sich hier um reine CO₂-Emissionen ohne Vorketten und Anrechnung weiterer Treibhausgase handelt, ist die Summe der Ergebnisse für den Haushalts- und Emissionshandelssektor kleiner als der Gesamtwert für die Treibhausgasreduktion in Abschnitt I.3.4

I.3.6 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.

Tabelle 9 Energieeffizient Sanieren 2017: Emissionsminderungen und Endenergieeinsparungen nach Bundesländern³¹

| 2017 | 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 | 39.744 | 17,2 % | 82.343 | 48.818 | 247 |
| Bayern | 39.471 | 17,0 % | 81.777 | 48.482 | 246 |
| Berlin | 7.242 | 3,1 % | 15.004 | 8.895 | 45 |
| Brandenburg | 3.565 | 1,5 % | 7.385 | 4.378 | 22 |
| Bremen | 2.673 | 1,2 % | 5.539 | 3.284 | 17 |
| Hamburg | 6.018 | 2,6 % | 12.469 | 7.392 | 37 |
| Hessen | 19.310 | 8,3 % | 40.008 | 23.719 | 120 |
| Mecklenburg-Vorpommern | 1.609 | 0,7 % | 3.334 | 1.977 | 10 |
| Niedersachsen | 22.241 | 9,6 % | 46.080 | 27.319 | 138 |
| Nordrhein-Westfalen | 52.408 | 22,6 % | 108.581 | 64.373 | 326 |
| Rheinland-Pfalz | 11.288 | 4,9 % | 23.387 | 13.865 | 70 |
| Saarland | 3.495 | 1,5 % | 7.241 | 4.293 | 22 |
| Sachsen | 7.306 | 3,2 % | 15.137 | 8.974 | 45 |
| Sachsen-Anhalt | 3.440 | 1,5 % | 7.127 | 4.225 | 21 |
| Schleswig-Holstein | 8.745 | 3,8 % | 18.118 | 10.742 | 54 |
| Thüringen | 3.029 | 1,3 % | 6.275 | 3.720 | 19 |
| Deutschland gesamt | 231.586 | 100,0 % | 479.804 | 284.457 | 1.441 |

³¹ Die Aufteilung der Energieeinsparungen nach Bundesländern erfolgte für die Förderfälle 2017 auf Basis von Angaben zu 231.586 Wohneinheiten. 43.801 Wohnungen konnten keinem Bundesland zugeordnet werden. In der Regel betrifft dies Zuschüsse mit Sofortzusagen.

I.3.7 Vergleich mit den Vorjahren

Die zeitliche Entwicklung der Wirkung des Programms „Energieeffizient Sanieren“ inklusive des Vorläufers „CO₂-Gebäudesanierungsprogramm“ ist in Abbildung 1 dargestellt.³²

Es wurde unterstellt, dass die geförderten Modernisierungen ihre jährlich anfallenden Energieeinsparungen und CO₂-Minderungen erstmals im Kalenderjahr nach Erteilung der Förderzusage entfalten. Beispielsweise macht sich die Wirkung des Förderjahres 2017 mit 480.000 t CO_{2e} pro Jahr erst ab 2018 bemerkbar.

Die kumulierte, jährliche Treibhausgasminderung der bisher untersuchten Förderjahre 2005 bis 2017 beträgt 2018 etwa 7,5 Mio. Tonnen CO_{2e}.

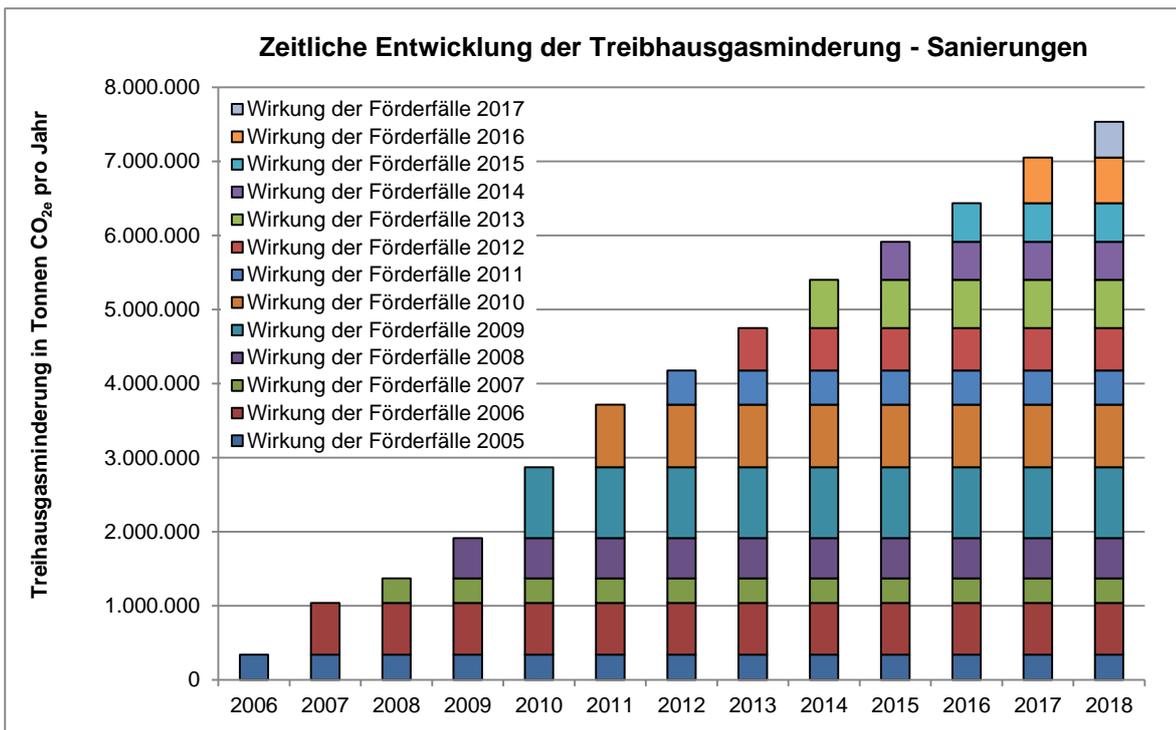


Abbildung 1 Energieeffizient Sanieren / CO₂-Gebäudesanierungsprogramm: Zeitliche Entwicklung der Treibhausgasminderung seit 2006 (Förderfälle seit 2005)

³² Die Zahlen der früheren Jahre sind in [Clausnitzer et al. 2007 - 2010] und [Diefenbach et al. 2010 - 2018] dokumentiert.

Tabelle 10 zeigt die zugrunde liegenden Jahreswerte der Treibhausgasminderungen sowie die Endenergieeinsparungen der Jahre 2005 - 2017.

Tabelle 10 Energieeffizient Sanieren / CO₂-Gebäudesanierungsprogramm: Kennwerte der Förderung 2005 - 2017³³

| Förderfälle aus | Betroffene Wohneinheiten | CO_{2e}-Reduktion [Tonnen pro Jahr] | Endenergieeinsparung* [GWh pro Jahr] |
|------------------------------|---------------------------------|--|---|
| 2005 | 70.000 | 340.000 | 670 |
| 2006 | 155.000 | 700.000 | 1.520 |
| 2007 | 89.000 | 330.000 | 940 |
| 2008 | 134.000 | 546.000 | 1.530 |
| 2009 | 363.000 | 955.000 | 2.680 |
| 2010 | 343.000 | 847.000 | 2.450 |
| 2011 | 180.000 | 457.000 | 1.250 |
| 2012 | 242.000 | 576.000 | 1.720 |
| 2013 | 276.000 | 650.000 | 1.740 |
| 2014 | 230.000 | 514.000 | 1.370 |
| 2015 | 237.000 | 523.000 | 1.390 |
| 2016 | 276.000 | 616.000 | 1.660 |
| 2017 | 275.000 | 480.000 | 1.440 |
| Kumuliert 2005 - 2017 | 2.870.000 | 7.534.000 | 20.360 |

* Fernwärme, Strom, fossile Brennstoffe, Biomasse

³³ Es werden gerundete Werte genannt; die Summe der Einzelwerte kann daher geringfügig von den kumulierten Werten abweichen. Die CO_{2e}- und Endenergieeinsparungen sind gegenüber dem Zustand vor der Modernisierung angegeben.

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 Informationen sowohl zum Modernisierungsvorhaben als auch zum ursprünglichen Zustand des Gebäudes erhoben. 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 die Stichprobe der bewilligten Förderfälle im Programm „Energieeffizient Sanieren“ aus dem ersten Halbjahr 2017 (und zwar Investitionszuschuss in den Programmen 430 und 433 oder Darlehen in den Programmen 151 und 152).³⁴ Im Rahmen des Programms werden teils Einzelmaßnahmen, teils Modernisierungen auf einen KfW-Effizienzhausstandard gefördert, so dass der Umfang der Maßnahmen pro Wohnung bzw. Gebäude sehr unterschiedlich ist. Die Ergebnisse für KfW-Energieeffizienzhäuser, die in der Regel mit großen Maßnahmenpaketen realisiert werden, sind daher teilweise noch einmal separat dargestellt.

I.4.1 Wärmedämmmaßnahmen

Bei Inanspruchnahme des Programms „Energieeffizient Sanieren“ wird häufig eine Wärmedämmung durchgeführt.³⁵ Im Jahr 2017 wurden in 29 % der Fälle Dämmmaßnahmen am Dach bzw. der Obergeschossdecke vorgenommen. Bei der Außenwanddämmung waren es 17 %, der Erdgeschossfußboden (bzw. die Kellerdecke) wurde in 10 % der Fälle gedämmt. Diese Angaben basieren auf 650 auswertbaren Fragebögen.³⁶ 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 277 auswertbaren Fragebögen. Der Modernisierungsfortschritt ist hier deutlich höher: In nahezu allen Fällen (97 %) wurde eine Wärmedämmung durchgeführt, und zwar beträgt der Anteil der Gebäude mit Maßnahmen zur Dach- bzw. Obergeschossdeckendämmung 93 %, bei der Wanddämmung sind es ebenfalls 93 %, der Fußboden wurde in 78 % der Fälle gedämmt.

³⁴ Bei der Hochrechnung auf das Gesamtprogramm werden auch hier die Einzelfälle der Stichprobe gemäß der in Abschnitt I.3.1 dargestellten Schichtung unterschiedlich gewichtet. Wenn parallel zur Brennstoffzelle ein KfW-Effizienzhausstandard erreicht wurde, sind die entsprechenden Fälle in der Auswertung unter den Effizienzhäusern subsumiert, ansonsten, ebenso wie die Fälle mit Heizungs- und Lüftungspaket, unter den Einzelmaßnahmen.

³⁵ In 35 % der Fälle wurde eine Wärmedämmung vorgenommen, d. h. mindestens eine der Maßnahmen Außenwanddämmung, Dach- bzw. Obergeschossdeckendämmung oder Kellerdecken- bzw. Erdgeschossfußbodendämmung durchgeführt. Der Anteil der Fälle, in denen mindestens eine Wärmeschutzmaßnahme (Dämmung oder Fenstererneuerung) durchgeführt wurde, beträgt 55 %.

³⁶ Die Auswertungen zum Modernisierungsfortschritt wurden mit denjenigen Fällen durchgeführt, die auch die Plausibilitätsanforderung für die Energiebilanz erfüllen. In einigen Fällen, bei denen sich die Auswertungen auf bestimmte Teilmengen beziehen (z. B. nur Betrachtung von Effizienzhäusern), ist die auswertbare Fallzahl teils 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. Abbildung 2 gibt eine Übersicht über die gedämmten Anteile von Dach/Obergeschossdecke, Wand und Fußboden/Kellerdecke vor und nach der Modernisierung für die gesamte Stichprobe.³⁷ Die Darstellung erfasst den gedämmten Flächenanteil: Beispielsweise wurde eine nur teilweise gedämmte Außenwand nur entsprechend diesem Anteil im Gesamtergebnis berücksichtigt.

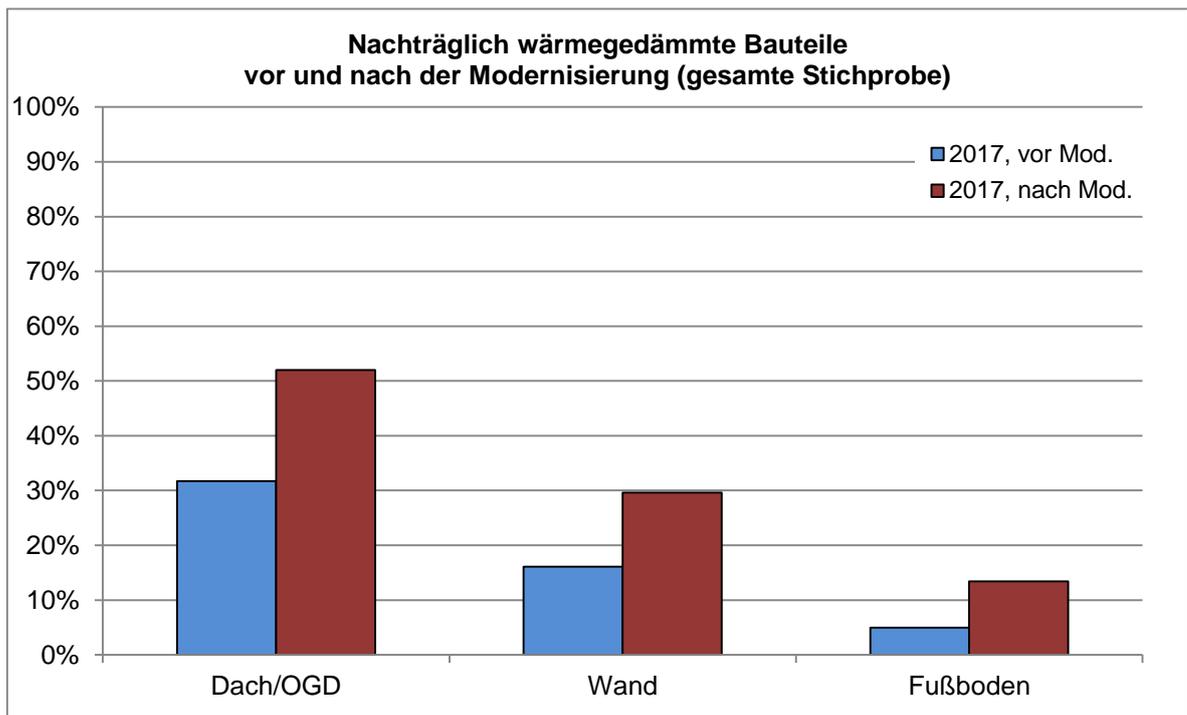


Abbildung 2 Energieeffizient Sanieren 2017: Anteil nachträglich wärmedämmter Gebäudebauteile vor und nach Modernisierung (aus der gesamten Stichprobe hochgerechnet)
 unter Berücksichtigung des jeweiligen Flächenanteils der Wärmedämmung.
 n= 650 Fälle. OGD = oberste Geschossdecke

Die Dachflächen bzw. Obergeschossdeckenflächen der Gebäude waren bereits vor der Modernisierung zu etwa 32 % nachträglich gedämmt. Dagegen wiesen nur 16 % der Außenwand- und 5 % der Fußboden- bzw. Kellerdeckenflächen eine nachträglich aufgebraachte Dämmschicht auf.

Nach der Modernisierung ist bei den 2017 geförderten Gebäuden 52 % der Fläche von Dächern/Obergeschossdecken, 30 % der Außenwandfläche und 13 % der Fußboden-/Kellerdeckenfläche gedämmt.

Abbildung 3 zeigt, dass in der Gruppe der Effizienzhäuser die gedämmten Flächenanteile vor der Modernisierung niedriger, nachher aber deutlich höher sind als im Durchschnitt über die Stichprobe.

Die bei der Modernisierung angewendeten Dämmstoffstärken sind in Abbildung 4 für die gesamte Stichprobe in einer Häufigkeitsverteilung dargestellt.

³⁷ Die prozentualen Anteile in dieser Darstellung sind auf das Gesamtprogramm bezogen, also auch auf diejenigen Förderfälle, in denen keine Wärmedämmung, sondern nur eine Erneuerung der Fenster bzw. des Heizsystems stattgefunden hat.

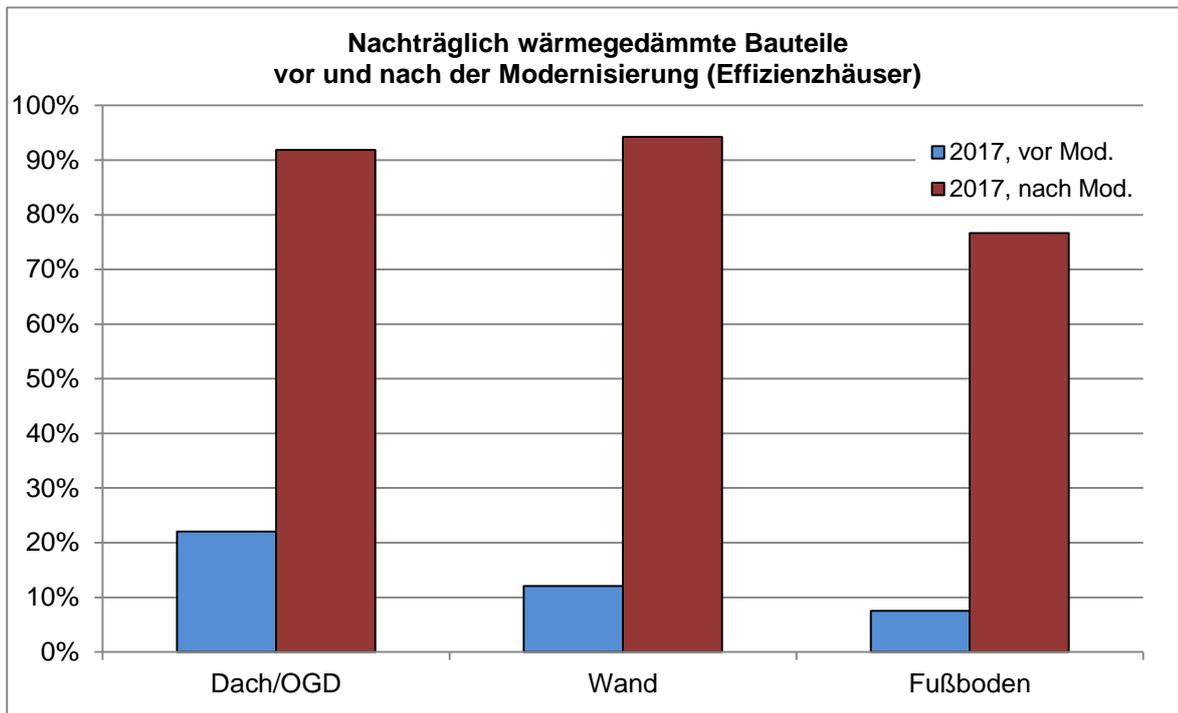


Abbildung 3 Energieeffizient Sanieren 2017: Anteil nachträglich wärmedämmter Gebäudebauteile vor und nach Modernisierung (KfW-Effizienzhäuser)
 unter Berücksichtigung des jeweiligen Flächenanteils der Wärmedämmung.
 n= 277 Fälle. OGD = oberste Geschossdecke

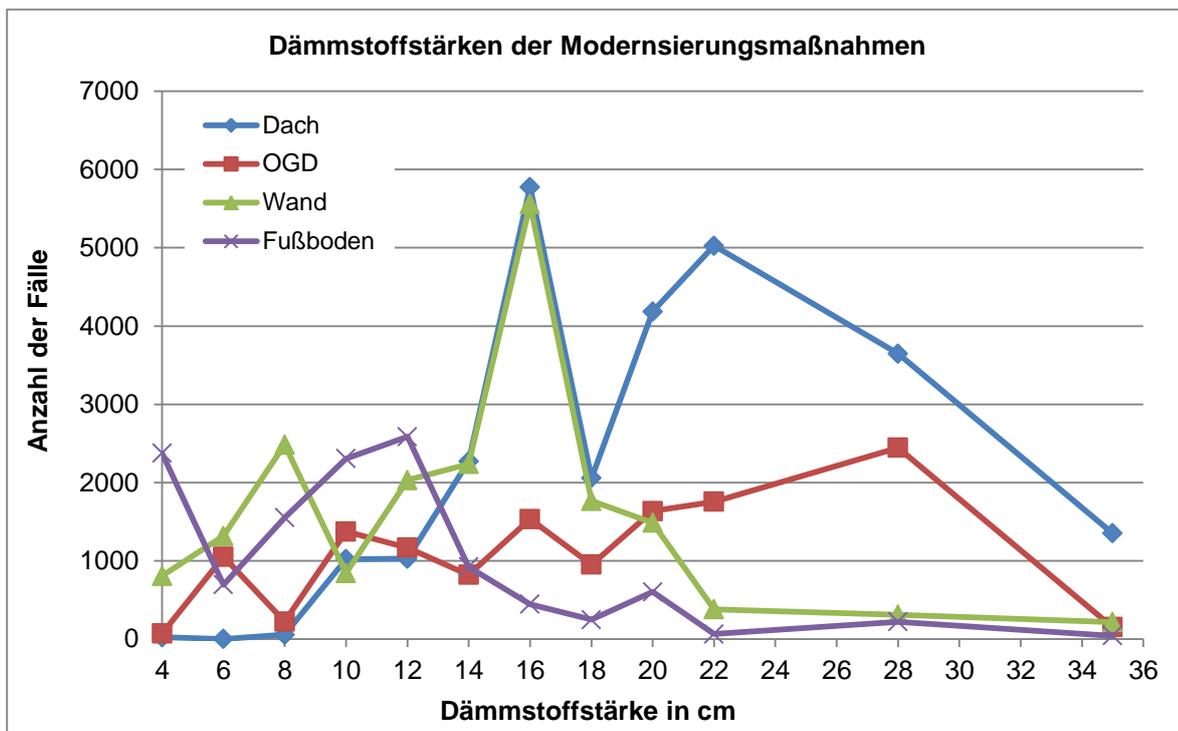


Abbildung 4 Energieeffizient Sanieren 2017: Verteilung der Dämmstoffstärken der durchgeführten Modernisierungsmaßnahmen

Abbildung 4 vermittelt einen Eindruck von der Verteilung der angewendeten Dämmstoffstärken bei den unterschiedlichen Gebäudebauteilen. Anders als in späteren Darstellungen (z. B. in Tabelle 12) handelt es sich um die realen (nicht auf eine einheitliche Wärmeleitfähigkeit normierten) Dämmstoffstärken.

Tatsächlich hängt die Qualität der Wärmedämmung außer von der Dämmstoffstärke auch von der Wärmeleitfähigkeit des Dämmmaterials ab. Je geringer die Wärmeleitfähigkeit ist, desto besser ist der Wärmeschutz. Tabelle 11 zeigt die eingesetzte Wärmeleitfähigkeit bei den jeweiligen Bauteilen auf. Abfrage im Fragebogen und Auswertung wurden gegenüber den Vorjahren leicht verändert.

Tabelle 11 Energieeffizient Sanieren 2017: Anteile verschiedener Wärmeleitfähigkeitsgruppen
bezogen auf die Anzahl der Fälle, in denen die entsprechenden Dämmmaßnahmen durchgeführt wurden

| Wärmeleitfähigkeit [W/(mK)] | Dach | Oberste Geschossdecke | Wand | Fußboden |
|-----------------------------|------|-----------------------|------|----------|
| ≤ 0,030 | 26 % | 5 % | 3 % | 20 % |
| 0,031 – 0,035 | 49 % | 84 % | 80 % | 60 % |
| 0,036 – 0,040 | 17 % | 8 % | 14 % | 18 % |
| 0,041 – 0,045 | 8 % | 1 % | 3 % | 1 % |
| ≥ 0,046 | 0 % | 2 % | 0 % | 1 % |

Wenn eine Dämmung der Außenwand stattgefunden hat, handelt es sich bei 72 % der Förderfälle um eine Außendämmung, bei 16 % um eine Kerndämmung und bei 12 % um eine Innendämmung.

Für die Fälle, in denen im Rahmen der geförderten Modernisierung eine vollständige Dämmung der jeweiligen Bauteile durchgeführt wurde, konnte ein direkter Vergleich mit den Anforderungen der Energieeinsparverordnung (EnEV) an Bestandsgebäude durchgeführt werden.³⁸ 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 vor.³⁹ 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.

Tabelle 12 zeigt einen Vergleich der Vorgaben der EnEV mit den durchschnittlichen Wärmedurchgangskoeffizienten („U-Werten“) der Stichprobe.⁴⁰ Es ist zu erkennen, dass die Höchstwerte der EnEV deutlich unterschritten werden, der Wärmeschutz also besser ist. Weiterhin ist angegeben, um wie viele Zentimeter die eingesetzte Dämmung die gesetzli-

³⁸ Die neueste Fassung der EnEV ist im Jahr 2014 in Kraft getreten (EnEV 2014). Gegenüber der vorherigen Version (EnEV 2009) gab es aber keine Veränderungen bei den hier betrachteten Vorgaben für die Gebäudebauteile.

³⁹ Solche Verpflichtungen bestehen nur in Sonderfällen bei Dachböden und in Verbindung mit der Putzerneuerung von Außenwänden.

⁴⁰ Der U-Wert gibt den Wärmeverlust eines Gebäudebauteils in Watt pro Quadratmeter Bauteilfläche und pro Kelvin Temperaturdifferenz zwischen Innen- und Außenraum an.

chen Vorgaben übertrifft (bezogen auf die heute übliche Wärmeleitfähigkeit von 0,035 W/(mK)). Die letzte Spalte erfasst die prozentuale Übererfüllung.⁴¹

Tabelle 12 Energieeffizient Sanieren 2017: Vergleich der bedingten Anforderungen der EnEV an die Bauteil-U-Werte für Bestandsgebäude mit den Ergebnissen der Stichprobe
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).

| EnEV 2014 | U-Werte in W/(m ² K) | | Überschreitung der Mindestdämmstärke nach EnEV | |
|--|---------------------------------------|-----------------------------------|--|------------|
| | Maximalwert nach EnEV ₂₀₀₉ | Mittelwerte der geförderten Fälle | in cm bei $\lambda = 0,035$ W/(mK) | in Prozent |
| Steildach | 0,24 | 0,17 | 6,5 | 51 % |
| Flachdach | 0,20 | 0,17 | 3,3 | 20 % |
| Oberste Geschossdecke | 0,24 | 0,16 | 7,0 | 70 % |
| Außenwand (Außendämmung) ⁴² | 0,24 | 0,20 | 2,9 | 27 % |
| Kellerdecke/ Fußboden ⁴³ | 0,30 | 0,28 | 1,0 | 11 % |

I.4.2 Fenster / Verglasungen

Eine Erneuerung der Fenster (vollständig oder teilweise) wurde 2017 in 45 % der Fälle durchgeführt, der Anteil der modernisierten Fensterfläche beträgt rund 35 %.⁴⁴ Betrachtet man die Gruppe der KfW-Effizienzhäuser für sich, so erhält man einen Anteil von 96 % Gebäuden mit Fensteraustausch, die erneuerte Fensterfläche ergibt sich hier zu 92 %.

⁴¹ Es ist auch hier zu beachten, dass die statistischen Unsicherheiten der Zahlenwerte sehr relevant sind: Betrachtet man exemplarisch das 95%-Konfidenzintervall (vgl. Abschnitt I.3.2) für die erreichten U-Werte der Steildachdämmung, so erhält man einen Bereich von ca. 0,17 +/- 0,06 W/(m²K).

⁴² Die EnEV-Anforderung bezieht sich in der Regel auf die Außendämmung der Wand. Daher werden, anders als in früheren Berichten, nur die Förderfälle mit Außendämmung für den Vergleich herangezogen. Dies erfolgt hier insbesondere vor dem Hintergrund steigender Anteile von Förderfällen mit Innen- und Kerndämmung in den vergangenen Jahren. Der mittlere U-Wert aller Förderfälle mit Außenwanddämmung beträgt rund 0,24 W/(m²K) (vgl. auch Kap. I.4.9).

⁴³ Die Höchstwerte nach EnEV für die Wärmedurchgangskoeffizienten der Fußboden- bzw. Kellerdeckendämmung können je nach konkreter Situation 0,30 W/(m²K) (Kellerdeckendämmung) bzw. 0,50 W/(m²K) (Dämmung des Erdgeschossfußbodens) betragen. Da der zweite Fall vermutlich keine entscheidende Rolle bei der nachträglichen Dämmung spielt, ist in der Tabelle nur der erste Fall als Referenz berücksichtigt.

⁴⁴ 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 5 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).⁴⁵ Bei den Mehrfachverglasungen ist außerdem das Baualter („bis 1994“ bzw. „ab 1995“) angegeben. Dieses dient der Identifizierung von Isolier- bzw. Wärmeschutzverglasung. 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 hat.⁴⁶ Bei älteren Fenstern wird eine einfache Isolierverglasung angenommen.

Abbildung 5 zeigt, dass bereits vor der Modernisierung bei nur 6 % der verglasten Flächen eine Einscheibenverglasung vorhanden war. Überwiegend war bereits 2-Scheiben-Isolierverglasung eingebaut (Flächenanteil 69 %) und immerhin mit einem Flächenanteil von 18 % auch 2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung. Der Anteil der Dreischeibenverglasung ist mit ca. 7 % gering.

In Abbildung 6 werden die Anteile der Verglasungen nach Fertigstellung der Modernisierungen dargestellt.

Es ist zu erkennen, dass die Einscheibenverglasung bis auf einen sehr geringen Flächenanteil von 1 % fast vollständig ersetzt wurde. Auch der Flächenanteil älterer Zweischeiben-Verglasungen ist deutlich zurückgegangen (auf 43 %). Stark zugenommen haben die Wärmeschutzverglasungen. Hier fällt auf, dass der Flächenzuwachs bei der Dreischeiben-Wärmeschutzverglasung besonders groß ist: Er beläuft sich auf 29 % (vorher: 6 %, nachher: 35 %), während die 2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung nur um 2 % (von 18 % auf 20 %) gewachsen ist (Prozentwerte bezogen auf die Gesamt-Fensterfläche aller Gebäude). Bei den neu eingebauten Drei-Scheiben-Fenstern ist ein Flächenanteil von rund 8 % 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 damit ein Anteil der Passivhausfenster von rund 2 %.

Rechnet man allein auf die neu eingebaute Fensterfläche hoch (35 % der gesamten Fensterfläche), so erhält man einen Anteil der Fenster mit 3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung von 81 %. Der Anteil der darin enthaltenen Passivhausfenster beläuft sich auf 6 % der neu eingebauten Fensterfläche.

⁴⁵ Dabei wurden alle Fälle berücksichtigt, unabhängig davon, ob Maßnahmen an den Fenstern durchgeführt wurden.

⁴⁶ Dieser vereinfachte Ansatz wird durch Statistiken der Fensterindustrie bestätigt (s. [Diefenbach et al 2010]).

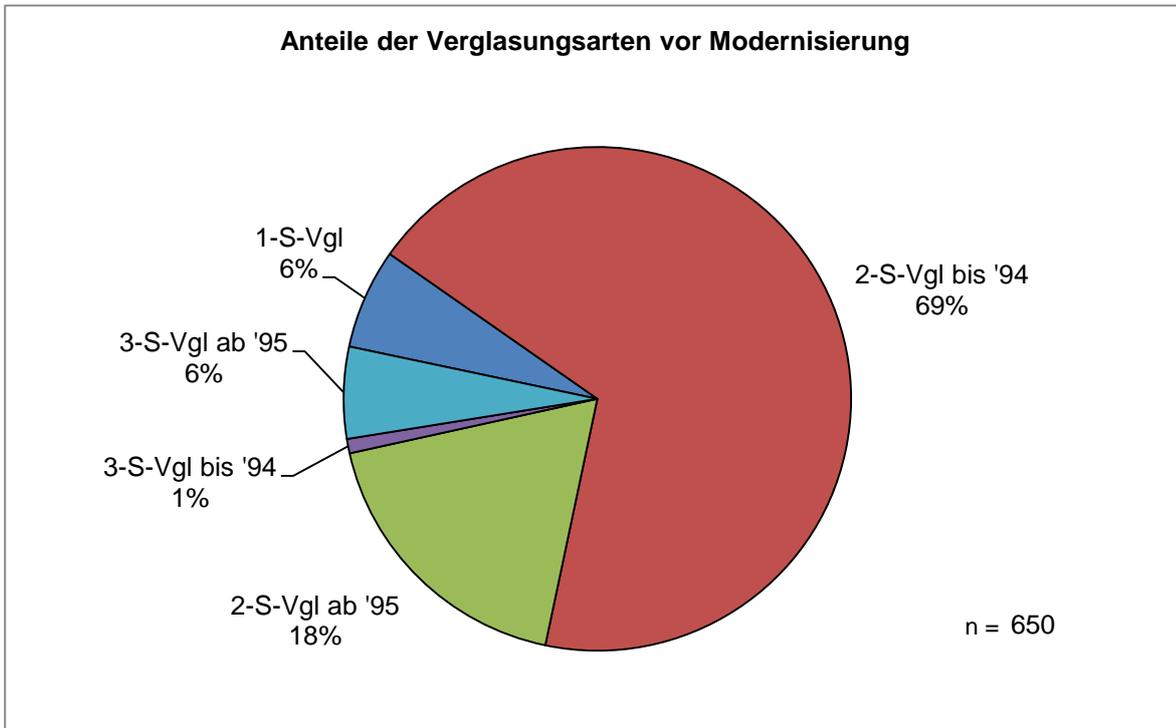


Abbildung 5 Energieeffizient Sanieren 2017: Anteile der Verglasungsarten vor Modernisierung bezogen auf die Fensterfläche vor Modernisierung

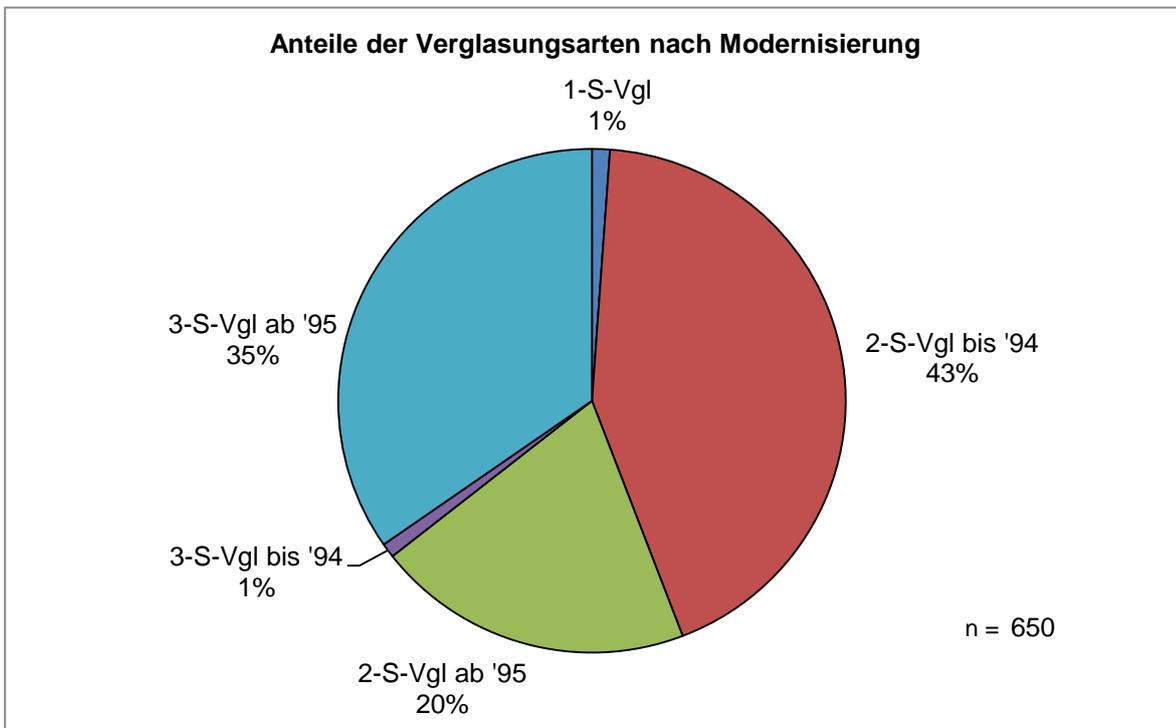


Abbildung 6 Energieeffizient Sanieren 2017: Anteile der Verglasungsarten nach Modernisierung bezogen auf die Fensterfläche nach Modernisierung

I.4.3 Beheizung der Gebäude

Abbildung 7 zeigt im linken Teil, dass in 69 % der geförderten Gebäude eine Erneuerung der Heizung stattfand. Damit ist hier gemeint, dass der Haupt-Wärmeerzeuger⁴⁷ 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 76 %.

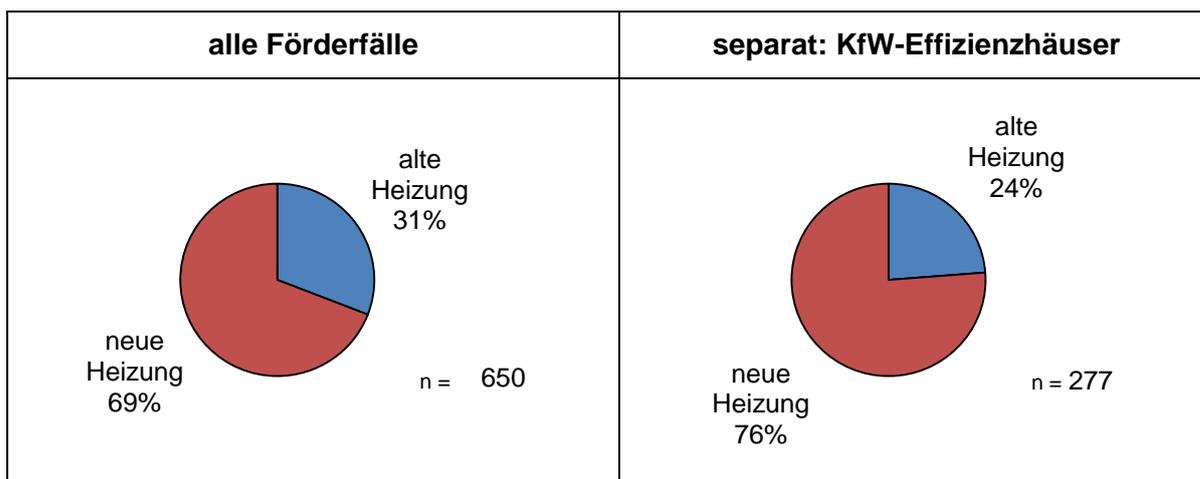


Abbildung 7 Energieeffizient Sanieren 2017: Erneuerung der Heizung

Tabelle 13 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 Nah-/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 direktelektrische Heizungen (inkl. Nachtspeicherheizungen) subsumiert.

Tabelle 13 Energieeffizient Sanieren 2017: Anteil Zentralheizung vor und nach der Modernisierung

| 2017 | vor der Modernisierung | | nach der Modernisierung | |
|-----------------------|------------------------|--------|-------------------------|--------|
| | EFH | MFH | EFH | MFH |
| Nah-/Fernwärme | 0,0 % | 8,2 % | 0,1 % | 10,9 % |
| Zentralheizung | 91,1 % | 78,0 % | 97,9 % | 87,7 % |
| Ofenheizung | 8,9 % | 13,8 % | 2,0 % | 1,4 % |

Es fällt auf, dass in vielen Fällen eine Umstellung von Ofen- auf Zentralheizung stattfindet. Darüber hinaus nimmt der Anteil der Nah-/Fernwärme zu.

⁴⁷ 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.

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

Abbildung 8 und Abbildung 9 zeigen die Anteile der Arten der Hauptwärmeerzeuger der Zentral-/Etagenheizung vor der Modernisierung sowie die Verteilung der verschiedenen Ofenheizungsarten vor der Modernisierung.⁴⁸

Bei den Zentralheizungen (vor der Modernisierung) dominieren die Öl- und Gaskessel mit Anteilen von 44 % bzw. 47 %. Bei den Gaskesseln liegen zu 42 % Konstanttemperatur-, zu 23 % Niedertemperatur- und zu 35 % Brennwertkessel vor; bei den Ölkesseln sind es 58 % Konstanttemperatur-, 28 % Niedertemperatur- und 14 % Brennwertkessel.⁴⁹ Etwa 21 % der Heizkessel sind vor dem Jahr 1987 eingebaut worden.

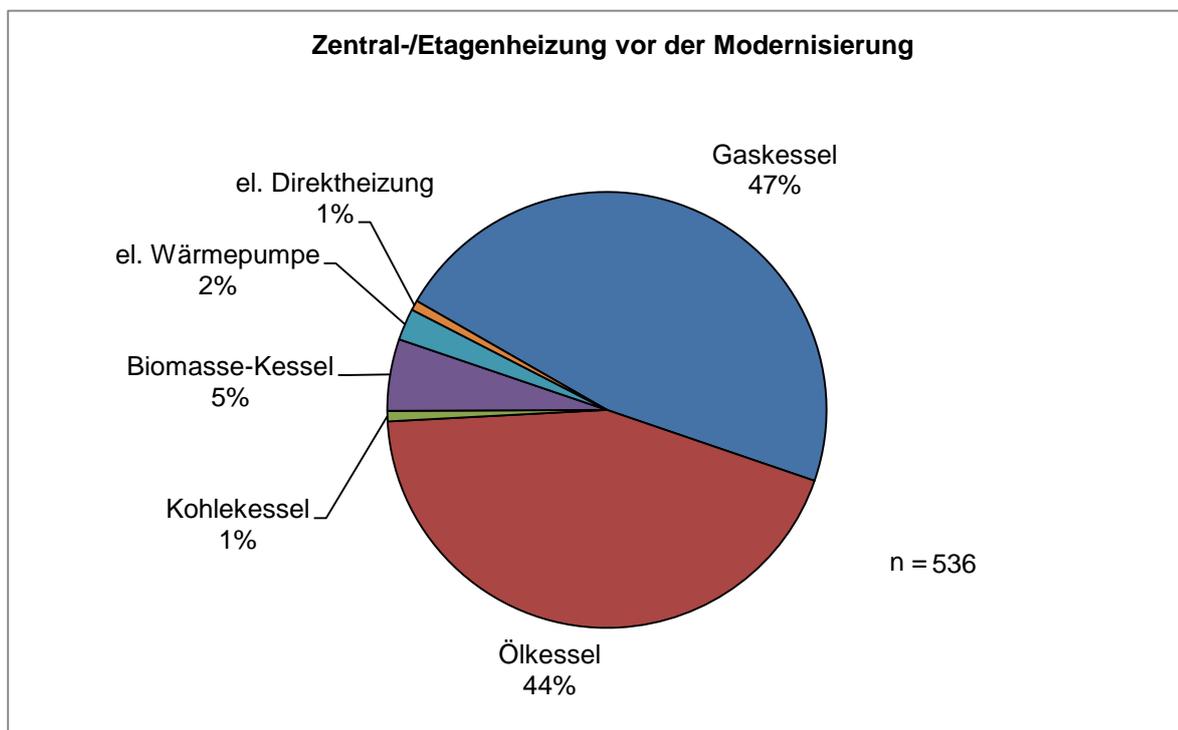


Abbildung 8 Energieeffizient Sanieren 2017: Art des Hauptwärmeerzeugers der Zentral-/Etagenheizung vor der Modernisierung

⁴⁸ 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.

⁴⁹ Stichprobengröße in diesem Fall n = 203 bei Gaskesseln und n = 162 bei Ölkesseln.

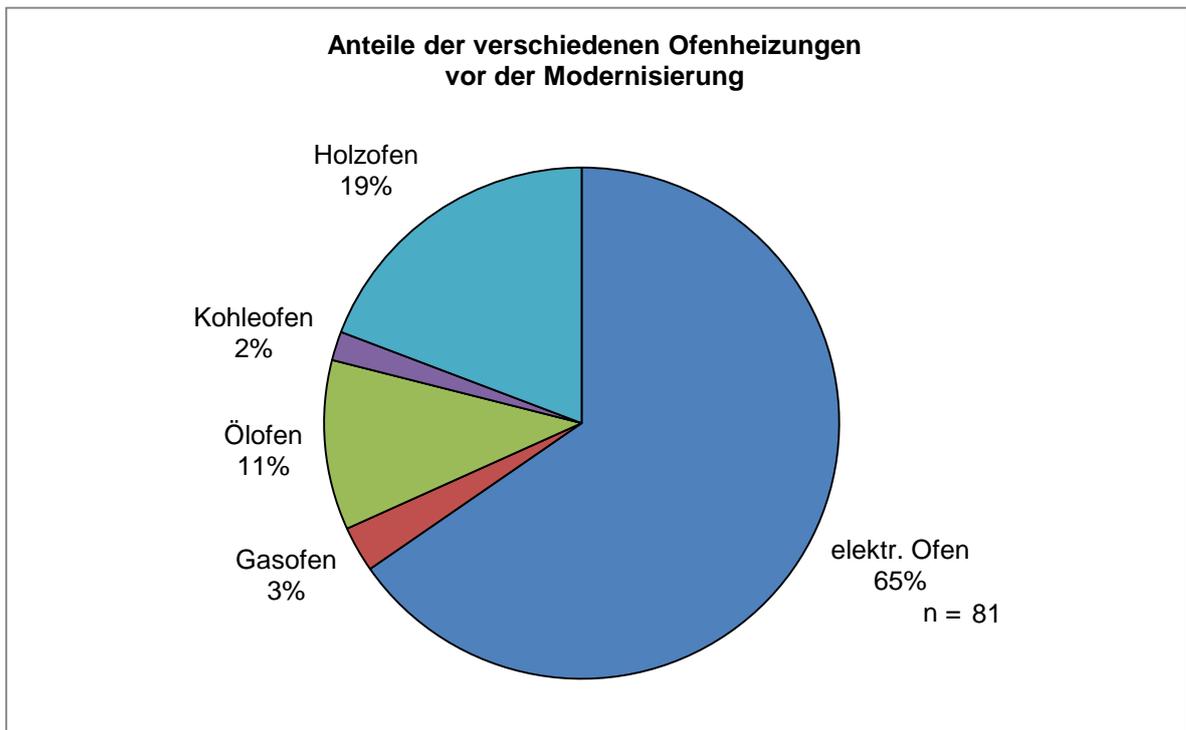


Abbildung 9 Energieeffizient Sanieren 2017: Art der Ofenheizung vor der Modernisierung

Abbildung 9 zeigt die Verteilung der verschiedenen Ofentypen vor der Modernisierung. Den größten Anteil (65 %) haben Ofenheizungen mit dem Energieträger Strom (u. a. Nachtspeicherheizungen), 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 Hauptwärmerezeugers untersucht.

Wenn der bisherige Hauptwärmerezeuger beibehalten wurde (dies betrifft etwa 31 % der Fälle), handelt es sich in 90 % der Fälle um eine Zentral-/Etagenheizung, in etwa 3 % der Fälle um Fernwärme und in etwa 6 % der Fälle um eine Ofenheizung.

Die Art der beibehaltenen Wärmerezeuger bei Zentral- bzw. Etagenheizung ist in Abbildung 10 dargestellt.

In etwa 69 % der Fälle wurden neue Haupt-Wärmerezeuger eingebaut. Abbildung 11 zeigt die Verteilung für alle Heizungsarten.⁵⁰

⁵⁰ Es sei darauf hingewiesen, dass sehr kleine Anteile abhängig von der Stichprobengröße hier und auch bei den anderen Darstellungen nur ungenau wiedergegeben werden können.

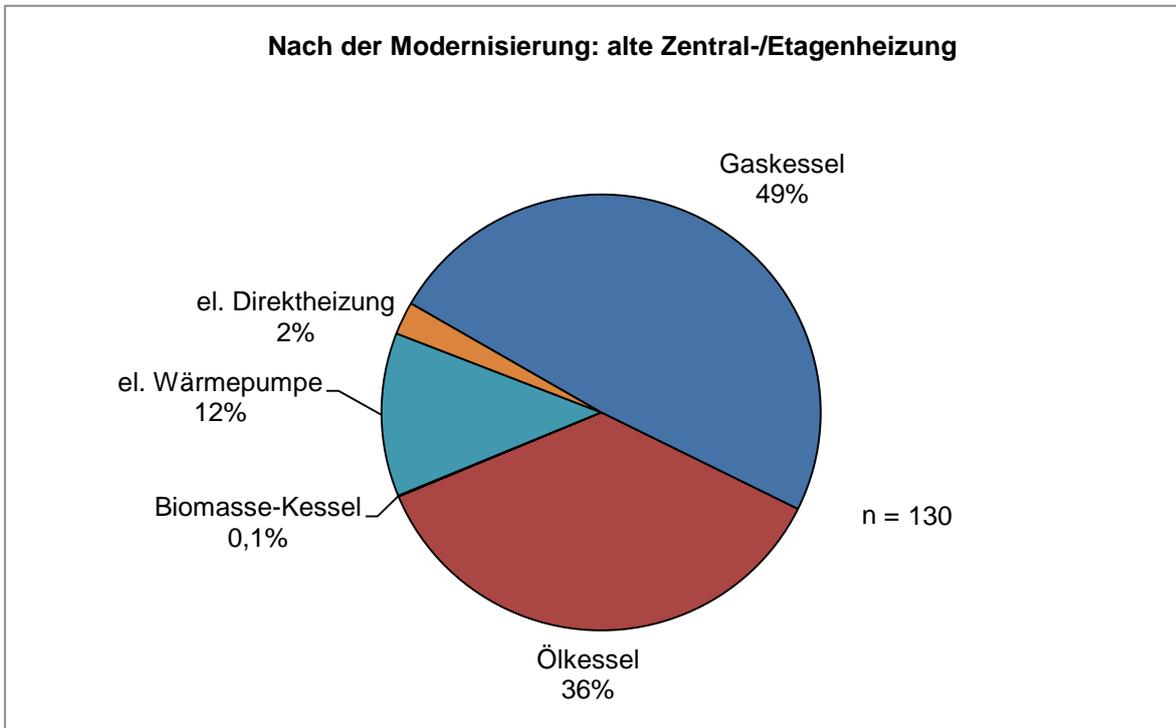


Abbildung 10 Energieeffizient Sanieren 2017: Art des (Haupt-)Wärmeerzeugers, wenn der vorhandene Wärmeerzeuger beibehalten wurde

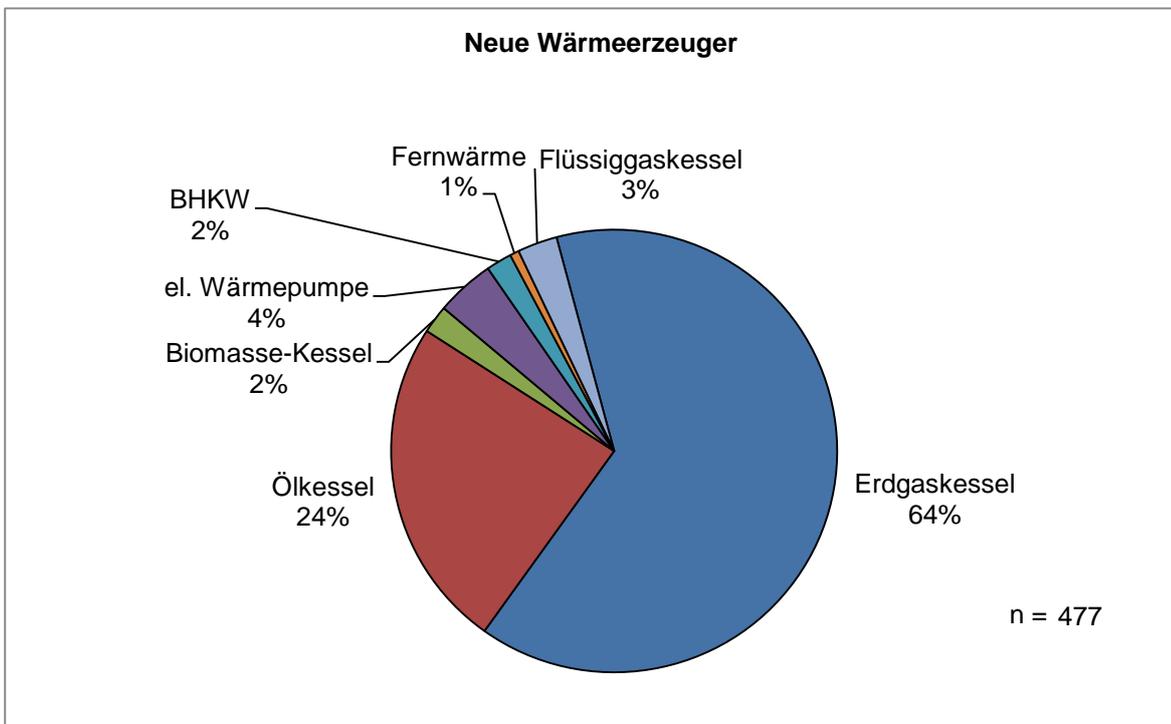


Abbildung 11 Energieeffizient Sanieren 2017: Art des (Haupt-)Wärmeerzeugers nach der Modernisierung, wenn der Wärmeerzeuger modernisiert wurde

Der zumeist eingebaute neue Haupt-Wärmeerzeuger ist der Erdgaskessel mit einem Anteil von 64 %. Der Anteil des Ölkessels ist mit 24 % deutlich geringer. Weniger relevante Anteile kommen mit 2 % dem Biomasse-Heizkessel, mit 4 % elektrischen Wärmepumpen, mit 2 % der Nutzung von BHKWs (Brennstoffzellen bzw. Motor-BHKWs), mit 1 % dem Einsatz von Fernwärme sowie mit 3 % dem Einsatz von Flüssiggaskesseln zu.

Bei den Erdgaskesseln handelt es sich in 91 % der Fälle um Brennwertkessel und bei 9 % um Niedertemperaturkessel. Auch bei den Ölkesseln dominiert der Brennwertkessel (mit 95 %) gegenüber dem Niedertemperaturkessel (5 %).⁵¹

Bei den neuen Wärmepumpen sind monovalente Anlagen mit 26 %, bivalente Systeme mit ergänzendem Heizkessel bzw. elektrischem Heizstab zu etwa 74 % vertreten. Als Wärmequelle wird in 18 % der Fälle Erdreich bzw. Grundwasser und zu 82 % Außenluft genutzt.⁵²

Im Fall von Blockheizkraftwerken beläuft sich der Anteil der Brennstoffzellen auf 67 %, also rund zwei Drittel (verbleibendes Drittel: Motor-BHKW). Bei den Brennstoffzellen wurden in rund 80 % der Fälle Membrantechnologie (z. B. PEM), in 17 % der Fälle Keramiktechnologie (SOFC) und in 3 % der Fälle andere Technologien eingesetzt. Die elektrische Leistung der Brennstoffzellen liegt in 83 % der Fälle unter 1 kW.

Vielfach werden auch Solaranlagen zur Heizungsunterstützung eingebaut. Da diese Systeme gleichzeitig der Warmwasserbereitung dienen, werden sie im Abschnitt I.4.5 separat behandelt.

I.4.4 Warmwasserbereitung

Abbildung 12 zeigt die Art der Warmwasserbereitung vor der Modernisierung. In den meisten Fällen (75 %) liegt eine Kombination mit dem Wärmeversorger der vorhandenen Zentral- bzw. Etagenheizung⁵³ vor. In etwa einem Viertel der Fälle erfolgte die Warmwasserbereitung in separaten Anlagen. Im Fall der separaten Warmwasserbereitung haben direktelektrische Wärmeerzeuger (ohne Wärmepumpe) den größten Anteil (etwa 71 % bei den separaten Anlagen, bzw. 18 % bezogen auf alle untersuchten Systeme).

Abbildung 13 zeigt im Vergleich dazu die Warmwasserbereitung nach der Modernisierung. In 62 % der Fälle liegt dann eine Kombination mit dem neu eingebauten Heizsystem vor. Neue separate Warmwasserbereitungssysteme werden im Zuge der Modernisierung kaum noch installiert.

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

⁵¹ Im Hinblick auf den Kesseltyp auswertbare Fallzahlen: 184 beim Gas- und 33 beim Ölkessel, die Prozentangaben sind also insbesondere beim Ölkessel mit Unsicherheiten behaftet.

⁵² Für diese Detailauswertungen zur Wärmepumpe standen nur 65 Fälle mit Angaben zur Betriebsweise bzw. 69 Fälle mit Angaben zur Wärmequelle zur Verfügung, so dass auch hier die Prozentangaben nur als grobe Tendenzwerte zu verstehen sind.

⁵³ Dabei ist hier gegebenenfalls auch die Nah-/Fernwärme mit eingeschlossen.

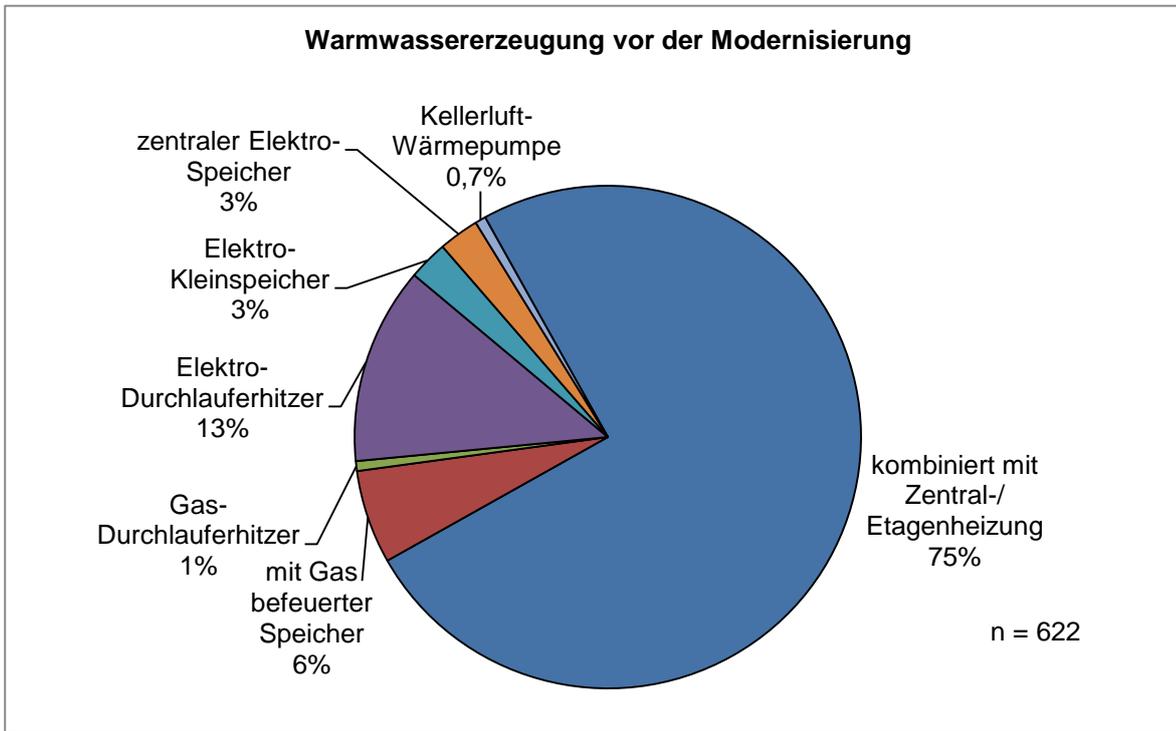


Abbildung 12 Energieeffizient Sanieren 2017: Art des Warmwasserbereitungssystems vor der Modernisierung

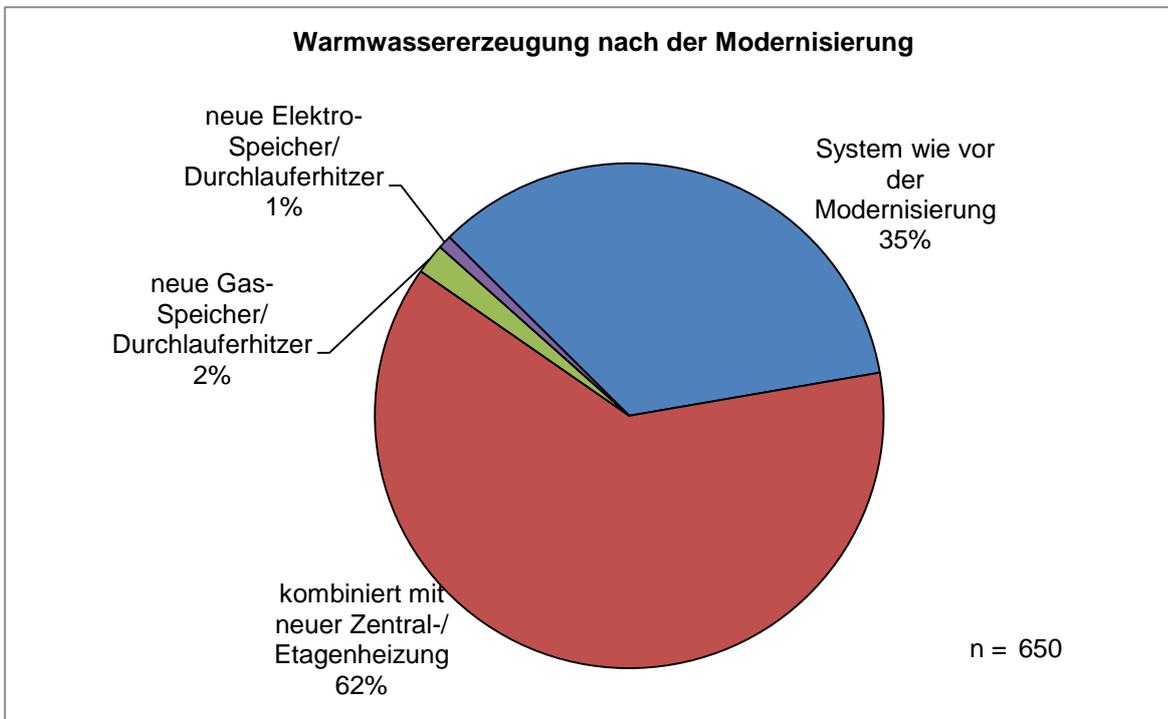


Abbildung 13 Energieeffizient Sanieren 2017: Art des Warmwasserbereitungssystems nach der Modernisierung

I.4.5 Solaranlagen

Bereits vor der Modernisierung lagen in 8 % der Förderfälle thermische Solaranlagen vor.⁵⁴ Im Zuge der Modernisierung wurden, wie Abbildung 14 zeigt, bei etwas mehr als 5 % der Gebäude neue thermische Solaranlagen eingebaut, zu etwa gleichen Teilen Systeme mit und ohne Heizungsunterstützung.

Betrachtet man die Modernisierungen nach KfW-Effizienzhausstandard separat, so ergibt sich hier ein Anteil der Gebäude mit neu eingebauten thermischen Solaranlagen von knapp 25 %. Unter diesen dominieren die Systeme mit Heizungsunterstützung.

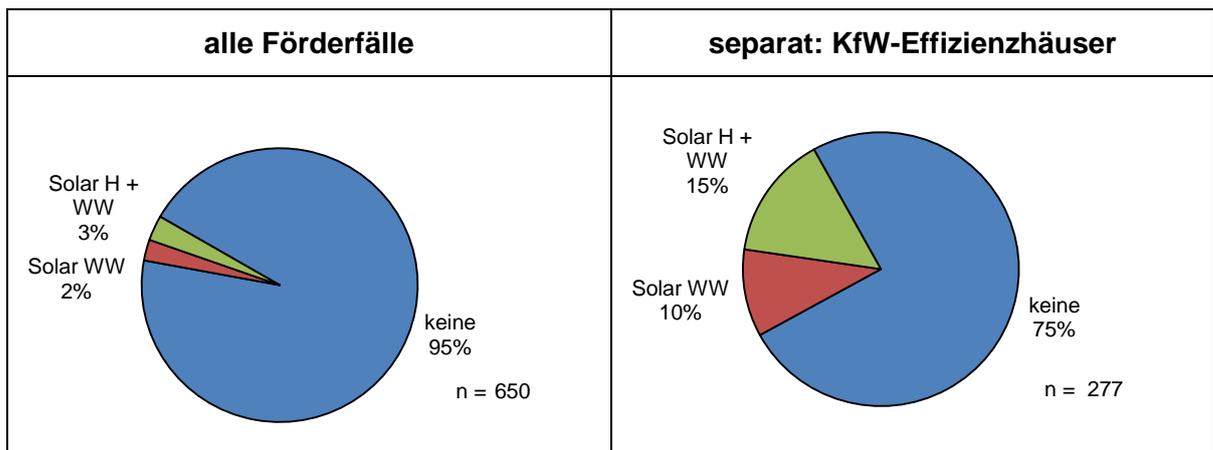


Abbildung 14 Energieeffizient Sanieren 2017: Einbau neuer thermischer Solaranlagen zur Warmwasserbereitung (Solar WW) bzw. zur kombinierten Heizungsunterstützung und Warmwasserbereitung (Solar H + WW)

Bei etwa 2,4 % der geförderten Modernisierungsvorhaben wurden Photovoltaikanlagen installiert (bei 1,9 % allein Photovoltaik, bei 0,5 % Photovoltaik gemeinsam mit Solarthermie). Unter den Effizienzhaus-Modernisierungen wurden bei 15 % der Fälle Photovoltaiksysteme installiert (10 % nur PV, 5 % PV und Solarthermie)⁵⁵.

Der Anteil der Förderfälle, bei denen im Zuge der Modernisierung Solaranlagen (Solarthermie und/oder Photovoltaik) eingebaut wurden, liegt bei etwa 7 %. Im Fall der KfW-Effizienzhäuser beträgt dieser Anteil 35 %.

I.4.6 Lüftungsanlagen

In den im Jahr 2017 geförderten Gebäuden wurden in ca. 5,3 % der Fälle mechanische Lüftungsanlagen eingebaut, und zwar bei 3,1 % Abluftanlagen und bei 2,2 % Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung. Bei separater Betrachtung der geförderten Effizienzhäuser liegt der Anteil der Gebäude mit Einbau von Lüftungsanlagen bei 29 % (8,5 % Abluftanlagen, 20,6 % mit Wärmerückgewinnung).

⁵⁴ Bei den Bilanzberechnungen wurde angenommen, dass es sich bei solchen älteren Systemen um Anlagen zur Brauchwassererwärmung handelt.

⁵⁵ Der Beitrag von Photovoltaikanlagen zur Deckung des elektrischen Energiebedarfs für die Gebäude-Wärmeversorgung (z. B. als elektrischer Hilfsenergiebedarf oder bei Einsatz elektrischer Wärmepumpen) kann im Rahmen des Nachweises von KfW-Effizienzhausstandards berücksichtigt werden. Photovoltaikanlagen werden im Rahmen von Effizienzhaus-Modernisierungen im Programm „Energieeffizient Sanieren“ seit dem Jahr 2015 gefördert.

I.4.7 Vergleich verschiedener Gebäudestandards

Die Wärmeschutzmaßnahmen, die zur Erreichung der geförderten KfW-Effizienzhausstandards umgesetzt werden, sind in Tabelle 14 dargestellt. Angesichts der geringen Fallzahlen⁵⁶ sind die angegebenen Prozentwerte hier und in den folgenden Tabellen nur als Anhaltspunkte zu interpretieren.

Tabelle 14 Energieeffizient Sanieren 2017: Durchgeführte Wärmeschutzmaßnahmen der verschiedenen KfW-Effizienzhausstandards

| 2017 | Effizienzhaus 55 | Effizienzhaus 70 | Effizienzhaus 85 | Effizienzhaus 100 | Effizienzhaus 115 | Effizienzhaus Denkmal |
|--|------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|-----------------------|
| Anzahl in Stichprobe | 37 | 53 | 40 | 51 | 48 | 15 |
| Durchgeführte Wärmeschutzmaßnahmen (ohne Berücksichtigung des gedämmten Flächenanteils) | | | | | | |
| Dämmung Dach oder OGD | 100 % | 92 % | 97 % | 90 % | 89 % | 95 % |
| Dämmung Außenwand | 100 % | 98 % | 93 % | 89 % | 81 % | 97 % |
| Dämmung Kellerdecke | 95 % | 86 % | 85 % | 73 % | 55 % | 82 % |
| Fenstererneuerung | 98 % | 97 % | 97 % | 94 % | 91 % | 100 % |
| Mittlere Dämmstoffdicke in cm (neue Dämmung, umgerechnet auf Wärmeleitfähigkeit 0,035 W/(mK)) | | | | | | |
| Dämmung Dach | 22,5 | 21,9 | 19,8 | 21,6 | 19,6 | 17,3 |
| Dämmung OGD | 17,2 | 18,0 | 16,5 | 18,7 | 19,9 | 16,2 |
| Dämmung Außenwand | 18,1 | 16,4 | 17,5 | 16,3 | 13,7 | 11,2 |
| Dämmung Kellerdecke | 12,6 | 10,9 | 10,6 | 8,8 | 9,0 | 11,2 |
| Neu eingebaute Fenster: Anteil 3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung und Passivhausfenster | | | | | | |
| 3-Scheiben-WSV | 95 % | 97 % | 91 % | 79 % | 88 % | 32 % |
| <i>darin: Passivhausfenster*</i> | <i>44 %</i> | <i>31 %</i> | <i>30 %</i> | <i>20 %</i> | <i>13 %</i> | <i>4 %</i> |

* Anteil bezogen auf die neu eingebaute 3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung.

Zur Erreichung eines KfW-Effizienzhausstandards sind Anforderungen an den Primärenergiebedarf und an den Wärmeschutz der Gebäudehülle insgesamt zu erfüllen. Im Fall des Wärmeschutzes darf der spezifische Transmissionswärmeverlust H_T ein vorgegebenes Verhältnis zum Referenzgebäude der EnEV nicht überschreiten. Die Angaben für die erreichten Werte wurden aus den Antragsunterlagen abgefragt und zusätzlichen Plausibilitätstests unterzogen. Die Ergebnisse als Mittelwerte der Förderfälle sind in Tabelle 15 eingetragen.

⁵⁶ Um dem Leser einen groben Hinweis auf die Aussagekraft der Ergebnisse zu geben, werden hier und in einigen anderen Tabellen und Abbildungen die Fallzahlen genannt, auf denen die jeweiligen (Teil-)Ergebnisse basieren. Direkte Rückschlüsse auf Konfidenzintervalle sind aber nicht möglich, da auch die Schichtung der Stichprobe (und damit insbesondere die unterschiedliche Gewichtung der jeweiligen Stichprobenfälle) zu berücksichtigen ist (vgl. Abschnitt I.3.1).

Tabelle 15 Energieeffizient Sanieren 2017: Relation des erreichten spezifischen Transmissionswärmeverlusts zum Wert des EnEV-Referenzgebäudes und Vergleich mit den KfW-Anforderungen

| 2017 | Effizienzhaus 55 | Effizienzhaus 70 | Effizienzhaus 85 | Effizienzhaus 100 | Effizienzhaus 115 | Effizienzhaus Denkmal |
|--|------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|-----------------------|
| auswertbar in der Stichprobe | 22 | 38 | 24 | 33 | 28 | 6 |
| Relation zum H_T -Wert des Referenzgebäudes | 68 % | 78 % | 88 % | 92 % | 106 % | 122 % |
| KfW-Anforderung (maximale Relation) | 70 % | 85 % | 100 % | 115 % | 130 % | 175 % |
| Unterschreitung des Maximalwertes laut KfW-Anforderungen (in Prozentpunkten) | 2 % | 7 % | 12 % | 23 % | 24 % | 53 % |

Entsprechend wurden auch die Anforderungen an den Primärenergiebedarf ausgewertet. Tabelle 16 zeigt die Vorgaben und die erreichten Werte.

Tabelle 16 Energieeffizient Sanieren 2017: Relation des erreichten Primärenergiebedarfs zum Wert des EnEV-Referenzgebäudes und Vergleich mit den KfW-Anforderungen

| 2017 | Effizienzhaus 55 | Effizienzhaus 70 | Effizienzhaus 85 | Effizienzhaus 100 | Effizienzhaus 115 | Effizienzhaus Denkmal |
|--|------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|-----------------------|
| auswertbar in der Stichprobe | 22 | 40 | 23 | 33 | 29 | 6 |
| Relation zum Primärenergiebedarf des Referenzgebäudes | 40 % | 48 % | 62 % | 86 % | 95 % | 99 % |
| KfW-Anforderung (maximale Relation) | 55 % | 70 % | 85 % | 100 % | 115 % | 160 % |
| Unterschreitung des Maximalwertes laut KfW-Anforderungen (in Prozentpunkten) | 15 % | 22 % | 23 % | 14 % | 20 % | 61 % |

Es ist zu erkennen, dass die zur Einhaltung der KfW-Effizienzhausstandards vorgegebenen Maximalwerte beim Primärenergiebedarf noch deutlicher unterschritten werden als beim Transmissionswärmeverlust. Hier ist zu beachten, dass der Primärenergiebedarf außer vom Wärmeschutz auch stark vom Heizsystem und der Wahl des Energieträgers abhängt. Beispielsweise trägt Biomasse als regenerative Energiequelle kaum zum Primärenergiebedarf bei.

Die durchgeführten Maßnahmen bei Erneuerung der Wärmeversorgung und Lüftung gibt Tabelle 17 an.

Tabelle 17 Energieeffizient Sanieren 2017: Durchgeführte Maßnahmen der Wärmeversorgung bei den verschiedenen KfW-Effizienzhausstandards

| 2017 | Effizienzhaus 55 | Effizienzhaus 70 | Effizienzhaus 85 | Effizienzhaus 100 | Effizienzhaus 115 | Effizienzhaus Denkmal |
|--|------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|-----------------------|
| Anzahl in Stichprobe | 37 | 53 | 40 | 51 | 48 | 15 |
| Einbau neuer Haupt-Wärmeerzeuger | 83 % | 91 % | 75 % | 79 % | 63 % | 69 % |
| <i>darin: Art des neuen Wärmeerzeugers</i> | | | | | | |
| <i>Gaskessel (Erdgas/Flüssiggas)</i> | 18 % | 8 % | 18 % | 57 % | 80 % | 54 % |
| <i>Ölkessel</i> | | 3 % | 5 % | 5 % | 6 % | |
| <i>Biomassekessel</i> | 35 % | 31 % | 23 % | 16 % | | 19 % |
| <i>Wärmepumpe</i> | 47 % | 48 % | 38 % | 20 % | 12 % | 19 % |
| <i>BHKW</i> | | 5 % | 1 % | | | 4 % |
| <i>Fernwärme</i> | | 5 % | 15 % | 1 % | 3 % | 4 % |
| Einbau weiterer Systeme | | | | | | |
| Photovoltaik | 22 % | 22 % | 17 % | 18 % | 14 % | 3 % |
| Solarthermie | 25 % | 22 % | 8 % | 47 % | 37 % | 15 % |
| Lüftungsanlage | 71 % | 43 % | 42 % | 27 % | 13 % | 3 % |

Die Nutzung erneuerbarer Energien in Form von Biomasse, Umweltwärme durch Wärmepumpe und Photovoltaik hat bei den weitergehenden Effizienzhausstandards im linken Tabellenbereich die höchsten Anteile. Das Gleiche gilt für die Verwendung von Lüftungsanlagen, während der Einsatz von Gaskesseln bei den ambitionierteren Standards tendenziell geringer ist. Im Fall von Solarthermie weisen die Effizienzhäuser 100 und 115 die höchsten Anteile auf.

In Tabelle 18 wird eine Übersicht über die Wärmeversorgung der verschiedenen KfW-Effizienzhausstandards nach Abschluss der Modernisierungsmaßnahmen gegeben.⁵⁷ In der vorletzten Spalte sind auch die Förderfälle mit Einzelmaßnahmen berücksichtigt, bei denen ein Austausch des Haupt-Wärmeerzeugers stattgefunden hat. Die letzte Spalte zeigt zum Vergleich die Ergebnisse für alle Förderfälle (KfW-Effizienzhäuser und alle Einzelmaßnahmen, mit und ohne Austausch des Wärmeerzeugers). Der Energieträger Strom umfasst die Fälle mit elektrischen Wärmepumpen. Die angegebenen Solarthermie-Anteile sind teils höher als in Tabelle 17, da auch bereits vor der Modernisierung bestehende Anlagen berücksichtigt sind.

⁵⁷ In der ersten Spalte wurden die Modernisierungen zum Effizienzhaus 55 (37 Fälle) und zum Effizienzhaus 70 (63 Fälle) zusammengefasst.

Tabelle 18 Energieeffizient Sanieren 2017: Wärmeversorgungsstruktur für verschiedene Modernisierungsstandards

| 2017 | Effizienzhaus 55/70 | Effizienzhaus 85 | Effizienzhaus 100 | Effizienzhaus 115 | Effizienzhaus Denkmal | Einzelmaßnahmen** | alle Förderfälle |
|------------------------------------|---------------------|------------------|-------------------|-------------------|-----------------------|-------------------|------------------|
| Anzahl in Stichprobe | 90 | 40 | 51 | 48 | 15 | 244 | 650 |
| Anteile Haupt-Energieträger | | | | | | | |
| Erdgas/Flüssiggas | 15 % | 10 % | 59 % | 54 % | 57 % | 69 % | 60 % |
| Heizöl | 2 % | 10 % | 4 % | 19 % | 13 % | 29 % | 28 % |
| Biomasse | 34 % | 28 % | 13 % | 10 % | 13 % | 0,1 % | 5 % |
| Strom | 45 % | 39 % | 16 % | 13 % | 15 % | 1 % | 5 % |
| Fernwärme | 4 % | 12 % | 8 % | 4 % | 3 % | 0,3 % | 2 % |
| Anteile Solaranlagen | | | | | | | |
| Photovoltaik* | 22 % | 17 % | 18 % | 14 % | 3 % | 1 % | 2 % |
| Solarthermie | 25 % | 16 % | 50 % | 41 % | 15 % | 9 % | 13 % |
| Anteile Lüftungsanlagen | | | | | | | |
| mit Lüftungsanlage | 53 % | 42 % | 27 % | 13 % | 3 % | 2 % | 5 % |

* im Zuge des von der KfW geförderten Modernisierungsvorhabens eingebaute PV-Anlagen

** bei Einzelmaßnahmen: nur Fälle mit Erneuerung der Heizung berücksichtigt

I.4.8 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.

Vergrößerung des Wohnraums

In ca. 8 % 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 38 %. Umgerechnet auf alle Förderfälle betrug die Wohnflächenzunahme etwa 2 %. 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

Abbildung 15 und Abbildung 16 zeigen die Baualtersklassen der geförderten Gebäude getrennt für Ein- und Mehrfamilienhäuser.

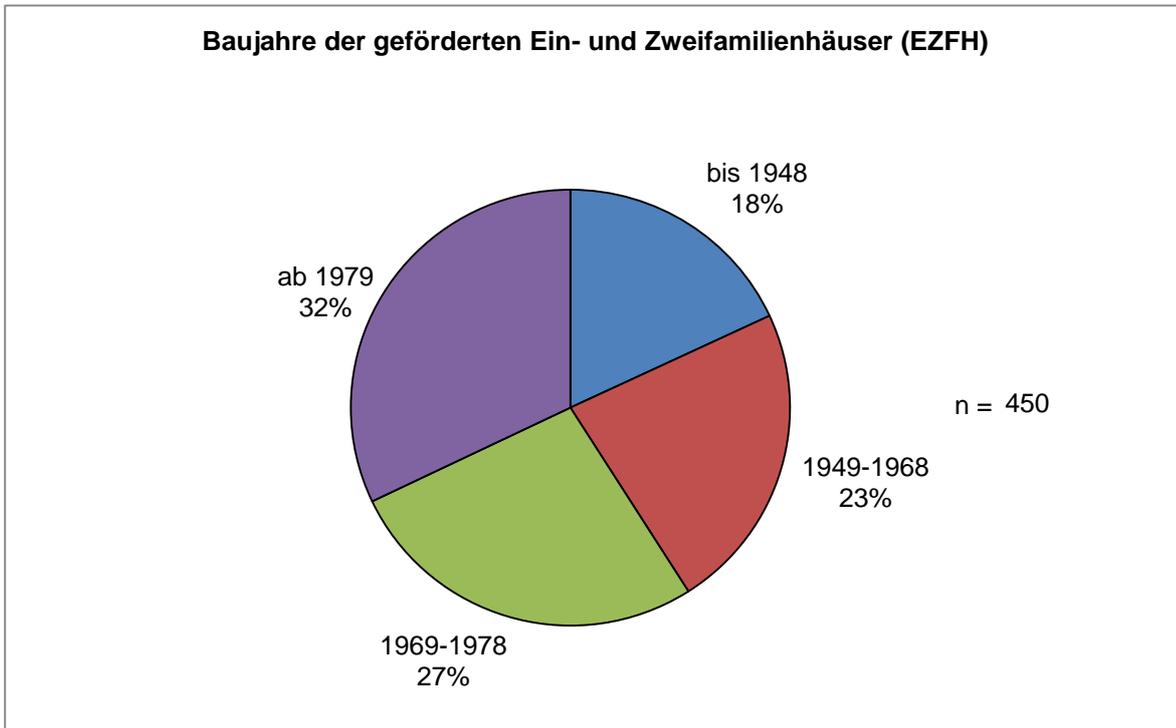


Abbildung 15 Energieeffizient Sanieren 2017: Baujahr der geförderten Ein-/Zweifamilienhäuser (EZFH)

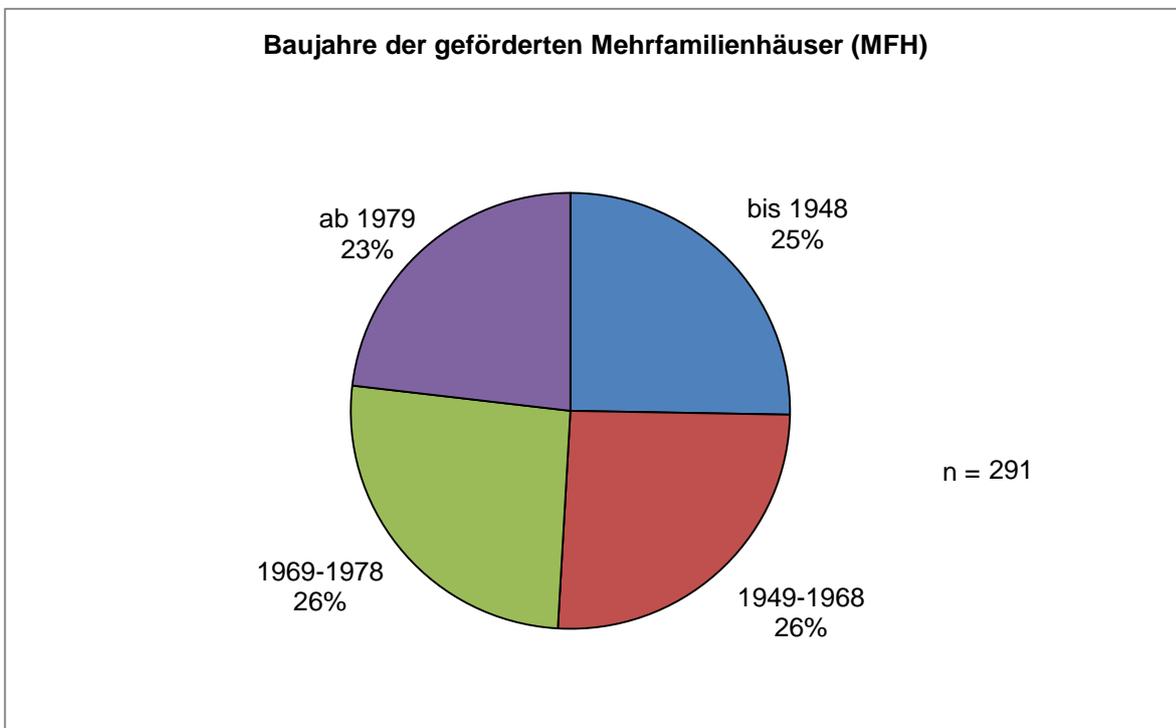


Abbildung 16 Energieeffizient Sanieren 2017: Baujahr der geförderten Mehrfamilienhäuser (MFH)

I.4.9 Vergleich mit den Vorjahren

Ergebnisse von Stichprobenbefragungen für das KfW-Programm „Energieeffizient Sanieren“ und das Vorgängerprogramm „KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramm“ liegen in ähnlicher Form seit den Förderjahren 2005 / 2006 vor [Clausnitzer et al. 2007 ff.], [Diefenbach et al. 2011 ff.]. An dieser Stelle wird für verschiedene Merkmale von Wärmeschutz und Wärmeversorgung ein Vergleich über den gesamten Zeitraum durchgeführt. Die Auswertungen beziehen sich auf die Anzahl der Förderfälle der jeweiligen Jahre (Zeitpunkt der Förderzusage).

Abweichungen zwischen einzelnen Jahren sind dabei nicht überzubewerten: Alle Einzelwerte sind mit statistischen Fehlern behaftet, einzelne „Ausreißer“ können auch rein zufällig durch die Stichprobenauswahl bedingt sein.

Darüber hinaus ist zu beachten, dass bei den Förderbedingungen in der Vergangenheit kleinere oder größere Änderungen stattgefunden haben. Besonders hervorzuheben ist der Übergang vom CO₂-Gebäudesanierungsprogramm zum Programm Energieeffizient Sanieren im April 2009: Mit dem neuen Programm wurde auch die Einzelmaßnahmenförderung eingeführt, neben umfangreichen wurden also auch kleinere Modernisierungsvorhaben berücksichtigt.

In Abbildung 17 ist die Entwicklung der Wärmeleitfähigkeit der verwendeten Dämmstoffe dargestellt.

Während in den Anfangsjahren bis 2007 der Anteil der Dämmstoffe mit einer Wärmeleitfähigkeit von 0,035 W/(mK) noch eher in der Größenordnung von 70 % lag, werden in den späteren Jahren zumeist Anteile von 80 - 90 % erreicht. Bei der Interpretation der Ergebnisse ist zu beachten, dass die Formulierung der Antwortkategorien im Fragebogen im Laufe der Zeit leicht verändert wurde (beispielsweise aufgrund der Auflösung der früheren Einteilung in „Wärmeleitfähigkeitsgruppen“). Insbesondere ist zu beachten, dass die Abfrage ab dem Förderjahr 2016 noch einmal präzisiert und auch strenger gefasst wurde: Während in den Vorjahren in den Kategorien mit einer Wärmeleitfähigkeit bis 0,035 W/mK gegebenenfalls auch abgerundete Werte enthalten sein konnten (z. B. 0,037 W/mK abgerundet auf 0,035 W/(mK)), ist dies in der neuformulierten Abfrage ab 2016 nicht mehr möglich. Der in der Grafik erkennbare Abfall aller Werte im Jahr 2016 auf unter 80 % ist also eventuell auch hierin begründet.

Abbildung 18 zeigt – umgerechnet auf eine einheitliche Wärmeleitfähigkeit von 0,035 W/(mK)⁵⁸ – die Entwicklung der Dämmstoffstärken seit 2002.

⁵⁸ Die entsprechende Abbildung ist auch in den vorherigen Monitoringuntersuchungen zu finden. Früher wurde ein Vergleichswert der Wärmeleitfähigkeit von 0,040 W/(mK) herangezogen. Seit [Diefenbach et al. 2012] wird der heute praxisgerechtere Wert von 0,035 W/(mK) verwendet. In den Abbildungen in [Diefenbach et al. 2014] und [Diefenbach et al. 2015] waren die Dämmstoffdicken der Jahre 2012 bzw. 2012/13 fehlerhaft angegeben. Dies wurde hier korrigiert.

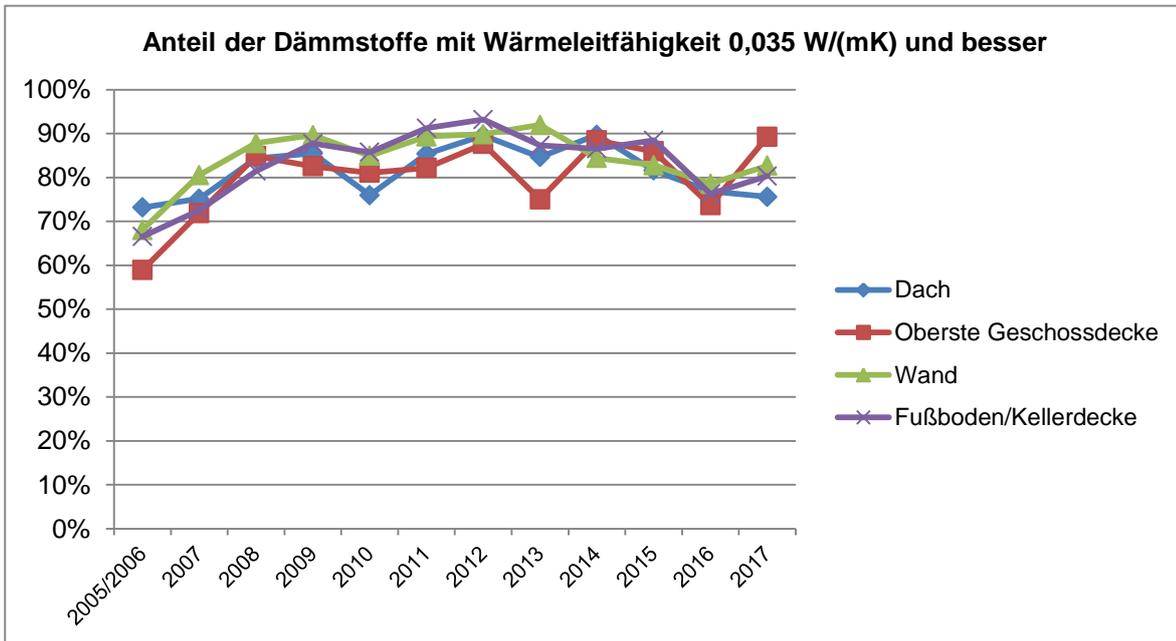


Abbildung 17 Energieeffizient Sanieren / CO₂-Gebäudesanierungsprogramm: Verwendung von Dämmstoffen mit einer Wärmeleitfähigkeit von bis zu 0,035 W/(mK)

2006: gemeinsam mit 2005 ausgewertet⁵⁹; bis einschließlich 2015: inklusive abgerundeter Werte (siehe Erläuterungen im Text)

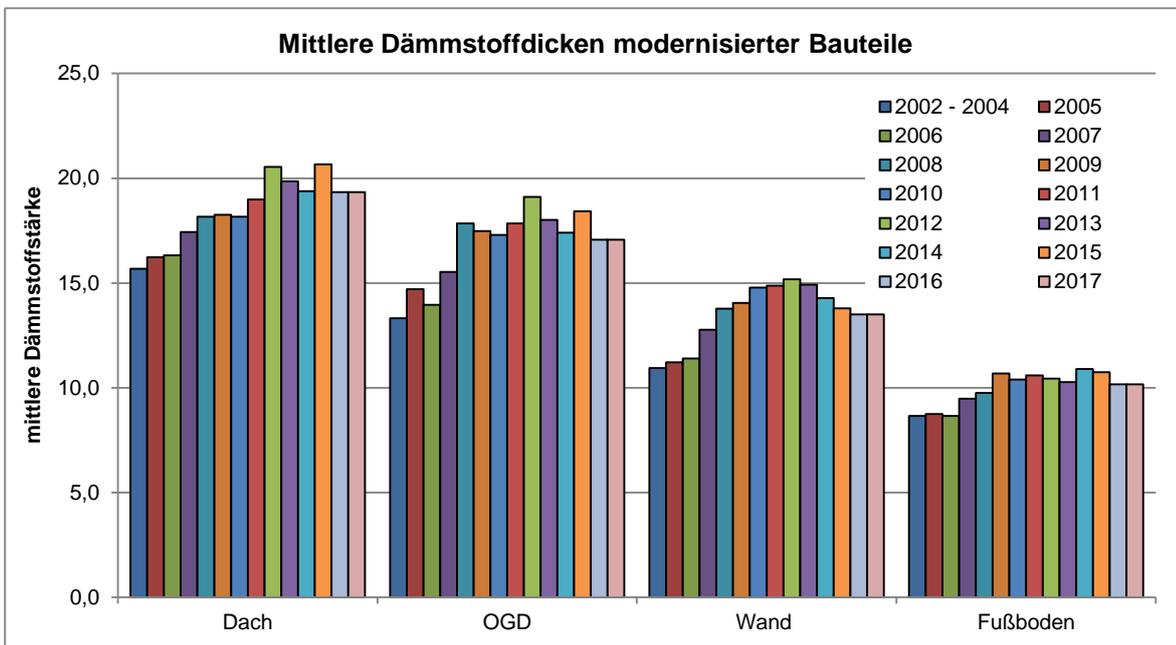


Abbildung 18 Energieeffizient Sanieren / CO₂-Gebäudesanierungsprogramm: Mittlere Dämmstoffdicken modernisierter Bauteile

Auswertung derjenigen Fälle, in denen die jeweiligen Maßnahmen durchgeführt wurden, umgerechnet auf eine mittlere Wärmeleitfähigkeit von 0,035 W/(mK).

⁵⁹ Im damaligen Bericht [Clausnitzer et al. 2007] sind in der entsprechenden Tabelle 3 auf Seite 28 die Prozentwerte der zweiten und dritten Zeile („035“ und „040“) vertauscht.

Abbildung 19 stellt die eng mit der Dämmstoffdicke zusammenhängende Entwicklung der mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) der Gebäudebauteile dar, die im Rahmen der geförderten Modernisierung mit einer Wärmedämmung versehen wurden.

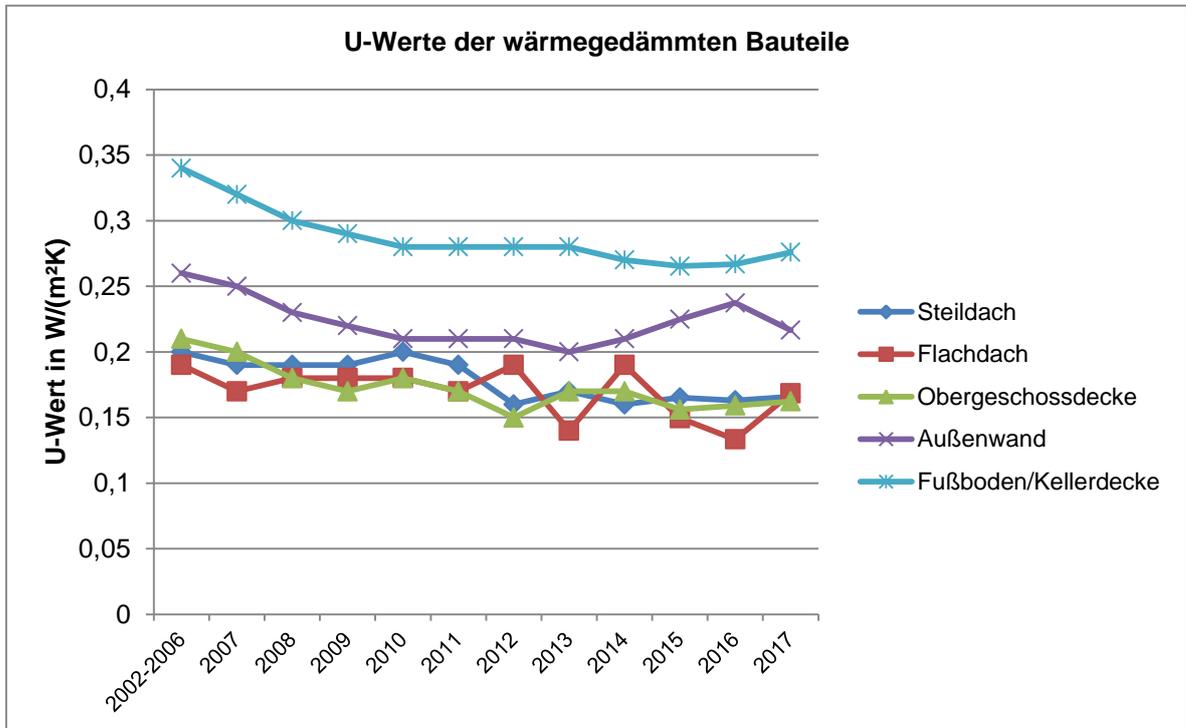


Abbildung 19 Energieeffizient Sanieren / CO₂-Gebäudesanierungsprogramm: Mittlere U-Werte der wärmedämmten Bauteile

Insgesamt machen Abbildung 18 und Abbildung 19 deutlich, dass sich der Wärmeschutz der im Rahmen des Programms gedämmten Bauteile seit Beginn der Untersuchungen merklich verbessert hat.

Eine Ausnahme stellt die Außenwanddämmung dar, bei der sich in den letzten Jahren wieder eine Entwicklung zu niedrigeren Dämmstoffdicken zeigt. Gleichzeitig sind Änderungen in der Art der geförderten Außenwand-Dämmmaßnahmen festzustellen: Während 2014 noch 85 % der betroffenen Fälle eine Außendämmung aufwiesen (gegenüber 15 % mit Innen- oder Kerndämmung), ist dieser Anteil in den Jahren 2015 bis 2017 auf rund 70 % abgesunken.

Die Dokumentation der Ergebnisse für die unterschiedlichen Förderjahre umfasst auch die Fenster- bzw. Verglasungstypen der geförderten Gebäude vor und nach der Modernisierung (vgl. Abbildung 5 und Abbildung 6). Insbesondere lassen sich damit Strukturänderungen wie beispielsweise der Zuwachs der Wärmeschutzverglasung nachvollziehen. Abbildung 20 zeigt, wie sich dieser Zuwachs auf unterschiedliche Verglasungsarten aufteilt.⁶⁰

⁶⁰ Wie in Abschnitt I.4.2 wurde auch hier davon ausgegangen, dass das Jahr 1995 den Übergang von der Isolier- zur Wärmeschutzverglasung markiert. Die Auswertungen betreffen den Zuwachs der Wärmeschutzverglasung, der Austausch bereits vor der Modernisierung vorhandener Wärmeschutzverglasung wird nicht berücksichtigt. Im Fall bereits vorhandener 3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung wurde bei der Auswertung angenommen, dass es sich hier um Fenster ohne hoch dämmende Rahmen handelt.

Es ist zu erkennen, dass innerhalb der letzten zehn Jahre quasi eine Ablösung der 2-Scheiben- durch die 3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung stattgefunden hat.

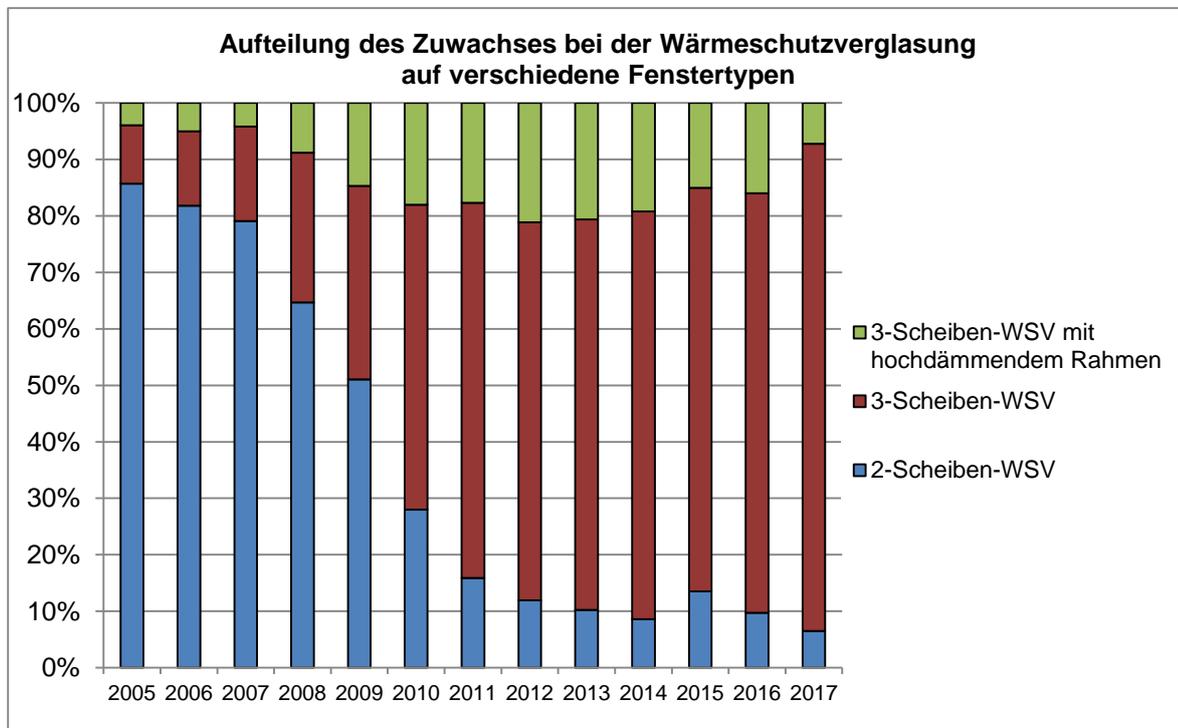


Abbildung 20 Energieeffizient Sanieren / CO₂-Gebäudesanierungsprogramm: Aufteilung des Zuwachses bei der Wärmeschutzverglasung auf verschiedene Fenstertypen
WSV: Wärmeschutzverglasung

Für diejenigen Förderfälle, bei denen im Rahmen eine Modernisierung ein neuer Haupt-Wärmeerzeuger eingebaut wurde, zeigt Abbildung 21 die Aufteilung nach den verschiedenen Systemen.

Es zeigt sich, dass die elektrische Direktheizung bei den Neuanlagen kaum eine Rolle spielt, der Anteil der „traditionellen“ Wärmeversorgungssysteme (Gas- und Öl-Heizkessel⁶¹) aber immer noch dominiert (rund 80 % 2009 bis 2014, 2015 bis 2017 sogar 86 % bis 91 %). „Alternativen Systemen“, also Biomasseanlagen, Wärmepumpen, BHKWs und Fernwärme, kommt demnach unter den Neuinstallationen in den vergangenen Jahren ein Anteil von rund 20 % bzw. in den letzten drei Jahren von 9 bis 14 % zu⁶². Vor 2009 (als noch keine Einzelmaßnahmen gefördert wurden) war dieser Anteil noch etwas höher.

⁶¹ Bei den Gaskesseln dominieren die Erdgaskessel. Mit berücksichtigt sind auch Flüssiggaskessel, denen über die Jahre ein Anteil von rund 1 bis 2 % (bezogen auf alle neuen Heizsysteme) zukommt.

⁶² Bei Fernwärme bedeutet „Neuinstallation“, dass das Gebäude neu an ein Fernwärmenetz angeschlossen wurde.

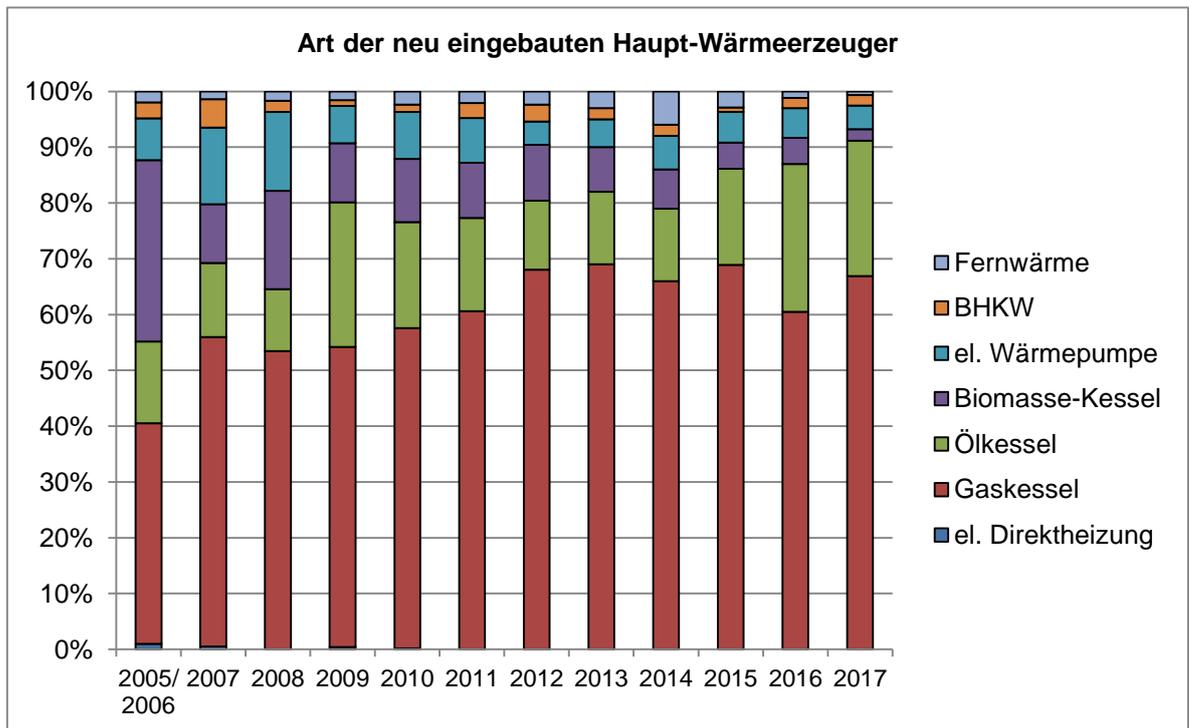


Abbildung 21 Energieeffizient Sanieren / CO₂-Gebäudesanierungsprogramm: Art der neu eingebauten Haupt-Wärmeerzeuger

Der Anteil der geförderten Modernisierungsvorhaben, bei denen eine Solaranlage installiert wurde, ist in Abbildung 22 dargestellt. Der Anteil der Solarthermieanlagen weist offenbar insgesamt eine abnehmende Tendenz auf. Die deutliche Verringerung im Jahr 2009 dürfte dabei auf den Übergang zur Einzelmaßnahmenförderung zurückzuführen sein. Der Anteil liegt in den vergangenen Jahren zwischen 5 % und 15 % der Förderfälle. Für die KfW-Effizienzhäuser wurden die Daten ab 2010 ausgewertet, hier liegt der Anteil der Solarthermie in der Größenordnung zwischen ca. 30 und 40 %.

Daten zur Installation von Photovoltaikanlagen wurden ab 2010 berücksichtigt, die Anteile liegen hier insgesamt bei 2 bis 5 % bzw. für die Effizienzhäuser bei 13 bis 16 %.

Abbildung 23 zeigt den Anteil der geförderten Modernisierungsvorhaben, bei denen eine Lüftungsanlage installiert wurde. In den Jahren ab 2010 liegen die Werte im Bereich von ca. 5 bis 8 %. Bis 2016 überwiegen die Systeme mit Wärmerückgewinnung, im Jahr 2017 haben die Anlagen ohne Wärmerückgewinnung einen etwas höheren Anteil.

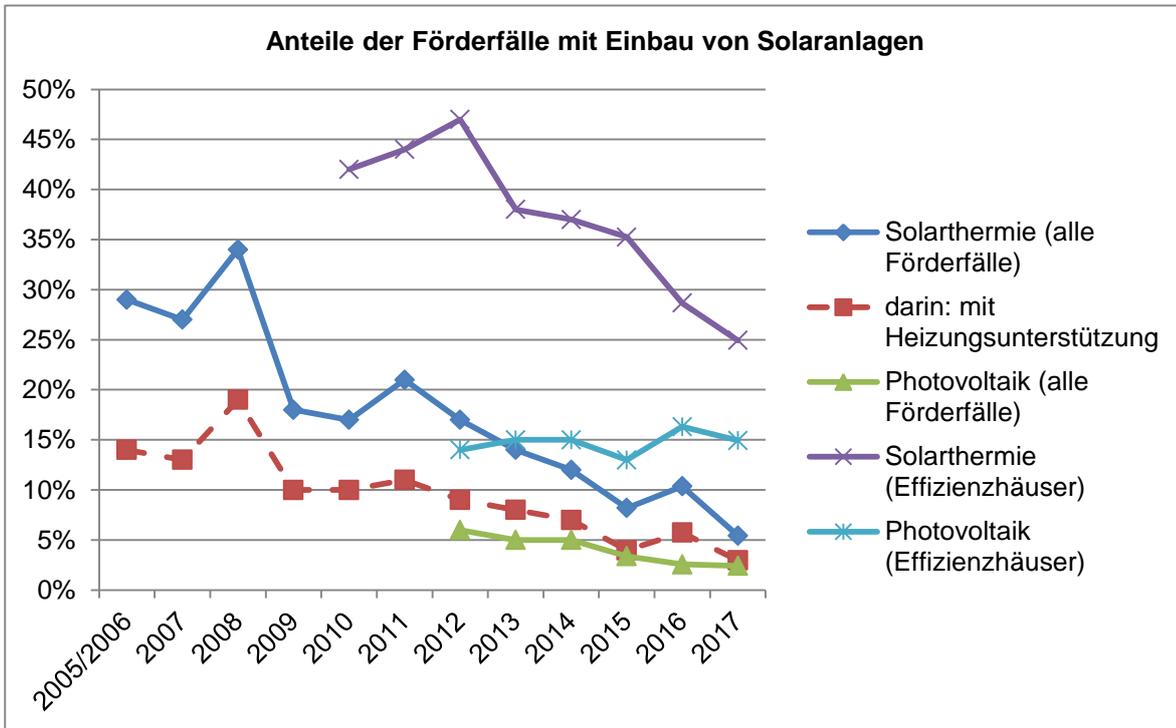


Abbildung 22 Energieeffizient Sanieren / CO₂-Gebäudesanierungsprogramm: **Anteile der Förderfälle mit Einbau von Solaranlagen**
für alle Kurven: bezogen auf die Gesamtzahl der Förderfälle in den betrachteten Jahren

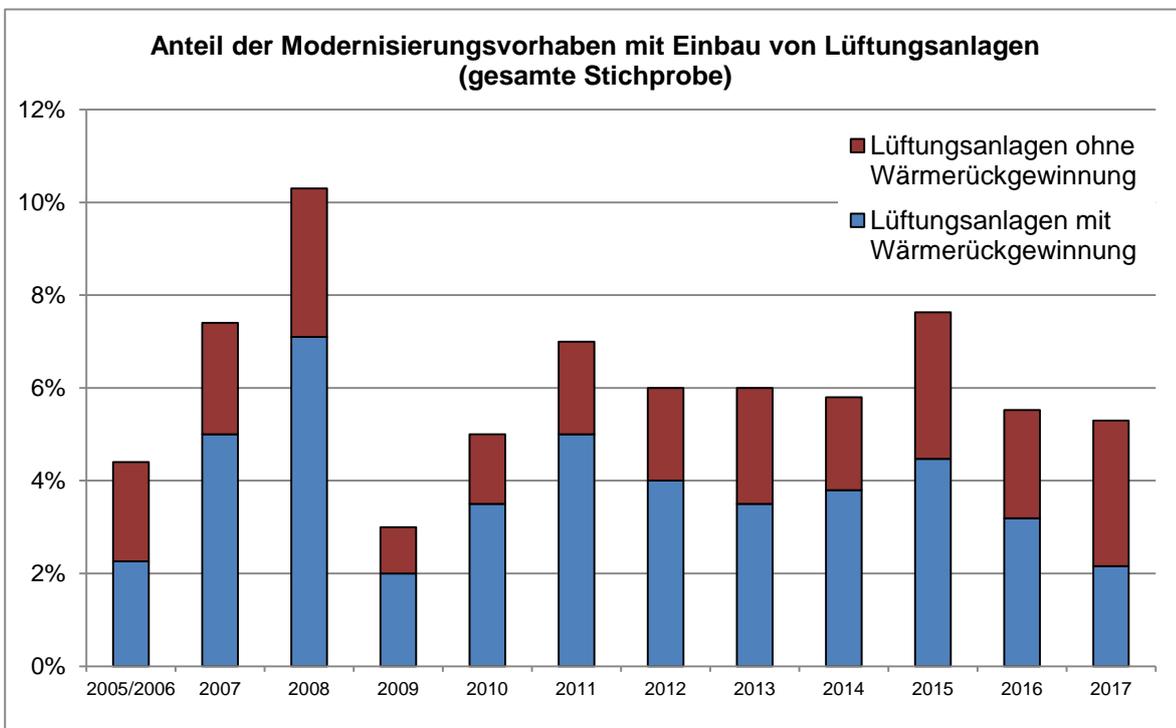


Abbildung 23 Energieeffizient Sanieren / CO₂-Gebäudesanierungsprogramm (alle Förderfälle): **Anteil der Modernisierungsvorhaben mit Einbau von Lüftungsanlagen**

In Abbildung 24 sind die entsprechenden Ergebnisse für die Teilmenge der Effizienzhäuser dargestellt. Für 2010 und 2011 ist die Gesamtzahl der Lüftungsanlagen eingetragen, ab 2012 auch die Aufspaltung in Systeme mit und ohne Wärmerückgewinnung. Der Anteil der Fälle mit Lüftungsanlagen lag hier in den Jahren ab 2012 bei Anteilen zwischen knapp 30 % bis etwas über 35 %.

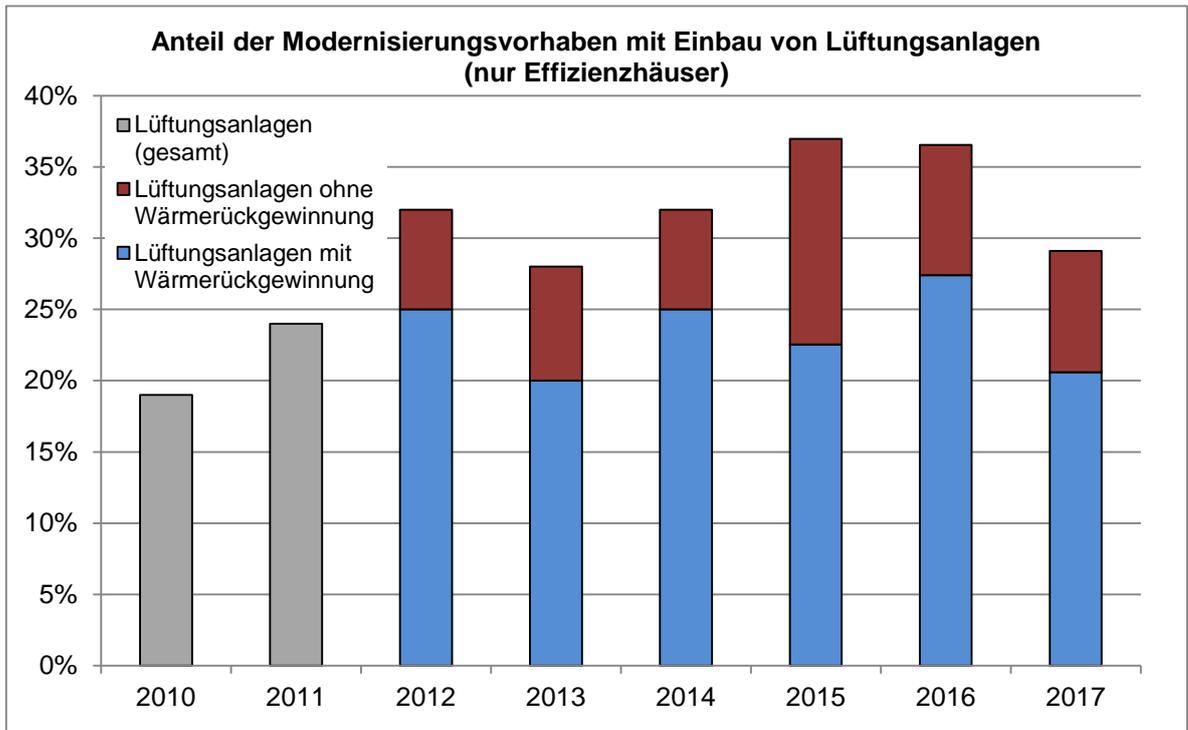


Abbildung 24 Energieeffizient Sanieren (nur KfW-Effizienzhäuser): Anteil der Modernisierungsvorhaben mit Einbau von Lüftungsanlagen

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 inklusive 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, den 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. Der Pauschalansatz wurde hier auch auf das relativ kleine Zusatzprogramm „Energieeffizient Sanieren – Ergänzungskredit“ und auf das Programm „Energieeffizient Bauen“ übertragen.

Als Basis der Abschätzung werden die Summen der Endenergieeinsparungen herangezogen, wie sie in der folgenden Tabelle 19 dargestellt sind (siehe Abschnitt I.3.2):

Tabelle 19 Energieeffizient Sanieren 2017: Endenergieeinsparung nach Energieträgern

| Energieträger | Einsparung [GWh/a] |
|----------------------|-------------------------------|
| Erdgas / Flüssiggas | -17 |
| Heizöl | 1.021 |
| Kohle | 53 |
| Biomasse | 140 |
| Strom | 215 |
| Fernwärme | 29 |
| Summe | 1.441 |

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 Juni 2014 erstellte Studie „Entwicklung der Energiemärkte - Energiereferenzprognose“ [EWI/GWS/Prognos 2014] herangezogen. In dieser werden für die Energieträger Gas, Heizöl, Kohle und Strom in einem Referenzszenario/Trendszenario Annahmen getroffen, wie sich die realen Energiepreise entwickeln werden, wobei Werte für 2011, 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 2014] keine Preisentwicklungen genannt, so dass deren Preisentwicklung unter Plausibilitäts Gesichtspunkten abgeschätzt wurde. Hierbei wird angenommen, dass sich ihre Preise wie bei Erdgas entwickeln werden.

Bei der Verwendung von Energiepreisprognosen für Haushaltspreise besteht nicht nur die Unsicherheit, dass die internationalen Energiepreise richtig eingeschätzt werden müssen, sondern auch die Entwicklung der zu zahlenden Steuern und Abgaben während des langen Betrachtungszeitraumes von 30 Jahren. Dies gilt insbesondere für die Strompreise, die neben den Steuern weitere Abgaben wie Netzentgelte und EEG-Umlage enthalten, welche ständigen Schwankungen unterlegen sind.

In Tabelle 20 sind die berechneten Preissteigerungsraten für die eingesetzten Endenergieträger für diese Zeitabschnitte dargestellt:

Tabelle 20 Annahmen zu realen jährlichen Preissteigerungsraten für Energieträger in Prozent pro Jahr

| Energieträger | 2011 bis 2020 | 2020 bis 2030 | 2030 bis 2040 | 2040 bis 2050 |
|---------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Erdgas / Flüssiggas | 1,41 % | 1,13 % | 1,01 % | 0,32 % |
| Heizöl | 1,56 % | 1,76 % | 1,17 % | 0,75 % |
| Kohle | -0,35 % | 4,90 % | 2,82 % | 1,10 % |
| Biomasse | 1,41 % | 1,13 % | 1,01 % | 0,31 % |
| Strom | 1,34 % | -0,28 % | -0,29 % | -0,29 % |
| Fernwärme | 1,41 % | 1,13 % | 1,01 % | 0,32 % |

Quelle: IFAM auf der Basis von [EWI/gws/Prognos 2014]

Als Ausgangsbasis für die Energiepreise des Jahres 2017 werden die vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie veröffentlichten Energiepreise für Haushaltskunden [BMWi 2018] verwendet. Der Preis für Biomasse wird durch den Preis für Holzpellets nach [Pelletinstitut 2018] abgebildet.

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 [BMWi 2018] und [Pelletinstitut 2018] angegebenen Werten herausgerechnet.

Die so ermittelten Energiepreise für das Jahr 2017 werden als Startpreise für die weiteren Berechnungen verwendet. Auf dem letzten bekannten Jahr aufbauend werden für spätere Jahre die in Tabelle 20 dargestellten Preissteigerungsraten angewandt.⁶³

Bezüglich der Strompreise für das Jahr 2018 wird zusätzlich berücksichtigt, dass die Netto-EEG-Umlage von 6,88 ct/kWh (2017) auf 6,79 ct/kWh gesunken ist [BNetzA 2017]. Dieser Rückgang um 0,105 ct/kWh (entspricht 10,5 €/MWh inkl. 19 % MwSt.) wird für das Jahr 2018 zusätzlich zu dem prozentualen Anstieg laut Prognose berücksichtigt.

⁶³ Für Kohle ist zu beachten, dass ab dem Jahr 2010 in [BMWi 2018] keine Haushaltspreise mehr veröffentlicht worden sind. Die Preise für die Jahre 2010 bis 2017 wurden deshalb mit der tatsächlichen Preisentwicklung der Einfuhrpreise von Steinkohle abgeschätzt.

Das Resultat der Abschätzung der Energiepreise ist in Tabelle 21 dargestellt. Fett hervorgehoben sind bekannte Werte, alle anderen Werte bauen auf dem letzten bekannten Wert auf.

Tabelle 21 Geschätzte reale Energiepreise der Verbraucher in € pro MWh (inkl. MwSt.) 2017 - 2047

| Energieträger | 2017 | 2020 | 2025 | 2030 | 2035 | 2040 | 2045 | 2047 |
|---------------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Erdgas / Flüssiggas | 66,4 | 69,2 | 69,2 | 73,2 | 77,4 | 81,4 | 85,7 | 87,0 |
| Heizöl | 57,0 | 59,7 | 59,7 | 65,2 | 71,1 | 75,4 | 79,9 | 83,0 |
| Kohle | 66,2 | 65,5 | 65,5 | 83,2 | 105,7 | 121,4 | 139,5 | 147,3 |
| Biomasse | 49,0 | 51,1 | 51,1 | 54,0 | 57,1 | 60,1 | 63,2 | 64,2 |
| Strom | 298,2 | 309,3 | 309,3 | 305,1 | 300,9 | 296,6 | 292,4 | 288,1 |
| Fernwärme | 82,3 | 85,8 | 85,8 | 90,8 | 96,0 | 100,9 | 106,2 | 107,8 |

Quelle: IFAM auf Basis von [BMW i 2018], [Pelletinstitut 2018], [BNetzA 2017] und [EWI/gws/Prognos 2014]

Um ein Gefühl dafür zu vermitteln, welche nominalen Preise damit verbunden sein könnten, haben wir diese realen Preise ab dem Jahr 2017 mit einer geschätzten Inflationsrate von 1,31 % p.a. verknüpft.⁶⁴ Über 30 Jahre – z. B. von 2017 bis 2047 – ergäbe sich daraus eine Gesamtinflation von rund 50 %. Das Ergebnis ist in der folgenden Tabelle 22 dargestellt:

Tabelle 22 Geschätzte nominale Energiepreise der Verbraucher in € pro MWh (inkl. MwSt.) 2017 - 2047

| Energieträger | 2017 | 2020 | 2025 | 2030 | 2035 | 2040 | 2045 | 2047 |
|---------------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Erdgas / Flüssiggas | 67,3 | 72,9 | 82,3 | 92,9 | 104,3 | 117,1 | 126,9 | 131,1 |
| Heizöl | 57,8 | 62,9 | 73,3 | 85,4 | 96,6 | 109,2 | 121,0 | 126,1 |
| Kohle | 67,1 | 69,0 | 93,6 | 126,8 | 155,5 | 190,7 | 214,9 | 225,4 |
| Biomasse | 49,6 | 53,8 | 60,7 | 68,5 | 76,9 | 86,3 | 93,6 | 96,7 |
| Strom | 302,1 | 325,9 | 343,0 | 361,0 | 379,8 | 399,6 | 420,2 | 428,8 |
| Fernwärme | 83,4 | 90,4 | 102,0 | 115,2 | 129,3 | 145,1 | 157,3 | 162,4 |

Quelle: IFAM auf Basis von [BMW i 2018], [Pelletinstitut 2018], [BNetzA 2017] und [EWI/GWS/Prognos 2014]

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 Heizkosteneinsparnis in der Summe der Förderfälle eintritt. Tabelle 23 zeigt die so ermittelten Ersparnisse, die durch das Förderprogramm "Energieeffizient Sanieren", Förderjahr 2017, im Jahr 2018 erzielt werden.

⁶⁴ 1,31 % p.a. entspricht dem durchschnittlichen Wert der Inflation in den Jahren von 2008 bis 2017 [statista 2018].

Tabelle 23 Energieeffizient Sanieren 2017: Heizkostensparnis im Jahr 2018 in 1.000 €⁶⁵

| Energieträger | Heizkostensparnis [1.000 €] |
|---------------------|--------------------------------|
| Erdgas / Flüssiggas | -1.129 |
| Heizöl | 59.134 |
| Kohle | 3.505 |
| Biomasse | 6.938 |
| Strom | 64.685 |
| Fernwärme | 2.417 |
| Summe | 135.549 |

Bei insgesamt gut 275.000 Wohneinheiten, die mit Hilfe des Förderprogramms im Jahr 2017 saniert wurden, lässt sich daraus für das Jahr 2018 eine Heizkostensparnis von durchschnittlich 492 € pro Wohneinheit errechnen. Das entspricht einer monatlichen Kostenentlastung von rund 41 €.

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 sogenannten Diskontierung berücksichtigen, dass Zahlungen, die weit in der Zukunft liegen, heute einen anderen, in der Regel 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 war im Jahr 2017 wiederum sehr niedrig und betrug nur 1,05 % [Bundesbank 2018].

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 2008 bis 2017 betrug 1,31 % [statista 2018]. Es wird daher angenommen, dass auch in den folgenden 30 Jahren mit einer Inflation von durchschnittlich 1,31 % zu rechnen ist. Der gewählte Diskontierungszinssatz wird somit ermittelt, indem der Jahresdurchschnitt des Zinssatzes von langlaufenden Staatsanleihen um 1,31 % reduziert wird. Der gewählte Diskontierungszinssatz ist aufgrund des immer noch niedrigen Zinsniveaus leicht negativ; er beträgt 1,05 % - 1,31 % = -0,26 %. Dieser negative Diskontierungszinssatz führt dazu, dass der (diskontierte) Barwert der Heizkosteneinsparungen für jedes Jahr des Betrachtungszeitraums 2018 bis 2047 höher ist als der reale Wert.

⁶⁵ In die Berechnung der Einsparungen über die gesamte durchschnittliche Lebensdauer geht auch die Entwicklung der Energiepreise ein. Daher weicht das Produkt aus jährlicher Einsparung in 2018 und Nutzungsdauer (30 Jahre) von der in Kapitel 1.5.3 berechneten Gesamteinsparung ab.

Um den Effekt dieser Diskontierung darzustellen, wird in Tabelle 24 die Heizkostensparnis (realer Wert) mit der diskontierten Heizkostensparnis (Barwert) für verschiedene Jahre und für die gesamte technische Lebensdauer verglichen:

Tabelle 24 Energieeffizient Sanieren 2017: Heizkosteneinsparung, real und nach Diskontierung

| Jahr / Zeitraum | Realer Wert [1.000 €] | Barwert [1.000 €₂₀₁₇] |
|--------------------------|----------------------------------|---|
| 2018 | 135.549 | 135.902 |
| 2020 | 139.365 | 140.457 |
| 2025 | 145.441 | 148.502 |
| 2030 | 152.319 | 157.562 |
| 2035 | 157.083 | 164.619 |
| 2040 | 162.271 | 172.284 |
| 2045 | 165.030 | 177.509 |
| 2046 | 165.600 | 178.587 |
| 2047 | 166.177 | 179.676 |
| Summe 2018 – 2047 | 4.602.474 | 4.799.648 |

Die Tabelle zeigt, dass mit länger werdendem Betrachtungszeitraum die Differenz des Barwertes zum realen Wert steigt und der Barwert einer Zahlung aus dem Jahr 2047 aufgrund des negativen Diskontierungsfaktors 108 % des realen Wertes beträgt. Dies verdeutlicht, dass eine in 2017 getätigte Investition in Energieeffizienz- bzw. Energieeinsparmaßnahmen finanziell attraktiver ist als langlaufende Anlagealternativen im Bereich der deutschen Staatsanleihen, was sich in erster Linie durch das allgemein niedrige Zinsniveau erklären lässt.

Die Tabelle zeigt außerdem, dass die Summe der Barwerte der Heizkosteneinsparungen über die 30-jährige Nutzungsdauer der Investitionen rund 4,8 Mrd. € beträgt. Das sind einerseits 104 % des realen Summenwertes der Heizkostensparnis von 4,6 Mrd. € und andererseits rund 44 % der Investitionssumme von 10,9 Mrd. € (inkl. MwSt.) der geförderten Investitionen des Jahres 2017. Dies heißt aber keineswegs, dass die Energieeffizienz-Investitionen unwirtschaftlich sind, weil ein großer Teil der Investitionen in erster Linie dem Werterhalt der Gebäude dient oder aufgrund eines Komfortgewinns sogar zu einer Wertsteigerung führt.

Bei der Interpretation der Ergebnisse, vor allem beim Vergleich mit den Ergebnissen der Förderfälle früherer Jahre, ist zu beachten, dass sich der Zinssatz für Staatsanleihen 2017 mit 1,8 % immer noch auf einem niedrigen Niveau⁶⁶ befand, was einen erheblichen Einfluss auf den ermittelten Barwert hat. Die Diskontierungsrechnung wurde daher nicht nur mit dem für 2017 ermittelten Diskontierungssatz von -0,26 % durchgeführt, sondern zusätzlich noch mit zwei alternativen Diskontierungssätzen wiederholt, um die Bedeutung der Entwicklung der Verzinsung langlaufender Staatsanleihen als Indikator für die Ertragserwartungen an langfristige Kapitalanlagen abzuschätzen. Nach Abzug der Inflationsrate wurde daher als alternativer Diskontierungszinssatz einerseits der höchste Wert im Zeit-

⁶⁶ Zum Vergleich: Der durchschnittliche Zinssatz für langlaufende Staatsanleihen der Jahre 2010 bis 2014 betrug 2,67 %.

raum 2010 – 2014⁶⁷ gewählt - dieser betrug 1,88 % in 2010 - und andererseits der niedrigste Diskontierungszinssatz, dieser betrug 0,42 % im Jahr 2014. Mit dem Diskontierungszinssatz von 1,88 % würde der Barwert der Heizkosteneinsparung über 30 Betriebsjahre auf 3.460 Mio. € absinken, mit dem Diskontierungszinssatz von 0,42 % auf 4.310 Mio. €. Im ersten Fall sind dies 75 % des realen Wertes der Heizkosteneinsparung von 4.600 Mio. €, im zweiten Fall 94 %. Dementsprechend ändert sich auch das Verhältnis von Heizkosteneinsparung zu Investitionskosten auf 32 % bzw. 40 %. 2014 lag dieser Wert noch bei 86 %. Das bedeutet, dass sich die Energieeffizienz-Investitionen des Jahres 2017 ökonomisch betrachtet weniger lohnen als in früheren Jahren: Der finanzielle „Return on Investment“ fällt über 30 Jahre gerechnet geringer aus, obwohl er aufgrund der niedrigen Diskontierungsrate eigentlich höher ausfallen müsste. Dafür gibt es zwei Gründe: Einerseits ist der „energetische Ertrag“ der Investitionen zwischen 2014 und 2017 spürbar gesunken. Wurden 2014 jährlich noch 232 GWh Endenergie pro 1 Mrd. € Investitionen jährlich eingespart, so lag dieser Wert in 2015 bereits bei 217 GWh und ist in 2017 weiter auf 133 GWh pro 1 Mrd. € Investitionen zurückgegangen. Die Energieeinsparung pro investiertem Euro fiel in 2017 somit um 43 % niedriger aus als in 2014. Ein Grund hierfür könnte sein, dass Gebäudeeigentümer in den vorhergehenden Jahren zunächst die Effizienzmaßnahmen umgesetzt haben, die am wirtschaftlichsten waren, d. h. mit vergleichsweise geringerem Einsatz von Finanzmitteln höhere Energieeinsparungen ermöglichten. Eine weitere Senkung des Energiebedarfs erfordert dann Maßnahmen, die zu höheren Einsparkosten führen.

Zusätzlich verringert sich der Geldwert dieser Energieeinsparung, weil die Energiepreise zwischen 2014 und 2017 (insbesondere der Ölpreis) stark gesunken sind und sich dies bei unserer Berechnungsmethode auf die gesamte Nutzungszeit der Investitionen auswirkt. Trotzdem kann man festhalten: Angesichts der unattraktiven Geldanlagealternativen im Bereich der risikoarmen deutschen Staatsanleihen lohnt es sich nicht nur für die Umwelt, sondern auch wirtschaftlich, in Energieeffizienz zu investieren.

⁶⁷ Im Zeitraum bis 2014 war der Diskontierungsfaktor noch positiv, für 2015 bis 2017 ergeben sich negative Diskontierungsfaktoren.

I.6 Beschäftigungseffekte und Multiplikatorwirkung

I.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 beschrieben, 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“ 2017 wurden von der KfW rund 129.000 Förderzusagen gemeldet, die rund 275.000 Wohneinheiten betrafen. Die Gesamtinvestitionskosten der energiesparenden Modernisierungsmaßnahmen aus den KfW-Antragsdaten beliefen sich auf rund 10,9 Mrd. € (inkl. MwSt.) (vgl. Tabelle 25).

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 % = 8,7 Mrd. € für Bauinstallations- und sonstige Ausbauarbeiten (Ausbaugewerbe) und 20 % = 2,1 Mrd. € für Bauplanungs- und Bauleitungsaufgaben unterstellt (jeweils brutto, d. h. inkl. Mehrwertsteuer).

Mithilfe der Input-Output-Rechnung von 2010 und der neuesten Erkenntnisse über die branchenspezifische Entwicklung der Produktivität wurde berechnet, dass Nettoumsätze von 1 Mio. € im Jahr 2017 im Ausbaugewerbe zu einem gesamtgesellschaftlichen Beschäftigungseffekt von 10,6 Personenjahren (PJ)⁶⁸ und im Bereich Bauplanung/-leitung zu 11,9 PJ führen. Die Differenz lässt sich dadurch erklären, dass im Ausbaugewerbe anteilig mehr Material bezogen wird und somit der Lohnanteil am Umsatz 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 o. g. Aufteilung der Investitionsmittel auf das Ausbaugewerbe und die Bauplanung/-leitung liegen die Beschäftigungseffekte bezogen auf 1 Mio. € Investitionsvolumen (inklusive Mehrwertsteuer) bei 10,9 Personenjahren.

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 aktuell verfügbaren Informationen des Bonner Instituts für Mittelstandsforschung zurück [IfM 2018]. Eine ausführlichere Darstellung der methodischen Aspekte findet sich im Abschnitt I.6.2.3 und in Anlage 5. Ein weiterer Analyseschritt besteht in der Differenzierung der Beschäftigungseffekte nach Arbeitnehmern und Selbstständigen (vgl. Abschnitt I.6.2.4). Dabei wird auf branchenspezifische Arbeitnehmerquoten aus dem Jahr 2017 zurückgegriffen. Eine ausführlichere Darstellung zu diesem Aspekt findet sich in 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

⁶⁸ PJ = Personenjahr = Beschäftigung einer Person ein Jahr lang mit der durchschnittlichen wöchentlichen Arbeitszeit der jeweiligen Branche.

bei der KfW vorliegenden aggregierten Daten zu den Darlehens- und Zuschussfällen vorgenommen wurde, wurden Daten für die Abschätzung der Beschäftigungseffekte nach den Gebietskategorien „dicht besiedelte Gebiete“, „Gebiete mit mittlerer Besiedlungsdichte“ und „gering besiedelte Gebiete“ bei der in Abschnitt I.2 dokumentierten Befragung von Fördermittelgebern mit erhoben.

Anhand der Erkenntnisse von rund 650 auswertbaren Antworten von Investoren, die das Förderprogramm „Energieeffizient Sanieren“ in Anspruch genommen haben, wurde auf die Gesamtheit der von der KfW berichteten Fälle des Jahres 2017 hochgerechnet, um eine grobe Abschätzung der regionalen und gebietstypischen Beschäftigungseffekte zu erhalten. Das Verfahren wird im Abschnitt I.6.2.6 anhand mehrerer Tabellen ausführlich beschrieben.

I.6.2 Ergebnisse für das Förderprogramm „Energieeffizient Sanieren“ 2017

I.6.2.1 Beschäftigungseffekte: gesamt, direkt und indirekt

Die im Förderprogramm „Energieeffizient Sanieren“ 2017 geförderten Modernisierungsmaßnahmen haben einen Gesamtbeschäftigungseffekt von 118.000 PJ. Tabelle 25 zeigt auch die Unterteilung in direkte und indirekte Effekte. Dabei werden Beschäftigungseffekte in den vom Investor beauftragten Unternehmen als „direkt“, die dadurch bei weiteren Unternehmen ausgelösten Beschäftigungseffekte dagegen als „indirekt“ bezeichnet. Die Zuschussvariante war im Jahr 2017 mit einem geplanten Investitionsvolumen von rund 2,4 Mrd. € (inkl. MwSt.) verbunden, das sind 22,4 % vom gesamten Investitionsvolumen der beiden Förderprogramme. Entsprechend entfallen rund 26.000 Personenjahre des Gesamtbeschäftigungseffektes auf die Zuschussvariante und 92.000 Personenjahre auf die Darlehensvariante.

Tabelle 25 Energieeffizient Sanieren 2017: Beschäftigungseffekte

| | | |
|--|--------|---------|
| Investitionsvolumen (inkl. MwSt.) | Mio. € | 10.850 |
| direkter Beschäftigungseffekt | PJ | 85.000 |
| indirekter Beschäftigungseffekt | PJ | 33.000 |
| Gesamtbeschäftigungseffekt | PJ | 118.000 |
| Davon: aus der Kreditvariante | PJ | 92.000 |
| aus der Zuschussvariante | PJ | 26.000 |
| Beschäftigung je 1 Mio. € Investition (inkl. MwSt.) | PJ | 10,9 |

I.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 2017 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.

Auch im Förderjahr 2017 liegt im KfW-Programm „Energieeffizient Sanieren“ für rund 23 % der Förderfälle (entspricht ca. 6,8 % der Investitionssumme des Programms) keine regionale Zuordnung vor. Für diese Fälle wird keine Zuordnung zu den Bundesländern vorgenommen.

Eine ausführliche Darstellung der Berechnung der Beschäftigungseffekte in den Bundesländern findet sich im Abschnitt 2 der Anlage 5.

Tabelle 26 zeigt, wie sich die im Programm „Energieeffizient Sanieren“ 2017 geförderten Modernisierungsmaßnahmen auf die Beschäftigung in den Bundesländern ausgewirkt haben.

Tabelle 26 Energieeffizient Sanieren 2017: Gesamtbeschäftigungseffekte nach Bundesländern

| Bundesland | Beschäftigung 2017 in PJ | Bundesland | Beschäftigung 2017 in PJ |
|--------------------------|--------------------------|---------------------|--------------------------|
| Baden-Württemberg | 25.300 | Niedersachsen | 7.900 |
| Bayern | 19.900 | Nordrhein-Westfalen | 18.600 |
| Berlin | 2.900 | Rheinland-Pfalz | 5.500 |
| Brandenburg | 2.700 | Saarland | 1.100 |
| Bremen | 900 | Sachsen | 7.300 |
| Hamburg | 2.600 | Sachsen-Anhalt | 2.000 |
| Hessen | 9.100 | Schleswig-Holstein | 2.900 |
| Mecklenburg-Vorpommern | 900 | Thüringen | 2.100 |
| ohne regionale Zuordnung | 6.400 | | |

1.6.2.3 Beschäftigungseffekte im Mittelstand

Informationen aus dem Bonner Institut für Mittelstandsforschung [IfM 2018]. Gemäß der Definition dieses Instituts gehören alle Unternehmen zum Mittelstand, die weniger als 500 Beschäftigte haben und deren Jahresumsatz unter 50 Mio. € liegt. Das Baugewerbe mit seiner außerordentlich hohen Mittelstandsquote von 85 % [IfM 2018] (bezogen auf den Umsatz) und 91 % [IfM 2018] (bezogen auf die sozialversicherungspflichtig Beschäftigten) (vgl. Anlage 5, Tabelle 5) spielt dabei eine entscheidende Rolle, da sich der gesamte direkte Investitionseffekt dort niederschlägt. Berücksichtigt man zusätzlich, dass die Selbstständigen 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 Selbstständigen berücksichtigenden) Beschäftigungsquoten für KMU in den Branchen mit den Beschäftigungseffekten aus der Input-Output-Analyse, so ergeben sich für den Mittelstand für das Jahr 2017 Beschäftigungsanteile von 72.500 PJ oder 85 % beim direkten Beschäfti-

gungseffekt und 90.200 PJ oder 76 % beim Gesamtbeschäftigungseffekt (vgl. Tabelle 27 und Abbildung 25).

Tabelle 27 Energieeffizient Sanieren 2017: Beschäftigungseffekte im Mittelstand

| | 2017 |
|--------------------------------------|------------|
| Gesamtbeschäftigungseffekt | 118.000 PJ |
| darunter: Mittelstand | 90.200 PJ |
| Prozentanteil Mittelstand | 76 % |
| Direkter Beschäftigungseffekt | 85.100 PJ |
| darunter: Mittelstand | 72.500 PJ |
| Prozentanteil Mittelstand | 86 % |

Damit liegen die KMU-Beschäftigungsanteile der im Programm „Energieeffizient Sanieren“ 2017 geförderten Modernisierungsmaßnahmen weit über dem durchschnittlichen KMU-Erwerbstätigenanteil der Gesamtwirtschaft (58 %). Das Förderprogramm der KfW-Bankengruppe weist somit neben dem Nutzen für die Umwelt auch einen positiven Effekt bezüglich der Stärkung des Mittelstands auf.

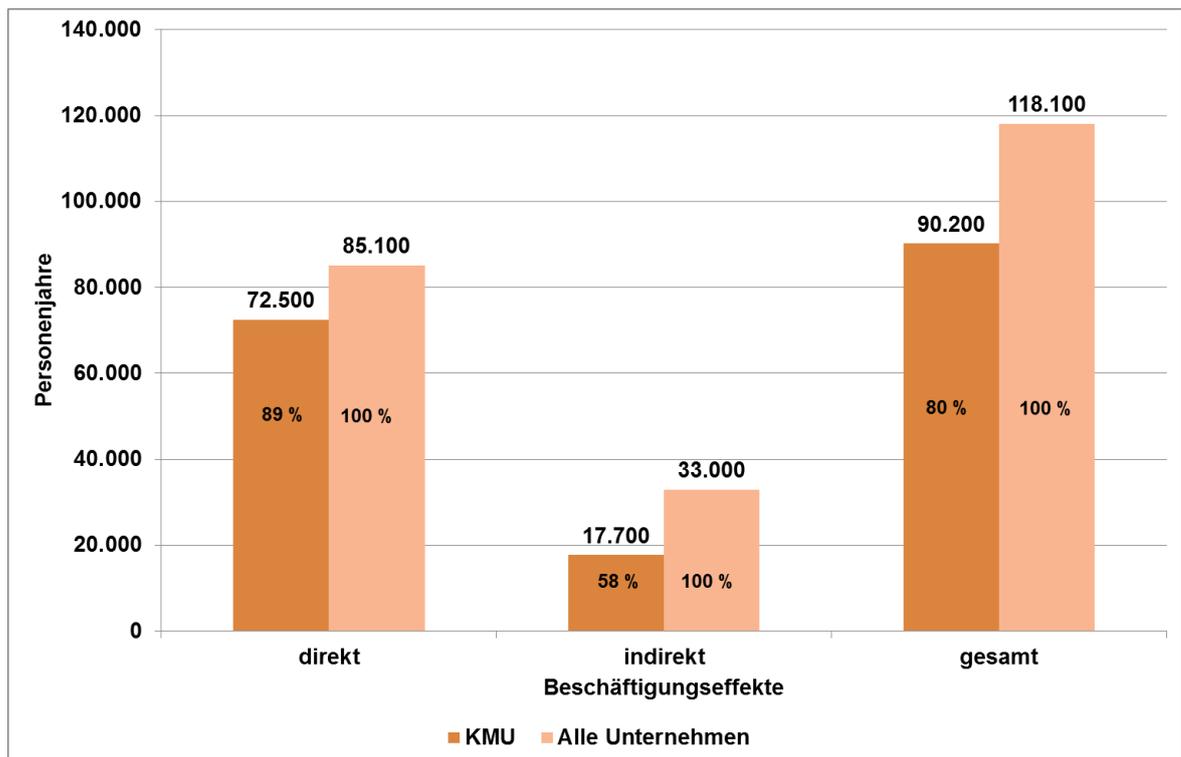


Abbildung 25 Energieeffizient Sanieren 2017: Direkte, indirekte und Gesamt-Beschäftigungseffekte im Mittelstand

I.6.2.4 Aufteilung der Beschäftigungseffekte auf Arbeitnehmer und Selbstständige

Der Anteil der Selbstständigen und mithelfenden Familienangehörigen liegt in der Gesamtwirtschaft bei rund 10 %, im Baugewerbe dagegen bei rund 20 %. Dementsprechend sind an der Umsetzung der durch das Förderprogramm „Energieeffizient Sanieren“ 2017 geförderten Maßnahmen mit einem Umfang von 21.900 PJ oder rund 18,5 % relativ mehr Selbstständige und mithelfende Familienangehörige beteiligt, als in der Gesamtwirtschaft vertreten sind. Vgl. dazu die Zahlen in Tabelle 28 sowie die ausführliche Darstellung der Herleitung im Abschnitt 4 der Anlage 5.

Tabelle 28 Energieeffizient Sanieren 2017: Aufteilung der Beschäftigungseffekte auf Arbeitnehmer und Selbstständige

| | Personenjahre | Anteil in % |
|--|----------------------|--------------------|
| Gesamt-Beschäftigungseffekt | 118.100 | 100 % |
| Darunter: Arbeitnehmer | 96.200 | 81,5 % |
| Darunter: Selbstständige und mithelfende Familienangehörige | 21.900 | 18,5 % |

I.6.2.5 Aufteilung der Beschäftigungseffekte auf Branchen

Beim Förderprogramm „Energieeffizient Sanieren“ konzentrieren sich die Beschäftigungseffekte auf die Bauwirtschaft (Anteil 51 % oder 60.300 PJ) und die unternehmensbezogenen Dienstleistungen, zu denen u. a. die technischen Dienstleistungen der Bauplanung und Bauleitung gehören (Anteil 26 % oder 31.000 PJ). Mit weitem Abstand folgen drei Wirtschaftszweige, die zwischen 6,4 % und 1,3 % der Beschäftigungseffekte verbuchen können: Handelsvermittlung/Großhandel mit 7.600 PJ, Herstellung von Metallerzeugnissen mit 2.500 PJ und Herstellung von Keramik/Verarbeitung von Steinen und Erden mit 1.500 PJ. Alle anderen Wirtschaftszweige kommen zusammen auf einen Anteil von 13 % oder 15.200 PJ (vgl. dazu auch Abbildung 26).

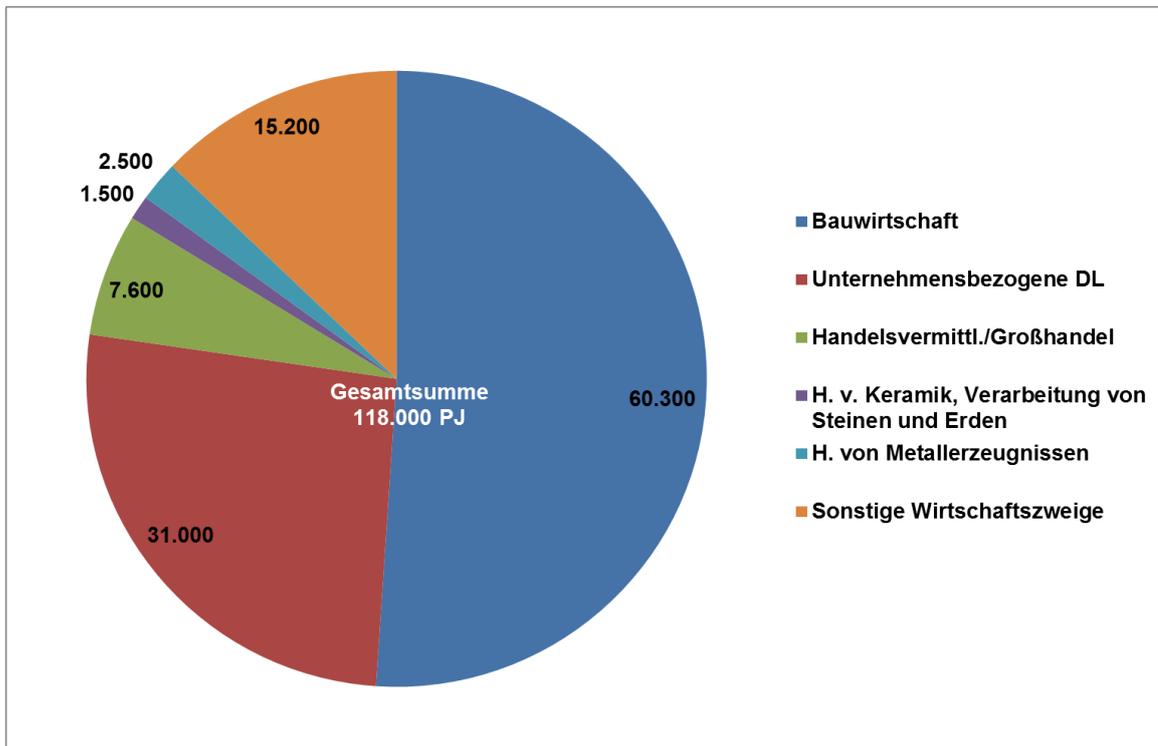


Abbildung 26 Energieeffizient Sanieren 2017: Beschäftigungseffekte nach Branchen in Personenjahren

I.6.2.6 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 2018a] diese Differenzierung, verwendet dabei aber drei Kategorien, wie Tabelle 29 zeigt.

Tabelle 29 Gebietstypologie nach dem Grad der Bevölkerungsdichte

| | Hauptkriterium Bevölkerungsdichte | Bevölkerungsanteil Dezember 2016 |
|---------------------------|--|----------------------------------|
| Großstädte | Mindestens 1.500 Einwohner je qkm, mindestens 50.000 Einwohner | 35,8 % |
| Städtische Gebiete | Mindestens 300 Einwohner je qkm, mindestens 5.000 Einwohner | 41,5 % |
| Ländlicher Raum | Gebiete außerhalb städtischer Gebiete | 22,7 % |

Quelle: IFAM auf Basis von [DESTATIS 2018a] und [BBR 2015]

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. Diese diente als Basis für die Zuordnung der mit dem Programm „Energieeffizient Sanieren“ 2017 verbundenen Investitionen auf

die Gemeinden. Da hierzu die entsprechenden Daten aller Förderfälle nicht zur Verfügung standen, wurde die eigene, innerhalb des Förderprogramms „Energieeffizient Sanieren“ 2017 durchgeführte Primärerhebung mit Antworten von 1.192 Förderfällen des Jahres 2017 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 Gebäudesanierung beauftragt wurden? Wie verteilte sich die Auftragssumme?“ ausgewertet. Dabei ergaben sich aus den 978 auswertbaren Fällen bezüglich der Verteilung der Investitionssummen einige Unterschiede zwischen den drei Gebietstypen (vgl. Tabelle 30).

Tabelle 30 Energieeffizient Sanieren 2017: Gebietstypische Verteilung von Aufträgen

| Herkunft der Unternehmen, die die Investitionen ausführten | Anteil der Investitionen (Umsätze) des Gebietstyps | | |
|--|--|--------------------|-----------------|
| | Großstädte | Städtische Gebiete | Ländlicher Raum |
| Anzahl der Fälle der Stichprobe | 252 | 489 | 237 |
| Regionale Unternehmen (bis ca. 50 km vom Ort des Gebäudes entfernt) | 85,2 % | 92,3 % | 96,3 % |
| Weiter als 50 km entfernte Unternehmen aus Deutschland | 12,3 % | 6,9 % | 3,2 % |
| Unternehmen aus anderen Ländern der Europäischen Union | 2,5 % | 0,8 % | 0,5 % |
| Unternehmen aus Ländern außerhalb der Europäischen Union | 0,0 % | 0,0 % | 0,0 % |

In der Stichprobe wurden in den drei Gebietstypen die Investitionsaufträge fast immer (85,2 % bis 96,3 %) an Unternehmen vergeben, die höchstens 50 km vom Investitionsort entfernt angesiedelt sind. Dabei fällt der Anteil der regional vergebenen Aufträge in den Großstädten mit 85,7 % etwas niedriger aus als in den städtischen Gebieten und im Ländlichen Raum. Bis zu 12,3 % des Auftragsvolumens 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 Großstadt, kann es sowohl städtische Gebiete als auch Gemeinden des Ländlichen Raums 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. Abschnitt 5 in Anlage 5) getroffen werden, die schließlich zu den nachstehenden Ergebnissen führten (vgl. Tabelle 31).

Tabelle 31 Energieeffizient Sanieren 2017: Hochrechnung Beschäftigungseffekte nach Gebietstypen

| | | Gebietstypen | | |
|---|--------|-----------------------------------|--------------------|-----------------|
| | | Großstädte | Städtische Gebiete | Ländlicher Raum |
| Bevölkerungsverteilung 2016 nach [DESTATIS 2018a] | % | 36 | 41 | 23 |
| | | Darlehens- und Zuschussfälle 2017 | | |
| Investitionen (inkl. 19 % MwSt.) am Ort der Investition | Mio. € | 4.700 | 4.690 | 1.460 |
| | % | 43 | 43 | 14 |
| Durch die Investitionen ausgelöste Umsätze (inkl. 19 % MwSt.) nach dem Sitz der ausführenden Unternehmen | Mio. € | 8.410 | 7.340 | 3.470 |
| | % | 44 | 38 | 18 |
| Beschäftigte nach dem Sitz der ausführenden Unternehmen | PJ | 51.700 | 45.100 | 21.300 |
| | % | 44 | 38 | 18 |

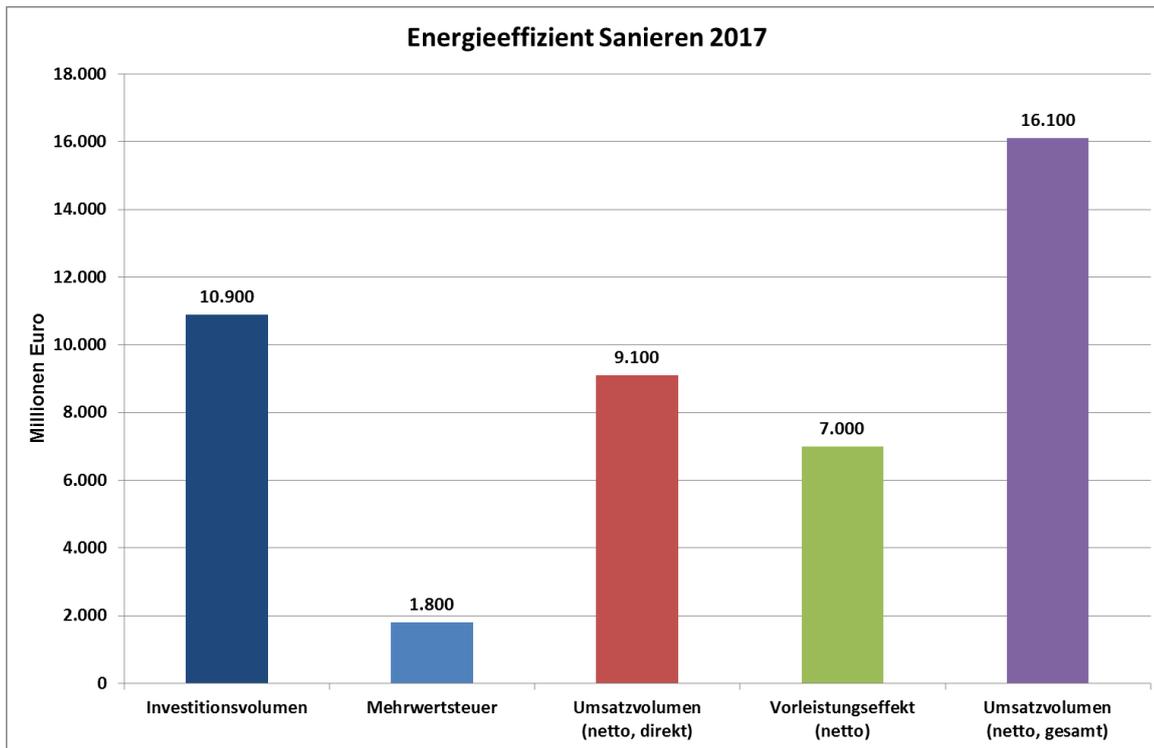
Bei einem Bevölkerungsanteil von 36 % wurden im Jahr 2017 mit ca. 44 % überproportional viele Energieeffizienz-Investitionen, an denen das untersuchte Förderprogramm „Energieeffizient Sanieren“ über Darlehen oder Zuschüsse beteiligt war, in Großstädten durchgeführt. Die städtischen Gebiete waren mit einem Investitionsanteil von 43 % bei einem Bevölkerungsanteil von 41 % angemessen repräsentiert, unterrepräsentiert war der Ländliche Raum mit einem Anteil von rund 14% (Bevölkerungsanteil 23%).

Aufgrund der räumlichen Mischung von Großstädten, Städtischen Gebieten und Ländlichem Raum führte die über die Gemeindegrenzen hinausgehende Verteilung der Aufträge zur Umsetzung von Energiesparinvestitionen zu einer gewissen Verlagerung. Hierbei gewinnen Städtische Gebiete gegenüber dem Förderjahr 2016 leicht (Anstieg von 35 % auf 38 %). Der Anteil, der auf den Ländlichen Raum entfällt ändert sich kaum (2016: 19 %, 2017: 18 %), während der Anteil der Großstädte von 46 % auf 44 % zurückgeht. Dennoch sind die Großstädte bei den ausgelösten Umsatz- und Beschäftigungseffekten mit einem Anteil von 44 % noch deutlich überrepräsentiert (Bevölkerungsanteil 36 %).

Insgesamt lässt sich feststellen, dass die mit dem Programm „Energieeffizient Sanieren“ 2017 verbundenen CO₂-Reduktions- und Effizienz-Investitionen in ihrer Verteilung auf Großstädte, städtische Gebiete und den Ländlichen Raum im Jahr 2017 teilweise deutlich von der Bevölkerungsverteilung abweichen. Das führt dazu, dass die mit dem Programm verbundenen Beschäftigungseffekte deutlich stärker in den Großstädten auftreten, während der Ländliche Raum im Vergleich zu ihren Bevölkerungsanteilen unterdurchschnittlich an den Beschäftigungseffekten beteiligt ist.

1.6.2.7 Monetäre Multiplikatorwirkung

Das untersuchte Förderprogramm weist insgesamt ein Investitionsvolumen (inkl. MwSt.) von ca. 10,9 Mrd. € auf. Wie Abbildung 27 zeigt, fließen davon rund 1,8 Mrd. € in Form von Mehrwertsteuer direkt an den Staat zurück, so dass ein Netto-Umsatzeffekt von 9,1 Mrd. € übrig bleibt. Mit Hilfe der Input-Output-Analyse lassen sich die durch diese Investitionen ausgelösten Vorleistungen (vgl. Anlage 5, Abschnitt 6) außerhalb des Baugewerbes und der Bauplanung/Bauleitung berechnen, die sich auf ca. 7,0 Mrd. € belaufen. Zusammen ergibt sich daraus ein Nettoumsatz von rund 16,1 Mrd. €. Auf den ursprünglichen Nettoumsatz wirkt also ein monetärer Multiplikatoreffekt in der Größe von 1,77 ein.



Quelle: Fraunhofer-IFAM

Abbildung 27 Energieeffizient Sanieren 2017: Umsatzeffekte des Programms

I.6.3 Vergleich mit den Vorjahren

Tabelle 32 zeigt die Beschäftigungseffekte der Jahre 2005 - 2017 für das Programm „Energieeffizient Sanieren“ und den Vorläufer „CO₂-Gebäudesanierungsprogramm“.

**Tabelle 32 Energieeffizient Sanieren / CO₂-Gebäudesanierungsprogramm:
Beschäftigungseffekte 2005 - 2017**

| Förderfälle aus | Betroffene Wohneinheiten | Geplantes Investitionsvolumen* [Mio. €] | Gesamtbeschäftigungseffekte [Personenjahre] |
|------------------------|---------------------------------|--|--|
| 2005 | 70.000 | 1.500 | 27.000 |
| 2006 | 155.000 | 3.500 | 65.000 |
| 2007 | 89.000 | 2.100 | 35.000 |
| 2008 | 134.000 | 3.200 | 51.000 |
| 2009 | 363.000 | 7.000 | 111.000 |
| 2010 | 343.000 | 6.900 | 93.000 |
| 2011 | 180.000 | 3.900 | 52.000 |
| 2012 | 242.000 | 5.400 | 69.000 |
| 2013 | 276.000 | 6.500 | 79.000 |
| 2014 | 230.000 | 5.900 | 72.000 |
| 2015 | 237.000 | 6.400 | 75.000 |
| 2016 | 276.000 | 10.100 | 115.000 |
| 2017 | 275.000 | 10.900 | 118.000 |
| Kumuliert 2005 - 2017 | 2.870.000 | 73.300 | 962.000 |

* Investition in energiesparende Modernisierungsmaßnahmen

I.7 Informationen zu den geförderten Gebäudeeigentümern

In Tabelle 33 werden die Anteile unterschiedlicher Typen von Gebäudeeigentümern angegeben, die laut der Stichprobenerhebung die Förderung im Programm „Energieeffizient Sanieren“ 2017 in Anspruch genommen haben.

Tabelle 33 Energieeffizient Sanieren 2017: Eigentümerstruktur⁶⁹

| | Gebäude | Wohnungen |
|--------------------------------------|---------|-----------|
| Einzelperson(en) | 86,9 % | 65,0 % |
| Wohnungseigentümergeinschaft | 6,4 % | 16,4 % |
| Wohnungsunternehmen, -genossenschaft | 6,5 % | 18,2 % |
| Sonstige | 0,2 % | 0,3 % |

Die Anteile der verschiedenen Eigentumsformen bezogen auf die geförderten Gebäude bzw. Wohnungen sind unterschiedlich. Der höchste Prozentsatz kommt aber in beiden Fällen den Einzeleigentümern zu: Rund 87 % der geförderten Gebäude haben Einzelpersonen als Eigentümer, und 65 % der geförderten Wohnungen liegen in Gebäuden, die Einzelpersonen gehören. In dieser Gruppe der Einzeleigentümer wird in 74 % der geförderten Fälle das Gebäude ausschließlich selbstgenutzt, in 16 % der Fälle das Gebäude ausschließlich vermietet und in 10 % der Fälle teils selbstgenutzt und teils vermietet.

In (74 + 10) % = 84 % der Fälle handelt es sich also um „selbstnutzende Einzeleigentümer“, die im geförderten Gebäude auch selbst wohnen. Die Altersstruktur dieser Eigentümergruppe ist in Abbildung 28 dargestellt.

Die Auswertung bezieht sich auf den Anteil an den Förderfällen.⁷⁰ Die Altersgruppe von 50 bis 64 Jahren hat hier mit 39 % den größten Anteil, die Gruppe von 30 bis 49 Jahren ist mit 22 % ebenfalls stark vertreten. Gut ein Drittel (34 %) der Eigentümer ist 65 Jahre oder älter, 12 % sind 75 Jahre oder älter.

Die durchschnittliche Haushaltsgröße der selbstnutzenden Eigentümer beträgt 2,4 Personen. Bei 16 % der selbstnutzenden Eigentümer leben im Haushalt auch Kinder, unter diesen wiederum beträgt der Durchschnittswert 1,6 Kinder pro Haushalt.

⁶⁹ Zum Vergleich: Laut Zensus 2011 sind 84,4 % der Gebäude bzw. 58,5 % der Wohnungen in der Hand von Privateigentümern. 9,3 % der Gebäude bzw. 22,1 % der Wohnungen gehören Eigentümergeinschaften. (Auswertungen mit der Zensusdatenbank im Oktober 2015, <https://ergebnisse.zensus2011.de>)

⁷⁰ Bei mehreren Eigentümern und Mehrfachnennungen von Altersklassen wurden diese mit einer entsprechend verringerten Gewichtung berücksichtigt. Beispielsweise wurde bei einem Förderfall mit nur einer Altersangabe diese mit eins gewichtet. Lagen dagegen zwei Altersangaben vor, so wurden diese jeweils mit 0,5 gewichtet.

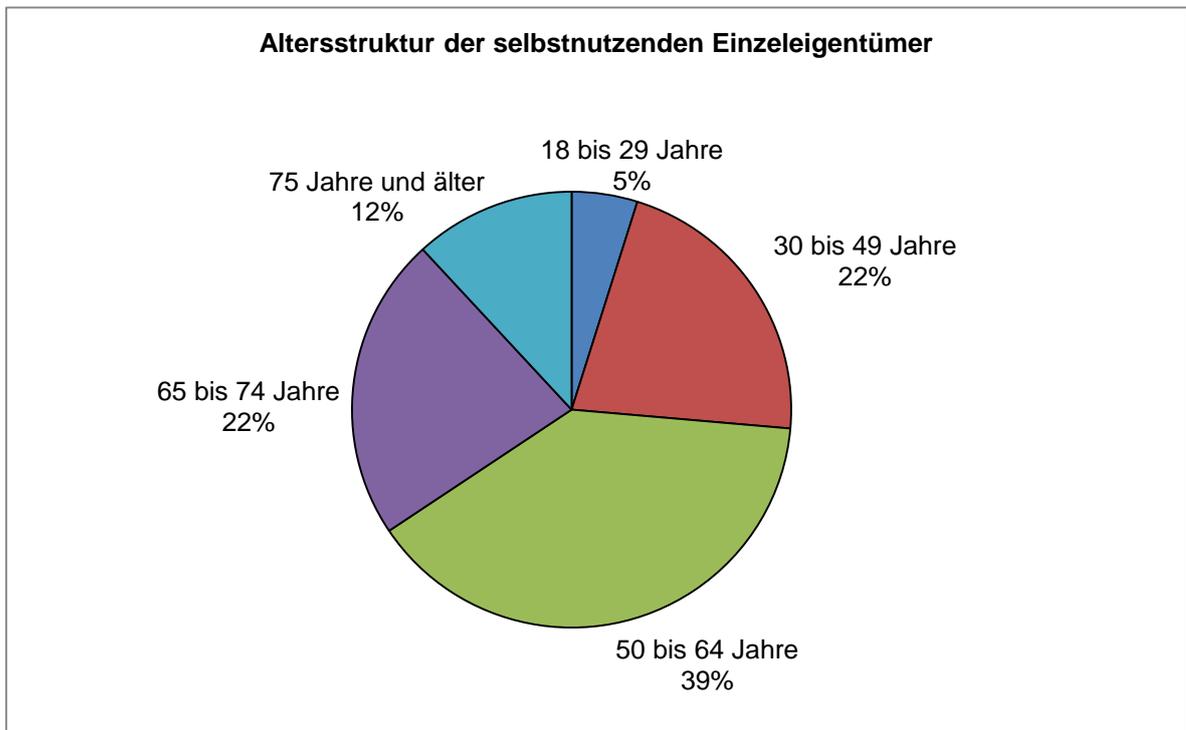


Abbildung 28 Energieeffizient Sanieren 2017: Altersstruktur der geförderten selbstnutzenden Einzeleigentümer

Die Jahre, in denen die befragten Einzeleigentümer ihr Gebäude erworben haben, sind in Tabelle 34, eingeteilt in sechs Klassen, dokumentiert. Die Befragung fand im Frühjahr 2018 statt, der Zeitraum 2017 - 2018 umfasst also nur wenig mehr als ein Jahr.

Tabelle 34 Energieeffizient Sanieren 2017: Jahr des Eigentumserwerbs des Wohngebäudes (Einzeleigentümer)

| Jahr des Eigentumserwerbs | Einzeleigentümer, Wohnraum ist... | |
|---------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| | vermietet | (teils) selbstgenutzt |
| 2017 – 2018 | 14,8 % | 11,3 % |
| 2016 | 14,2 % | 7,7 % |
| 2015 | 5,3 % | 5,1 % |
| 2014 | 2,9 % | 1,1 % |
| 2010 – 2013 | 3,2 % | 6,3 % |
| 2001 – 2009 | 19,2 % | 5,8 % |
| bis 2001 | 40,5 % | 62,7 % |

Nimmt man an, dass ein Zeitraum von beispielsweise zwei Jahren einen engen zeitlichen Zusammenhang zwischen Eigentumserwerb und Modernisierungsvorhaben markiert, so kommt man zu folgendem Ergebnis: 34,2 % der Einzeleigentümer, die ihr Gebäude ausschließlich vermieten, haben dieses 2015 oder später erworben, also bis maximal zwei Jahre vor der 2017 erteilten KfW-Förderzusage. Bei den Einzeleigentümern, die ihr Gebäude (teilweise) selbst zum Wohnen nutzen, beträgt dieser Anteil 24,1 %.

I.8 Zusatzfragen

Die diesjährige Erhebung wurde einmalig um Fragen in Bezug auf das Vorhandensein ergänzender Ofenheizungen, Einschätzungen zur Durchführung bzw. zu Kosten/Finanzierung der Maßnahmen und zur Erstellung eines Sanierungsfahrplans ergänzt. Die Ergebnisse sind in den folgenden Abschnitten dargestellt.

I.8.1 Einsatz ergänzender Öfen

In einer Zusatzfrage wurden brennstoffbetriebene Öfen oder Kamine erhoben, die ergänzend zur Heizung eingesetzt wurden. Fälle, in denen überwiegend mit Öfen geheizt wurde, wurden dabei nicht abgefragt. Im Ergebnis zeigt sich, dass vor der Modernisierung bei 46 % der Förderfälle, nach der Modernisierung bei 45 % der Förderfälle solche ergänzenden Öfen eingesetzt wurden bzw. werden. Im Fall von Ein-/Zweifamilienhäusern bzw. Mehrfamilienhäusern liegen die Anteile bei 48 % bzw. 19 % (hier: nach der Modernisierung).

In den Fällen mit ergänzenden Öfen vor der Modernisierung wurde bei 95 % ausschließlich oder überwiegend Holz eingesetzt, die Anteile von Heizöl, Kohle und Gas lagen bei circa 3 %, 2 % bzw. 1 %. Nach der Modernisierung dominierte Holz mit 97 % der Fälle, Heizöl und Gas lagen bei jeweils etwa 1 %, Kohle wurde in der Stichprobe nicht mehr genannt.

I.8.2 Einschätzung zur Durchführung der Maßnahmen

Die Fördermittelempfänger wurden im Hinblick auf verschiedene Aspekte der Sanierung dahingehend befragt, ob Sie die Durchführung im Nachhinein einfacher oder schwieriger einschätzen, als zuvor erwartet. Tabelle 35 zeigt die Ergebnisse.

Tabelle 35 Energieeffizient Sanieren 2017: Einschätzung der Durchführung der Sanierungsmaßnahmen

| | Einschätzung | | | | |
|---|--------------------|-----------------|--------------|-------------------|----------------------|
| | deutlich einfacher | etwas einfacher | wie erwartet | etwas schwieriger | deutlich schwieriger |
| Beauftragung und Koordination der Handwerker / Bauunternehmen | 10 % | 10 % | 66 % | 8 % | 6 % |
| Technische Umsetzung der Maßnahmen | 8 % | 10 % | 61 % | 19 % | 2 % |
| Zusammenarbeit mit einem Energieberater (betrifft 85 % der Förderfälle) | 19 % | 18 % | 51 % | 10 % | 2 % |
| Zusammenarbeit mit einem Architekten und / oder anderen Fachplaner (betrifft 19 % der Förderfälle) | 11 % | 22 % | 55 % | 8 % | 4 % |
| Gewöhnung an neue Technik einschließlich zusätzlicher Hilfsmittel (betrifft 40 % der Förderfälle) | 7 % | 12 % | 47 % | 33 % | 1 % |
| Akzeptanz von Einschränkungen durch die Arbeiten (Lärm, Schmutz, ...) (betrifft 62 % der Förderfälle) | 3 % | 11 % | 66 % | 17 % | 4 % |

Die Tabelle ist zeilenweise zu lesen: Es ist beispielsweise zu erkennen, dass jeweils 10 % der Befragten die Beauftragung und Koordination der Handwerker bzw. Bauunternehmer als deutlich einfacher oder etwas einfacher einschätzen als vorher erwartet, 66 % schätzen sie wie erwartet ein, die übrigen 8 % bzw. 6 % als etwas schwieriger oder deutlich schwieriger. Die Einzelwerte jeder Zeile addieren sich zu 100 % (abgesehen von Ungenauigkeiten durch Auf- bzw. Abrunden der Werte).

Einige Fragen betreffen nur einen bestimmten Prozentsatz der Fördermittelempfänger, dieser ist in der ersten Spalte mit genannt: Beispielsweise haben 85 % der Befragten mit einem Energieberater zusammengearbeitet, und dementsprechend wurden nur deren Angaben in dieser Zeile ausgewertet.

Insgesamt zeigt sich, dass die Durchführung der Maßnahmen bei rund der Hälfte bis zwei Drittel der Befragten ungefähr so verlief wie erwartet.

Bei dem jeweils verbleibenden Rest ist die Einschätzung der Zusammenarbeit mit Energieberatern bzw. Architekten und Planern eher positiv (es überwiegen die Angaben „deutlich einfacher“ und „etwas einfacher“ gegenüber „etwas schwieriger“ und „deutlich schwieriger“). Bei der Beauftragung/Koordination und der technischen Umsetzung sind die Angaben einigermaßen ausgeglichen, während bei der Gewöhnung an neue Technik und der Akzeptanz von Einschränkungen die Umsetzung häufiger etwas oder deutlich schwieriger verlief als erwartet.

1.8.3 Einschätzung zu Kosten und Finanzierung der Maßnahmen

Nach einem ähnlichen Schema wie in Abschnitt 1.8.2 wurden auch Einschätzungen zu Kosten und Finanzierung bzw. Förderung abgefragt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 36 dargestellt.

Tabelle 36 Energieeffizient Sanieren 2017: Einschätzung zu Kosten und Finanzierung der Sanierungsmaßnahmen

| | Einschätzung | | | | |
|--|--------------------|-----------------|--------------|-------------|----------------|
| | deutlich niedriger | etwas niedriger | wie erwartet | etwas höher | deutlich höher |
| Höhe der Maßnahmenkosten | 2 % | 7 % | 56 % | 29 % | 7 % |
| Höhe der Fördermittel | 4 % | 11 % | 81 % | 3 % | 0 % |
| Einschätzung der Höhe der notwendigen Finanzierung über Kredit (betrifft 31 % der Förderfälle) | 2 % | 11 % | 63 % | 20 % | 5 % |

Auch hier zeigt sich, dass die durchgeführte Modernisierung weitgehend so eingeschätzt wird, wie vorher erwartet. Dies gilt besonders deutlich im Fall der Fördermittelhöhe (81 % „wie erwartet“).

Bei den verbleibenden Fällen gibt es jeweils ein merkliches Übergewicht zu einer – gegenüber den vorherigen Erwartungen – negativeren Einschätzung. So werden die Höhe der Maßnahmenkosten und der notwendigen Kreditfinanzierung eher höher als niedriger und die Fördermittelhöhe eher niedriger als höher eingeschätzt. Bezogen auf alle (betroffenen) Fördermittelempfänger waren 36 % mit höheren Kosten und 25 % mit der Notwendigkeit einer höheren Kreditaufnahme konfrontiert, als zuvor erwartet worden war.

I.8.4 Erstellung und Einschätzung eines Sanierungsfahrplans

Die Fördermittelempfänger wurden auch dahingehend befragt, ob sie sich im Zusammenhang mit den geförderten Maßnahmen von einem Fachmann (z. B. Energieberater) einen Sanierungsfahrplan erstellen ließen. Der Sanierungsfahrplan war dabei so umschrieben, dass dieser einen langfristigen Überblick über mögliche Sanierungsschritte und Einsparmaßnahmen biete, die für ein Gebäude anstehen. Es wurde also nicht explizit auf existierende, klar definierte und entsprechend benannte Sanierungsfahrplan-Konzepte Bezug genommen (etwa den von der BAFA geförderten Sanierungsfahrplan oder den Sanierungsfahrplan Baden-Württemberg), so dass von den Befragten gegebenenfalls auch andere Formen der langfristig orientierten Energieberatung als Sanierungsfahrplan interpretiert werden konnten.

Insgesamt wurde von 14 % der Befragten angegeben, dass ein Sanierungsfahrplan erstellt wurde. Unter diesen wurden (mit der Möglichkeit von Mehrfachnennungen) verschiedene Gründe für die Erstellung abgefragt, die Antworten (unter denjenigen, die mindestens eine Angabe zu den Gründen gemacht haben) verteilen sich wie folgt:

- 50 % waren an einem langfristigen Konzept für ihr Gebäude, über die aktuellen Maßnahmen hinaus, interessiert.
- 48 % hatten sich dafür interessiert, welches Niveau der Energieeffizienz jeweils durch aufeinander aufbauende Maßnahmen bzw. Maßnahmenpakete erreicht wird.
- 53 % gaben als Grund an, dass ein Sanierungsfahrplan Einzelmaßnahmen sinnvoll in ein großes Ganzes einordnet.
- 11 % gaben an, dass andere als die zuvor aufgeführten Gründe für sie (ebenfalls) eine Rolle gespielt haben.

Auch die Befragten, die keinen Sanierungsfahrplan erstellen ließen, wurden nach ihren Gründen gefragt, und zwar mit folgendem Ergebnis (Anteile unter denjenigen, die mindestens eine Angabe zu den Gründen gemacht haben):

- 16 % war das Konzept des Sanierungsfahrplans nicht bekannt.
- 4 % hatten einen Sanierungsfahrplan nicht für sinnvoll gehalten.
- 79 % wollten lediglich eine Einzelmaßnahme umsetzen.
- 5 % wollten eine Sanierung zum Effizienzhaus in einem Zug umsetzen.
- 7 % gaben an, dass andere als die zuvor aufgeführten Gründe für sie (ebenfalls) eine Rolle gespielt haben.

I.9 Auswertungen zur Brennstoffzellenförderung und zu den Lüftungs- und Heizungspaketen

Die im August 2016 eingeführte Brennstoffzellenförderung sowie die zu Beginn des Förderjahres 2016 eingeführten Lüftungs- und Heizungspakete wurden in den vorangehenden Kapiteln in der Kategorie „Einzelmaßnahmen“ bzw. im Fall der Brennstoffzelle gegebenenfalls auch in der Kategorie „KfW-Effizienzhäuser“ mit berücksichtigt. An dieser Stelle werden nun detailliertere Auswertungen für die neuen Fördermaßnahmen durchgeführt.

Im Hinblick auf Emissionsminderungen und Energieeinsparungen ist zu beachten, dass die Ergebnisse in den bisher genannten Zahlen, insbesondere in Kapitel I.3, bereits enthalten sind, also nicht zu diesen hinzuaddiert werden dürfen. Weiterhin ist zu beachten, dass die gesamten Einsparungen der durchgeführten Modernisierungsvorhaben ausgewertet wurden, d. h. in Fällen, in denen neben Brennstoffzellenförderung, Lüftungspaket bzw. Heizungspaket noch weitere Energiesparmaßnahmen durchgeführt wurden, deren Wirkung mit eingerechnet ist.

Da Kombinationen zwischen den Fördermaßnahmen möglich sind, wird zur Vermeidung von Doppelzählungen folgende Definition getroffen:⁷¹

- Brennstoffzellenförderung: Alle Fälle mit Förderung der Brennstoffzelle, gegebenenfalls auch mit weiteren Fördermaßnahmen (Lüftungs- bzw. Heizungspaket, weitere Einzelmaßnahmen, Effizienzhausförderung)
- Lüftungspakete: Alle Fälle mit Lüftungspaket, gegebenenfalls auch mit Heizungspaket und weiteren Einzelmaßnahmen, aber ohne Brennstoffzellenförderung
- Heizungsapakete: Fälle mit Heizungspaket, gegebenenfalls auch mit weiteren Einzelmaßnahmen, aber ohne Brennstoffzellenförderung und Lüftungspaket

I.9.1 Brennstoffzellenförderung

Der Brennstoffzellenförderung kommt mit 1.237 Fällen bzw. 1.597 geförderten Wohnungen im Jahr 2017 ein relativ kleiner Anteil von etwa 1,0 % bzw. 0,6 % im Programm „Energieeffizient Sanieren“ zu (vgl. Tabelle 5).

I.9.1.1 Energieeinsparungen und Treibhausgasminderungen bei der Brennstoffzellenförderung

Die aus der Stichprobe hochgerechnete Endenergiebilanz ist in Tabelle 38 eingetragen.

⁷¹ Die Zuordnung der befragten Fördermittelempfänger zu den Paketen erfolgte auf Grundlage der Unterlagen der KfW und der daraus resultierenden Schichteinteilung (vgl. Tabelle 5).

Tabelle 37 Energieeffizient Sanieren 2017 – Fälle mit Brennstoffzellenförderung: Endenergiebilanz nach Energieträgern

| 2017 | Endenergie in GWh/a | | |
|--------------------------|---------------------|---------------------|------------|
| | vor Modernisierung | nach Modernisierung | Einsparung |
| Erdgas/Flüssiggas | 23 | 33 | -10 |
| Heizöl | 17 | 0 | 17 |
| Kohle | 0 | 0 | 0 |
| Biomasse | 3 | 0 | 3 |
| Strom | 4 | 1 | 2 |
| Fernwärme | 0 | 0 | 0 |
| Summe | 47 | 34 | 13 |

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

Bei Brennstoffen beziehen sich die Angaben auf den Heizwert Hi.

Die **Endenergieeinsparung** der Fälle mit Brennstoffzellenförderung beträgt unter Berücksichtigung von Brennstoffen, Strom und Fernwärme (ohne Solar- und Umweltwärme) insgesamt rund **13 GWh pro Jahr** (13 Mio. kWh pro Jahr). Da die Brennstoffzellen mit Erdgas betrieben werden und somit in vielen Fällen eine Umstellung auf Erdgas stattgefunden hat, ist die Einsparung speziell bei diesem Energieträger negativ, d.h. es tritt ein Mehrverbrauch von Erdgas auf.

Die Einsparung an **Primärenergie** beläuft sich hier ebenfalls auf circa **13 GWh pro Jahr**.

Die Minderung von **Treibhausgasemissionen** beträgt für die Fälle mit Brennstoffzellenförderung insgesamt rund **4.400 Tonnen CO_{2e} pro Jahr**. Die statistische Fehlerbetrachtung zeigt, dass dieser Wert mit einer Wahrscheinlichkeit von rund 95 % zwischen 3.100 und 5.700 t/a liegt.

Betrachtet man die Minderung der reinen CO₂-Emissionen im Haushalts- bzw. Emissionshandelssektor, so ergeben sich Werte von ca. 2.600 t/a bzw. 1.200 t/a.

I.9.1.2 Durchgeführte Modernisierungsmaßnahmen bei der Brennstoffzellenförderung

Neben dem Einbau des Brennstoffzellensystems⁷² wurden zum Teil auch Wärmeschutzmaßnahmen durchgeführt. In 16 % der Fälle wurden Fenster erneuert, der Anteil der erneuerten Fensterfläche ergibt sich im Durchschnitt zu 13 % über alle Förderfälle mit Brennstoffzellenförderung. Wärmedämmmaßnahmen wurden in 23 % der Fälle durchgeführt (Dach bzw. Obergeschossdecke 20 %, Außenwand: 19 %, Fußboden bzw. Kellerdecke: 13 %).

Gemäß den auswertbaren Stichprobenfällen wurden parallel zu den Brennstoffzellen keine Solarthermieanlagen eingebaut, bei 1 % wurde eine Photovoltaikanlage installiert⁷³.

⁷² Zu Details über die eingesetzten Brennstoffzellentechnologien siehe Abschnitt I.4.3.

⁷³ Dies betraf nur einen Fall in der Stichprobe.

I.9.1.3 Heizkosteneinsparungen und Beschäftigungseffekte der Brennstoffzellenförderung

Die im Jahr 2017 geförderten **Maßnahmen der Brennstoffzellenförderung** führen zu **Heizkosteneinsparungen** von rund **1,1 Mio. € pro Jahr**.⁷⁴

Für die Abschätzung der Heizkosteneinsparung dieser Maßnahmen wird wie bei der Auswertung der Förderprogramme „Energieeffizient Sanieren“ und „Energieeffizient Bauen“ von einer durchschnittlichen Nutzungsdauer von 30 Jahren ausgegangen. Mit dieser Annahme ergeben sich **Gesamteinsparungen an Heizkosten** über die Nutzungsdauer von rund **41,2 Mio. €** (auf das Jahr 2017 abdiskontierter Barwert).⁷⁵ Da sich der Zinssatz für Staatsanleihen 2017 immer noch auf einem niedrigen Niveau befand, ergibt sich ein negativer Diskontierungsfaktor. Daher beläuft sich der **Realwert der Gesamteinsparungen** an Heizkosten nur auf **39,6 Mio. €**.^{76 77}

Bei insgesamt 1.237 Wohneinheiten, in denen in 2017 Maßnahmen der Brennstoffzellenförderung durchgeführt wurden, lässt sich daraus für das Jahr 2018 eine Heizkostensparnis von durchschnittlich 727 € pro Wohneinheit errechnen. Das entspricht einer monatlichen Kostenentlastung von rund 61 €.

Für die Ermittlung der **Beschäftigungseffekte** durch **Maßnahmen der Brennstoffzellenförderung** wurden die Gesamtinvestitionskosten der energiesparenden Modernisierungsmaßnahmen aus den KfW-Antragsdaten zugrunde gelegt.⁷⁸ Diese **Investitionen** in Höhe von **45 Mio. € (inkl. MwSt.)** bewirkten **Beschäftigungseffekte** im Umfang von **500 Personenjahren (PJ)**. Gut die Hälfte (51 %) hiervon entfällt auf die Bauwirtschaft.

I.9.2 Lüftungspakete

Die Lüftungspakete nehmen mit 652 Förderfällen bzw. 1.764 geförderten Wohnungen im Jahr 2017 einen relativ kleinen Anteil von etwa 0,5 % bzw. 0,6 % im Programm „Energieeffizient Sanieren“ ein. Angesichts von rund 30 auswertbaren Fällen in der Stichprobe sind hier insgesamt nur sehr grobe Auswertungen möglich (vgl. Tabelle 5).

I.9.2.1 Energieeinsparungen und Treibhausgasminderungen bei den Lüftungspaketen

Die aus der Stichprobe hochgerechnete Endenergiebilanz ist in Tabelle 38 eingetragen.

⁷⁴ Dies umfasst hier allein die Kosten für den Bezug der Energieträger, die für Heizung und Warmwasserbereitung eingesetzt werden.

⁷⁵ Bei der Interpretation der Ergebnisse ist zu beachten, dass sich der Zinssatz für Staatsanleihen 2017 auf einem niedrigen Niveau befand, was einen Einfluss auf den ermittelten Barwert hat (siehe Abschnitt I.5.3).

⁷⁶ Siehe hierzu auch Abschnitt I.5.3

⁷⁷ Die Berechnung wurde mit einer Nutzungsdauer von 30 Jahren durchgeführt, um die Konsistenz mit den Berechnungen der anderen Programme zu wahren. Allerdings haben die anlagentechnischen Komponenten bei der Brennstoffzellenförderung einen relativ großen Anteil. Daher wurde die Gesamteinsparung ergänzend für einen kürzeren Betrachtungszeitraum von 20 Jahren abgeschätzt. Die Gesamteinsparungen an Heizkosten über die Nutzungsdauer betragen dann 26,3 Mio. € (auf 2017 abdiskontierter Barwert) bzw. der Realwert der Gesamteinsparungen von 25,5 Mio. €.

⁷⁸ Bezüglich der Investitionskosten wird davon ausgegangen, dass die Mehrwertsteuer die Investitionskosten immer inkl. Mehrwertsteuer sind.

**Tabelle 38 Energieeffizient Sanieren 2017 – Fälle mit Lüftungspaket:
Endenergiebilanz nach Energieträgern**

| 2017 | Endenergie in GWh/a | | |
|--------------------------|---------------------|---------------------|------------|
| | vor Modernisierung | nach Modernisierung | Einsparung |
| Erdgas/Flüssiggas | 12 | 10 | 2 |
| Heizöl | 19 | 8 | 10 |
| Kohle | 0 | 0 | 0 |
| Biomasse | 3 | 4 | -1 |
| Strom | 2 | 2 | 0 |
| Fernwärme | 0 | 0 | 0 |
| Summe | 35 | 25 | 11 |

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

Bei Brennstoffen beziehen sich die Angaben auf den Heizwert Hi.

Die **Endenergieeinsparung** der Fälle mit Lüftungspaket beträgt unter Berücksichtigung von Brennstoffen, Strom und Fernwärme (ohne Solar- und Umweltwärme) insgesamt rund **11 GWh pro Jahr** (11 Mio. kWh pro Jahr).

Die Einsparung an **Primärenergie** beläuft sich auf circa **13 GWh pro Jahr**.

Die Minderung von **Treibhausgasemissionen** beträgt für die Fälle mit Lüftungspaket insgesamt rund **3.500 Tonnen CO_{2e} pro Jahr**. Die statistische Fehlerbetrachtung zeigt, dass dieser Wert mit einer Wahrscheinlichkeit von rund 95 % zwischen 1.700 und 5.400 t/a liegt.

Betrachtet man die Minderung der reinen CO₂-Emissionen im Haushaltssektor, so ergeben sich ca. 3.100 t/a. Einflüsse auf die CO₂-Bilanz im Emissionshandelssektor sind vernachlässigbar.

1.9.2.2 Durchgeführte Modernisierungsmaßnahmen bei den Lüftungspaketen

In allen Fällen mit Lüftungspaket wurde entsprechend den Förderbedingungen mindestens eine Wärmeschutzmaßnahme an der Gebäudehülle durchgeführt. In 90 % der Fälle wurden Fenster erneuert, der Anteil der erneuerten Fensterfläche ergibt sich im Durchschnitt zu 73 % über alle Förderfälle mit Lüftungspaket. Wärmedämmmaßnahmen wurden ebenfalls in 90 % der Fälle durchgeführt (Dach bzw. Obergeschossdecke 80 %, Außenwand: 38 %, Fußboden bzw. Kellerdecke: 37 %).

Bei rund 49 % der Fälle mit Lüftungspaket wurde der Haupt-Wärmeerzeuger der Heizung erneuert, 27 % der Förderfälle mit Lüftungspaket haben gleichzeitig auch das Heizungs-paket in Anspruch genommen. Solarthermieanlagen wurden bei 13 % der Förderfälle eingebaut, Photovoltaikanlagen bei 23 %.

I.9.2.3 Heizkosteneinsparungen und Beschäftigungseffekte bei den Lüftungspaketen

Die im Jahr 2017 geförderten **Maßnahmen des Lüftungspakets** führen zu **Heizkosteneinsparungen** von rund **0,6 Mio. € pro Jahr**.⁷⁹

Bei insgesamt 1.764 Wohneinheiten, in denen 2017 Maßnahmen des Lüftungspakets durchgeführt wurden, lässt sich daraus für das Jahr 2018 eine Heizkosteneinsparnis von durchschnittlich knapp 340 € pro Wohneinheit errechnen. Das entspricht einer monatlichen Kostenentlastung von 28 €.

Für die Abschätzung der Heizkosteneinsparung der Maßnahmen im Lüftungspaket wird wie bei der Auswertung der Förderprogramme „Energieeffizient Sanieren“ und „Energieeffizient Bauen“ von einer durchschnittlichen Nutzungsdauer von 30 Jahren ausgegangen. Mit dieser Annahme und den prognostizierten Energiekosten ergeben sich **Gesamteinsparungen an Heizkosten** über die Nutzungsdauer von knapp **24 Mio. €** (auf das Jahr 2017 abdiskontierter Barwert).⁸⁰ Da sich der Zinssatz für Staatsanleihen 2017 immer noch auf einem niedrigen Niveau befand, ergibt sich ein negativer Diskontierungsfaktor. Daher beläuft sich der **Realwert der Gesamteinsparungen** an Heizkosten nur auf rund **23 Mio. €**.^{81 82}

Für die Ermittlung der **Beschäftigungseffekte** durch **Maßnahmen des Lüftungspakets** wurden die Gesamtinvestitionskosten der energiesparenden Modernisierungsmaßnahmen aus den KfW-Antragsdaten zugrunde gelegt. Diese **Investitionen** in Höhe von **119 Mio. € (inkl. MwSt.)** bewirkten **Beschäftigungseffekte** im Umfang von **1.300 Personenjahren (PJ)**.

I.9.3 Heizungspakete

Die Förderfälle mit Heizungspaket (hier ohne gleichzeitige Nutzung des Lüftungspakets) nehmen einen relevanten Anteil des Programms „Energieeffizient Sanieren“ im Förderjahr 2017 ein: Betroffen sind insgesamt 44.514 Förderfälle (34 % bezogen auf das Gesamtprogramm) bzw. 83.121 Wohnungen (30 %), vgl. Tabelle 5.

I.9.3.1 Energieeinsparungen und Treibhausgasminderungen bei den Heizungspaketen

Die Endenergiebilanz (Brennstoffe, Strom und Fernwärme, ohne Solar- und Umweltwärme) ist in Tabelle 39 dargestellt.

⁷⁹ Dies umfasst hier allein die Kosten für den Bezug der Energieträger, die für Heizung und Warmwasserbereitung eingesetzt werden.

⁸⁰ Bei der Interpretation der Ergebnisse ist zu beachten, dass sich der Zinssatz für Staatsanleihen 2017 auf einem historisch extrem niedrigen Niveau befand, was einen erheblichen Einfluss auf den ermittelten Barwert hat (siehe Abschnitt I.5.3).

⁸¹ Siehe hierzu auch Abschnitt I.5.3

⁸² Die anlagentechnischen Komponenten haben bei dem Lüftungspaket einen relativ großen Anteil. Daher wurde die Gesamteinsparung ergänzend für einen kürzeren Betrachtungszeitraum von 20 Jahren abgeschätzt. Die Gesamteinsparungen an Heizkosten über die Nutzungsdauer betragen dann ca. 14,4 Mio. € (auf 2017 abdiskontierter Barwert) bzw. der Realwert der Gesamteinsparungen von 14,0 Mio. €.

**Tabelle 39 Energieeffizient Sanieren 2017 – Fälle mit Heizungspaket:
Endenergiebilanz nach Energieträgern**

| 2017 | Endenergie in GWh/a | | |
|--------------------------|---------------------|---------------------|------------|
| | vor Modernisierung | nach Modernisierung | Einsparung |
| Erdgas/Flüssiggas | 982 | 1.127 | -145 |
| Heizöl | 909 | 510 | 399 |
| Kohle | 9 | 0 | 9 |
| Biomasse | 129 | 0 | 129 |
| Strom | 181 | 76 | 105 |
| Fernwärme | 0 | 5 | -5 |
| Summe | 2.210 | 1.717 | 493 |

1 GWh/a (Gigawattstunde pro Jahr) = 1 Mio. kWh/a (Kilowattstunden pro Jahr)
Bei Brennstoffen beziehen sich die Angaben auf den Heizwert Hi.

Insgesamt ergibt sich für die Fälle mit Heizungspaket (ohne Lüftungspaket) eine **Endenergieeinsparung von 493 GWh pro Jahr** (493 Mio. kWh pro Jahr). Dies entspricht einem Anteil von rund 34 % bezogen auf das Gesamtprogramm „Energieeffizient Sanieren“ 2017. Die Einzelwerte in der Tabelle sind aufgrund von Energieträgerwechsel teils negativ.

Die Einsparung an **Primärenergie** beläuft sich auf circa **503 GWh pro Jahr** (31 % bezogen auf den Gesamtwert des Förderprogramms).

Die Minderung von **Treibhausgasemissionen** beträgt insgesamt rund **158.000 Tonnen CO₂e pro Jahr** (33 % bezogen auf das Gesamtergebnis des Programms). Die statistische Fehlerbetrachtung zeigt, dass dieser Wert mit einer Wahrscheinlichkeit von rund 95 % zwischen 109.000 t/a und 207.000 t/a liegt.

Betrachtet man die Minderung der reinen CO₂-Emissionen im Haushalts- bzw. Emissionshandelssektor, so ergeben sich Werte von ca. 78.000 t/a bzw. 59.000 t/a.

I.9.3.2 Durchgeführte Modernisierungsmaßnahmen bei den Heizungspaketen

In 22 % der Fälle mit Heizungspaket (hier ohne Lüftungspaket) wurden Fenster erneuert, der Anteil der erneuerten Fensterfläche ergibt sich im Durchschnitt zu 17 %. Wärmedämmmaßnahmen wurden in 21 % der Fälle durchgeführt (Dach bzw. Obergeschossdecke 19 %, Außenwand: 7 %, Fußboden bzw. Kellerdecke: 5 %).

Tabelle 40 gibt einen Überblick über die Beheizungsart vor und nach der Modernisierung. Die Ofenheizung beinhaltet auch elektrische Raumheizgeräte, z. B. Nachtspeicheröfen.

**Tabelle 40 Energieeffizient Sanieren 2017 – Fälle mit Heizungspaket:
Anteil Zentralheizungen vor und nach der Modernisierung**

| 2017 | vor der Modernisierung | nach der Modernisierung |
|------------------------|------------------------|-------------------------|
| Zentral-/Etagenheizung | 88 % | 100 % |
| Ofenheizung | 12 % | 0 % |

Nach der Modernisierung liegen keine Fälle mit Ofenheizung mehr vor.

Die Art der Haupt-Wärmeerzeugungssysteme vor der Modernisierung (bei Zentral-/Etagenheizung) und nach der Modernisierung wird in Abbildung 29 und Abbildung 30 gezeigt.

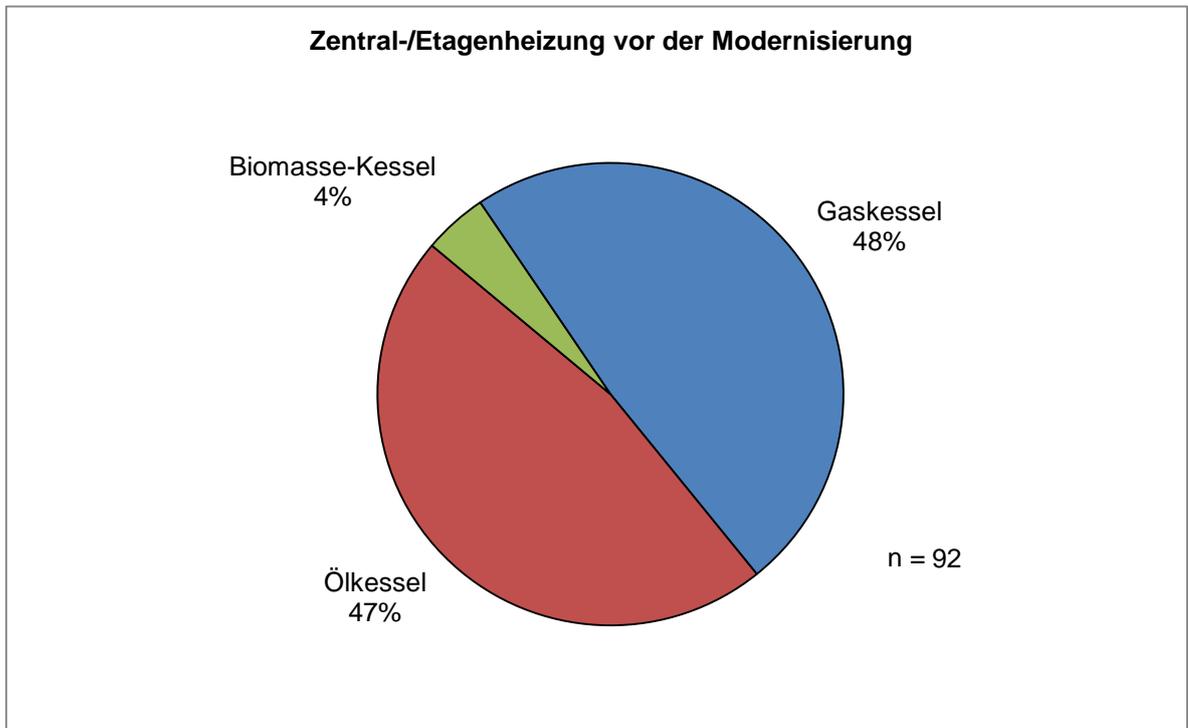
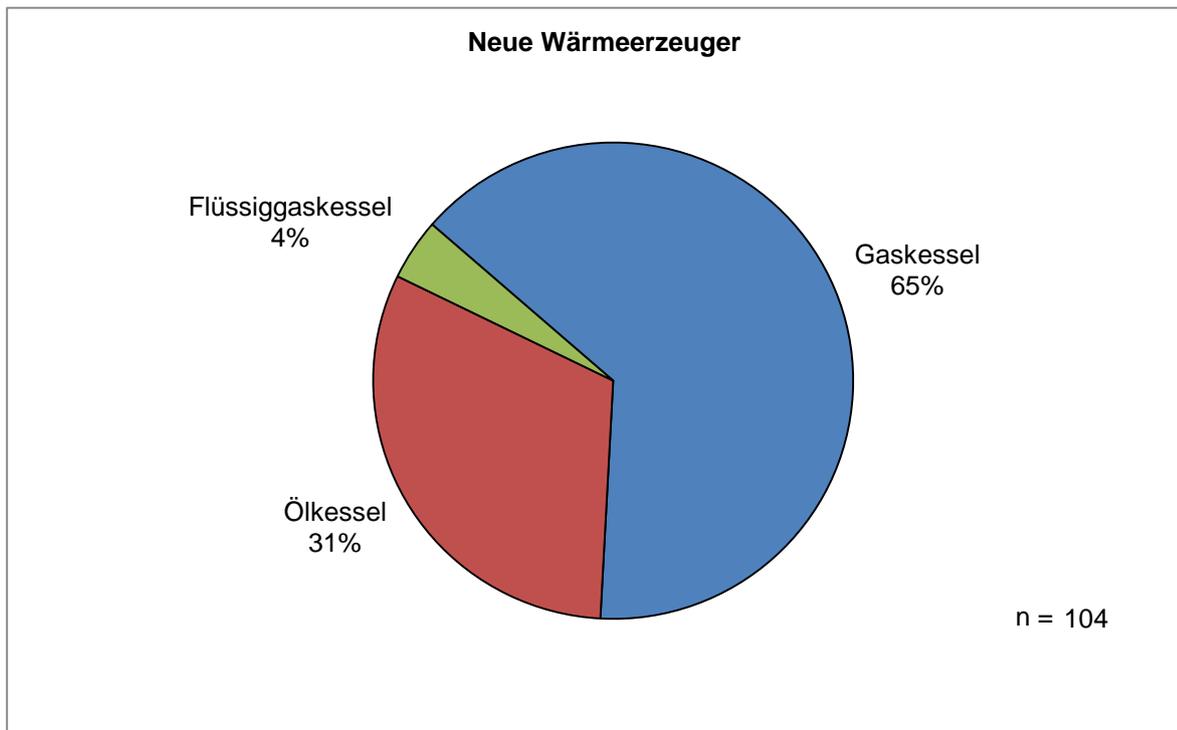


Abbildung 29 Energieeffizient Sanieren 2017 – Fälle mit Heizungspaket: Art des Hauptwärmeerzeugers der Zentral-/Etagenheizung vor der Modernisierung



**Abbildung 30 Energieeffizient Sanieren – Fälle mit Heizungspaket 2017:
Art des (Haupt-)Wärmeerzeugers nach der Modernisierung**

Der Vergleich der beiden Diagramme zeigt – wie schon Tabelle 39 – dass häufig ein Energieträgerwechsel zum Erdgas stattfindet.

Solarthermieanlagen wurden bei 7 % der Förderfälle mit Heizungspaket eingebaut, Photovoltaikanlagen bei 1 % der Fälle.

I.9.3.3 Heizkosteneinsparungen und Beschäftigungseffekte bei den Heizungspaketen

Die im Jahr 2017 geförderten **Maßnahmen des Heizungspakets** führen zu **Heizkosteneinsparungen** von rund **52,2 Mio. € pro Jahr**.⁸³

Für die Abschätzung der Heizkosteneinsparung der Maßnahmen im Heizungspaket wird wie bei der Auswertung der Förderprogramme „Energieeffizient Sanieren“ und „Energieeffizient Bauen“ von einer durchschnittlichen Nutzungsdauer von 30 Jahren ausgegangen. Mit dieser Annahme ergeben sich **Gesamteinsparungen an Heizkosten** über die Nutzungsdauer von rund **1,8 Mrd. €** (auf das Jahr 2017 abdiskontierter Barwert).⁸⁴ Da sich der Zinssatz für Staatsanleihen 2017 immer noch auf einem niedrigen Niveau befand, ergibt sich ein negativer Diskontierungsfaktor. Daher beläuft sich der **Realwert der Gesamteinsparungen** an Heizkosten nur auf **1,7 Mrd. €**.^{85 86}

⁸³ Dies umfasst hier allein die Kosten für den Bezug der Energieträger, die für Heizung und Warmwasserbereitung eingesetzt werden.

⁸⁴ Bei der Interpretation der Ergebnisse ist zu beachten, dass sich der Zinssatz für Staatsanleihen 2017 auf einem niedrigen Niveau befand, was einen Einfluss auf den ermittelten Barwert hat (siehe Abschnitt I.5.3).

⁸⁵ Siehe hierzu auch Abschnitt I.5.3

Bei insgesamt rund 83.000 Wohneinheiten, in denen in 2017 Maßnahmen des Heizungspakets durchgeführt wurden, lässt sich daraus für das Jahr 2017 eine Heizkostensparnis von durchschnittlich 622 € pro Wohneinheit errechnen. Das entspricht einer monatlichen Kostenentlastung von rund 52 €.

Für die Ermittlung der **Beschäftigungseffekte** durch **Maßnahmen des Heizungspakets** wurden die Gesamtinvestitionskosten der energiesparenden Modernisierungsmaßnahmen aus den KfW-Antragsdaten zugrunde gelegt.⁸⁷ Diese **Investitionen** in Höhe von **2,1 Mrd. € (inkl. MwSt.)** bewirkten **Beschäftigungseffekte** im Umfang von **23.100 Personenjahren (PJ)**. Gut die Hälfte (51 %) hiervon entfällt auf die Bauwirtschaft.

⁸⁶ Die Berechnung wurde mit einer Nutzungsdauer von 30 Jahren durchgeführt, um die Konsistenz mit den Berechnungen der anderen Programme zu wahren. Allerdings haben die anlagentechnischen Komponenten bei dem Heizungspaket einen relativ großen Anteil. Daher wurde die Gesamteinsparung ergänzend für einen kürzeren Betrachtungszeitraum von 20 Jahren abgeschätzt. Die Gesamteinsparungen an Heizkosten über die Nutzungsdauer betragen dann 1,14 Mrd. € (auf 2017 abdiskontierter Barwert) bzw. der Realwert der Gesamteinsparungen von 1,11 Mio. €.

⁸⁷ Bezüglich der Investitionskosten gibt es nur bei einem Bruchteil der Förderfälle Angaben, ob die Investitionskosten die Mehrwertsteuer beinhalten oder nicht. Sofern Angaben vorliegen, beinhalten die Daten in mehr als 90 % der Fälle die Mehrwertsteuer. Daher wird davon ausgegangen, dass dies auch in den Fällen ohne entsprechende Angabe zutrifft. Zudem benennen Privatpersonen in der Regel Kosten immer inkl. Mehrwertsteuer.

I.10 Das KfW-Programm „Energieeffizient Sanieren - Ergänzungskredit“ 2017

I.10.1 Übersicht über das Förderprogramm

Das im Jahr 2013 eingeführte, ohne Einsatz von Bundesmitteln finanzierte Programm „Energieeffizient Sanieren – Ergänzungskredit“ dient der Finanzierung von Heizungsanlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien und kann z. B. in Ergänzung zu Zuschüssen aus dem Marktanreizprogramm zur „Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt“ des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) genutzt werden.

Gefördert werden die Errichtung bzw. die Erweiterung von Heizungsanlagen auf Basis erneuerbarer Energien in Wohngebäuden; dazu zählen thermische Solarkollektoranlagen bis 40 m² Bruttokollektorfläche, Biomasseanlagen mit einer Nennwärmeleistung von 5 kW bis 100 kW, Wärmepumpen mit einer Nennwärmeleistung bis 100 kW und kombinierte Heizungsanlagen auf Basis erneuerbarer Energien und fossiler Energieträger.

Voraussetzung für die Förderung ist, dass für das Wohngebäude eine Heizungsanlage vor dem 01.01.2009 installiert wurde und die Heizungsanlage hydraulisch abgeglichen wird. Zum geförderten Gebäudebestand zählen Gebäude, für die vor dem 01.01.2009 ein Bauantrag gestellt bzw. eine Bauanzeige erstattet wurde.

Die Auswertungsergebnisse für dieses vergleichsweise kleine Zusatzprogramm, das in den vorangehenden Abschnitten noch nicht mit enthalten ist, sind hier separat dokumentiert.

I.10.2 Datenerhebung und Berechnungsgrundlagen

In dem Programm wurden im Jahr 2017 in 725 Fällen Förderzusagen erteilt. Insgesamt 1.084 Wohnungen wurden gefördert. In ca. 14 % der Fälle wurde gleichzeitig das Programm „Energieeffizient Sanieren“ in Anspruch genommen. Diese sind in den Hochrechnungen der Abschnitte I.2 bis I.9 enthalten und werden daher im Folgenden nicht berücksichtigt. Somit beziehen sich die nachfolgenden Auswertungen auf die verbleibenden 627 Förderfälle mit 944 Wohnungen.

Die Erhebung und Auswertung erfolgte im Grundsatz wie im Programm „Energieeffizient Sanieren“, allerdings mit einem angepassten Fragebogen (s. Anlage 3) und unter Berücksichtigung einer einzigen Schicht bei der Erhebung. Die Auswertung bezieht sich auch hier auf die insgesamt während des geförderten Modernisierungsvorhabens durchgeführten Maßnahmen – auch wenn nicht alle Maßnahmen im KfW-Programm gefördert wurden. Auch die berechneten Energieeinsparungen und Treibhausgasminderungen ergeben sich aus dem gesamten durchgeführten Maßnahmenpaket. Eine anteilige Zurechnung zu den unterschiedlichen Förderprogrammen findet nicht statt.

Es wurden insgesamt 310 Fragebögen versendet (Förderzusage im 1. Halbjahr 2017), der Rücklauf betrug 92 Fragebögen, also 30 %. Nach Durchführung von Plausibilitätstests verblieben 58 auswertbare Fragebögen. Aufgrund dieser geringen Stichprobenzahl sind alle folgenden Ergebnisse mit erheblichen Unsicherheiten behaftet, die entsprechenden Zahlen also als grobe Anhaltswerte zu verstehen.

I.10.3 Ermittlung der Energieeinsparungen und Treibhausgasminderungen

I.10.3.1 Endenergieeinsparung

Die aus den Stichprobenfällen hochgerechnete Endenergiebilanz ist in Tabelle 41 dargestellt.

**Tabelle 41 Energieeffizient Sanieren - Ergänzungskredit 2017:
Endenergiebilanz nach Energieträgern**

| 2017 | Endenergie in GWh/a | | |
|-------------------|---------------------|---------------------|------------|
| | vor Modernisierung | nach Modernisierung | Einsparung |
| Erdgas/Flüssiggas | 4 | 2 | 2 |
| Heizöl | 14 | 1 | 13 |
| Kohle | 0 | 0 | 0 |
| Biomasse | 4 | 17 | -13 |
| Strom | 3 | 2 | 1 |
| Fernwärme | 0 | 0 | 0 |
| Summe | 25 | 22 | 3 |

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

Bei Brennstoffen beziehen sich die Angaben auf den Heizwert Hi.

Die Endenergieeinsparung beträgt für die Förderfälle des Jahres 2017 insgesamt **ca. 3 GWh pro Jahr** (3 Mio. kWh pro Jahr) bzw. 13 %. Bei dem häufig neu verwendeten Energieträger Biomasse ergibt sich eine negative Einsparung, d. h. ein Mehrverbrauch.

Bezieht man die Wärmelieferung von Solaranlagen und die durch Wärmepumpen genutzte Umweltwärme in die Betrachtungen mit ein, erhöht sich der Endenergiebedarf der Gebäude vor der Modernisierung um 1 GWh/a auf 26 GWh/a und nach der Modernisierung um 1 GWh/a Solarwärme und 2 GWh/a Umweltwärme auf 25 GWh/a. Der Anteil der erneuerbaren Energieträger Solarwärme, Umweltwärme und Biomasse (17 GWh/a, s. Tabelle 41) beträgt damit nach der Modernisierung 20 GWh/a bzw. 81 % des gesamten Endenergiebedarfs.

I.10.3.2 Primärenergieeinsparung

Die Primärenergieeinsparung der im Programm „Energieeffizient Sanieren – Ergänzungskredit“ 2017 geförderten Modernisierungsvorhaben lässt sich zu **ca. 16 GWh pro Jahr** angeben. Vor der Modernisierung lag der jährliche Primärenergiebedarf bei 26 GWh pro Jahr. Die prozentuale Einsparung beläuft sich somit auf 62 %. Dieser hohe Wert, der deutlich über die prozentuale Endenergieeinsparung hinausgeht (13 %, siehe oben), ist vor allem durch den häufigen Energieträgerwechsel zur Biomasse begründet, die einen sehr niedrigen spezifischen Primärenergieeinsatz aufweist.

I.10.3.3 Treibhausgasreduktion

In Summe werden im Rahmen der durch das Programm „Energieeffizient Sanieren – Ergänzungskredit“ geförderten Maßnahmen **rund 5.100 Tonnen CO_{2e} pro Jahr** eingespart.

Die Emissionen der geförderten Gebäude vor der Modernisierung betragen gerundet etwa 7.300 Tonnen pro Jahr. Die für die im Jahr 2017 geförderten Gebäude erreichte prozentuale CO_{2e}-Emissionsminderung beträgt damit rund 70 %. Auch hier ist für den hohen Wert der häufige Wechsel zur Biomasse mit ihren niedrigeren spezifischen CO_{2e}-Emissionen ausschlaggebend.

Die statistische Fehlerbetrachtung ergibt, dass der Gesamtwert der CO_{2e}-Emissionsminderung mit 95 % Wahrscheinlichkeit zwischen 4.100 t/a und 6.100 t/a liegt.

I.10.3.4 Reine CO₂-Reduktion im Haushalts- und Emissionshandelssektor

Die CO₂-Minderungen im Haushaltssektor, die mit den im Rahmen des Programms „Energieeffizient Sanieren – Ergänzungskredit“ finanzierten Maßnahmen erreicht werden, lassen sich auf rund **4.000 Tonnen pro Jahr** abschätzen (reine CO₂-Emissionen ohne Berücksichtigung von CO₂-Äquivalenten anderer Treibhausgase und sonstigen Vorketten).

Die erreichte reine CO₂-Minderung im Sektor „Emissionshandel“ liegt bei rund **500 Tonnen pro Jahr**.

I.10.4 Modernisierungsfortschritt: Durchgeführte Modernisierungsmaßnahmen

I.10.4.1 Verbesserung des Wärmeschutzes

Zeitgleich zur Inanspruchnahme des eigentlich auf Maßnahmen der Wärmeversorgung abzielenden Programms „Energieeffizient Sanieren – Ergänzungskredit“ wurden zum Teil auch Wärmeschutzmaßnahmen durchgeführt.

In 10 % der Fälle wurde eine Wärmedämmung vorgenommen, d. h. mindestens eine der Maßnahmen Außenwanddämmung, Dach- bzw. Obergeschossdeckendämmung oder Kellerdecken- bzw. Erdgeschossfußbodendämmung durchgeführt. Der Anteil der Fälle, in denen mindestens eine Wärmeschutzmaßnahme (inklusive Fenstererneuerung) durchgeführt wurde, beträgt 16 %. In 10 % der Fälle wurden Dämmmaßnahmen am Dach bzw. der Obergeschossdecke vorgenommen. Außenwände wurden in 8 %, Erdgeschossfußböden (bzw. die Kellerdecken) in 2 % der Fälle gedämmt.

Eine Erneuerung der Fenster (vollständig oder teilweise) wurde 2017 in 16 % der Fälle durchgeführt, der Anteil der modernisierten Fensterfläche beträgt 9 %.

I.10.4.2 Maßnahmen bei der Wärmeversorgung

Tabelle 42 gibt eine Übersicht über die Kategorien des Förderprogramms. Da teilweise mehr als eine Maßnahme gefördert wurde, liegt die Summe der Tabellenwerte über 100 %.

Tabelle 42 Energieeffizient Sanieren – Ergänzungskredit 2017: Übersicht über die geförderten Maßnahmen
aufgeschlüsselt nach den Kategorien des Förderprogramms, bezogen auf die Gesamtzahl der Förderfälle

| Geförderte Maßnahmen | |
|-----------------------------|------|
| Thermische Solaranlage | 39 % |
| Biomasseanlage | 54 % |
| Wärmepumpe | 19 % |
| Kombinierte Heizungsanlage* | 17 % |

* kombinierte Heizungsanlage auf Basis erneuerbarer und fossiler Energieträger

47 % der Befragten haben für ihr Modernisierungsvorhaben nur die Förderung durch den Ergänzungskredit in Anspruch genommen, 53 % haben auch weitere Fördermittel erhalten. Unter diesen ist das Marktanzreizprogramm für erneuerbare Energien (BAFA) mit einem Anteil von 77 % vertreten, eine Vor-Ort-Energieberatung (BAFA) haben 7 % in Anspruch genommen, sonstigen Programmen kommt ein Anteil von 27 % zu.⁸⁸

In 95 % der geförderten Gebäude fand eine Erneuerung der Heizung statt, d. h. der Haupt-Wärmeerzeuger⁸⁹ der Heizung wurde durch ein neues Gerät (möglicherweise auch durch einen völlig anderen Heizungstyp) ersetzt.

Tabelle 43 gibt einen Überblick über die Beheizungsart vor und nach der Modernisierung. Die Ofenheizung beinhaltet auch elektrische Raumheizgeräte, z. B. Nachtspeicheröfen.

Tabelle 43 Energieeffizient Sanieren – Ergänzungskredit 2017: Anteil Zentralheizungen vor und nach der Modernisierung

| 2017 | vor der Modernisierung | nach der Modernisierung |
|------------------------|------------------------|-------------------------|
| Zentral-/Etagenheizung | 95 % | 100 % |
| Ofenheizung | 5 % | 0 % |

Es fällt auf, dass innerhalb der ausgewerteten Stichprobe in allen Fällen eine Umstellung auf Zentralheizung stattgefunden hat.

Bei den Zentralheizungen (vor der Modernisierung) dominieren die Ölkessel mit einem Anteil von 61 % (siehe Abbildung 31).

Die bei Erneuerung des Haupt-Wärmeerzeugers eingebauten Systeme sind in Abbildung 32 dargestellt. Der Biomasse-Kessel dominiert hier deutlich mit einem Anteil von 71 %.

⁸⁸ Wegen Mehrfachnennungen addieren sich auch hier die Zahlen zu mehr als 100 %. Fälle, bei denen das Basisprogramm „Energieeffizient Sanieren“ der KfW in Anspruch genommen wurde, sind in den Auswertungen nicht berücksichtigt (s. Kap. I.10.2).

⁸⁹ Solaranlagen werden als ergänzende Wärmeerzeuger angesehen und hier separat betrachtet.

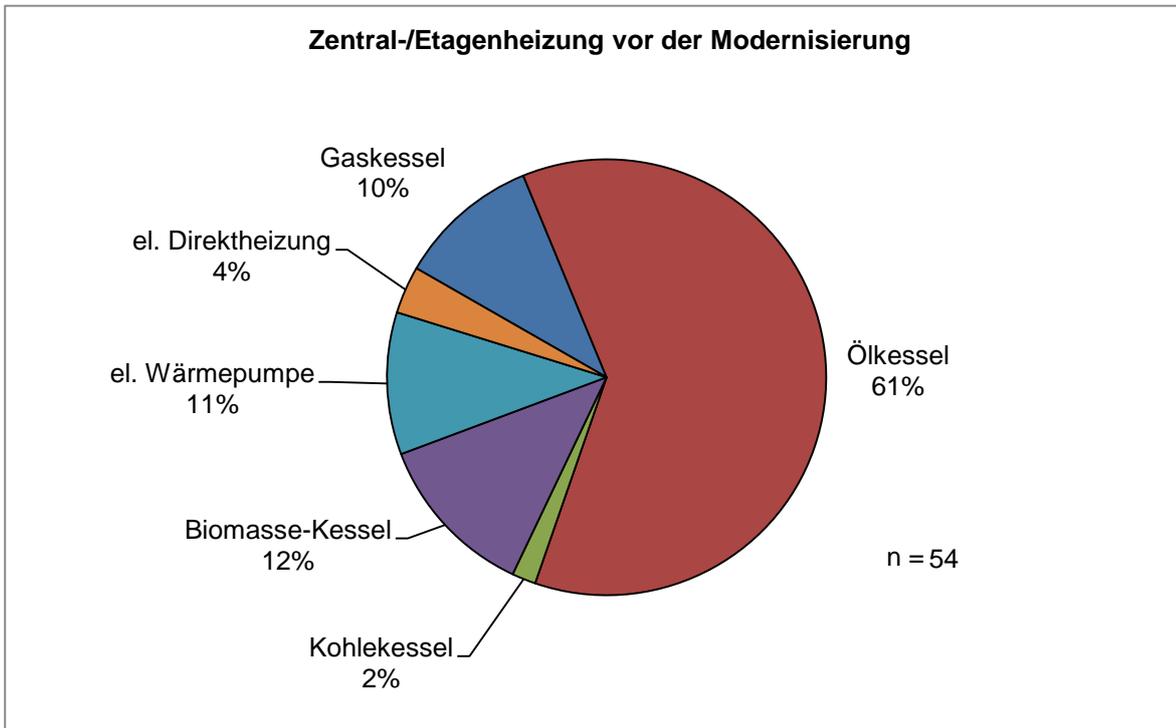


Abbildung 31 Energieeffizient Sanieren – Ergänzungskredit 2017: Art des Hauptwärmeerzeugers der Zentral-/Etagenheizung vor der Modernisierung

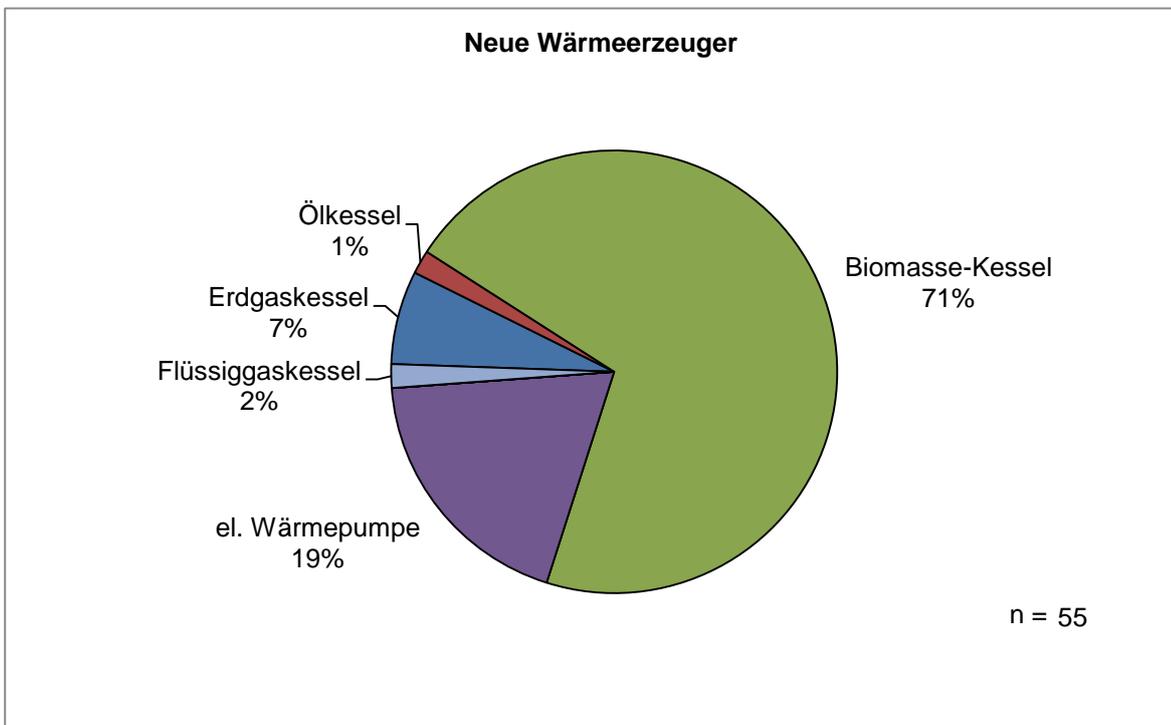


Abbildung 32 Energieeffizient Sanieren – Ergänzungskredit 2017: Art des (Haupt-)Wärmeerzeugers nach der Modernisierung, wenn der Wärmeerzeuger modernisiert wurde

Bereits vor der Modernisierung lagen in 10 % der Förderfälle thermische Solaranlagen vor. Im Zuge der Modernisierung wurden bei etwa 34 % der Gebäude neue thermische Solaranlagen mit Heizungsunterstützung und Warmwasserbereitung eingebaut, bei etwa 3 % thermische Solaranlagen zur Warmwasserbereitung.

Bei etwa 8 % der geförderten Modernisierungsvorhaben wurden Photovoltaikanlagen installiert (bei 5 % allein Photovoltaik, bei 3 % Photovoltaik gemeinsam mit Solarthermie). Der Anteil der Förderfälle, bei denen im Zuge der Modernisierung Solaranlagen (Solarthermie und/oder Photovoltaik) eingebaut wurden, liegt damit bei etwa 43 %.

In 2 % der Fälle wurden mechanische Lüftungsanlagen (hier: Anlagen mit Wärmerückgewinnung) eingebaut.

I.10.5 Heizkosteneinsparungen

Mit der in der Studie in Kap. I.5 beschriebenen Methode lässt sich für die durch den Ergänzungskredit ausgelöste jährliche Energieeinsparung von 3,2 GWh für das Jahr 2018 eine jährliche Heizkosteneinsparung von knapp 0,5 Mio. € (Stand 2018) abschätzen. Dieser Wert entspricht 173 €/MWh und lässt sich dadurch erklären, dass die 3,2 GWh „Nettoersparnis“ der Saldo aus 16,4 GWh eingesparter fossiler Energieträger einschließlich Strom und Fernwärme und 13,2 GWh zusätzlich verbrauchter Biomasse sind. Der größte Teil der eingesparten Energiekosten entsteht also wie im Vorjahr durch den Preisunterschied zwischen Biomasse und den teureren ersetzten Energieträgern und nur ein kleiner Teil durch die netto eingesparte Heizenergie. Bezogen auf die rund 940 betroffenen Wohneinheiten beträgt die anfängliche jährliche Heizkosteneinsparung ca. 580 € je Wohneinheit (Stand 2018).

Über 30 Jahre ergibt sich mit dem negativen Diskontierungszinssatz von -0,26 % (siehe Abschnitt I.5.3) ein auf 2017 diskontierter Gesamtwert der Heizkosteneinsparung von rund 20,0 Mio. €, der ca. 67 % des geplanten Investitionsvolumens der Maßnahmen in Höhe von 30,3 Mio. € entspricht.

Legt man wie in Abschnitt I.5.3 und Abschnitt II.5.3 die alternativen Diskontierungszinssätze von 0,42 % bzw. 1,88 % zugrunde, reduziert sich der diskontierte Gesamtwert der Heizkosteneinsparung auf 18,2 Mio. € bzw. 14,6 Mio. €. Die Gründe hierfür wurden in Kapitel I.5.3 bereits erläutert. Angesichts der unattraktiven Geldanlagealternativen im Bereich der risikoarmen deutschen Staatsanleihen lohnt es sich nicht nur für die Umwelt, sondern auch wirtschaftlich, in Energieeffizienz zu investieren, auch wenn sich die Investitionen in Energieeffizienz erst über einen sehr langen Zeitraum bezahlt machen.

I.10.6 Beschäftigungseffekte

Mit einem geplanten Investitionsvolumen von rund 30,3 Mio. € weist das Förderprogramm „Effizient Sanieren – Ergänzungskredit 2017“ nur 0,3 % der Größenordnung des Programmes „Energieeffizient Sanieren“ auf. Die Werte für die Beschäftigungseffekte liegen damit teilweise unter der Rundungsgenauigkeit, die in Kap. I.6 angewendet wurde und sollten deswegen nur als grobe Einschätzung angesehen werden.

Der mit dem Programm verbundene Beschäftigungseffekt wird auf 330 Personenjahre (PJ) geschätzt, wovon 76 % im Mittelstand zu finden sind. Mit rund 170 PJ profitiert das Baugewerbe am stärksten von den mit dem Programm finanzierten Investitionen, mit weiteren rund 90 PJ ist der Bereich unternehmensbezogenen Dienstleistungen beteiligt. Die Beschäftigungseffekte werden sich auf Arbeitnehmer und Selbstständige im Verhältnis 82 % zu 18 % aufteilen. Wie beim Programm „Energieeffizient Sanieren“ erwarten wir auch beim Ergänzungskredit einen Multiplikatoreffekt von 1,77, d. h. dass die Investitionen von 30,3 Mio. € insgesamt einen Umsatz von rund 54 Mio. € auslösen.

II Das KfW-Programm „Energieeffizient Bauen“ 2017

II.1 Übersicht über das Förderprogramm

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

Im Jahr 2017 wurden rund 54.000 Zusagen für 117.000 Wohnungen erteilt.⁹⁰ 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 der hohe Anteil der KfW-geförderten Neubauten in Deutschland zu beachten: Vergleicht man den Wert der im Jahr 2017 geförderten Wohnungen mit der Gesamtzahl der Baugenehmigungen im Jahr 2017, laut Bautätigkeitsstatistik rund 300.000 Wohnungen [DESTATIS 2018b], so entspricht dies einem Anteil der KfW-Förderung von ungefähr 39 % am gesamten Wohnungsbau.⁹¹

Im Jahr 2017 wurden im Programm 153 „Energieeffizient Bauen“ KfW-Effizienzhäuser auf drei unterschiedlichen Niveaus (KfW-Effizienzhaus 55, 40 und 40 Plus) gefördert, die in Relation zum Neubaustandard der EnEV definiert sind (vgl. auch Erläuterungen in Abschnitt I.1).

Der 2016 eingeführte Effizienzhaus 40 Plus-Standard erfordert die Installation einer stromerzeugenden Anlage auf Basis erneuerbarer Energien, eines stationären Batteriespeichersystems (Stromspeicher), einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung sowie einer Visualisierung von Stromerzeugung und Stromverbrauch. Dabei entsprechen die Anforderungen an den Wärmeschutz und den Primärenergiebedarf denen des Effizienzhaus 40-Niveaus.

Ebenso wie bei bestehenden Gebäuden werden seit August 2016 im Rahmen des Anreizprogramms Energieeffizienz (APEE) im Programm 433 „Energieeffizient Bauen und Sanieren – Zuschuss Brennstoffzelle“ Investitionszuschüsse für den Einbau von Brennstoffzellensystemen zur Wärme und –Stromversorgung in Neubauten gefördert. Entsprechende Förderfälle des Jahres 2017 sind in den folgenden Auswertungen berücksichtigt.

⁹⁰ Ebenso wie in Kapitel I (siehe Fußnote 18) werden auch in den nachfolgenden Abschnitten z. T. gerundete Werte genannt. Weitere Ungenauigkeiten ergeben sich dadurch, dass je nach betrachteter Teilmenge z. T. kleinere Anteile der Förderfälle in der KfW-Statistik nicht eindeutig zugeordnet werden können. Stellenweise führen diese Ungenauigkeiten zu geringfügig abweichenden Angaben zu den in Tabelle 44 angegebenen Gesamtzahlen.

⁹¹ Die angegebene Vergleichszahl bezieht sich auf die genehmigten Bauvorhaben des Jahres 2017, die die Errichtung neuer Wohnungen in Wohngebäuden betreffen. 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 Fallzahlen in der Stichprobe für die Jahre 2006 bis einschließlich 2009 wurden etwa 80 % der Gebäude erst nach Ablauf des Kalenderjahrs der Förderzusage fertiggestellt [Diefenbach et al. 2011].

II.2 Datenerhebung und Berechnungsgrundlagen

Durchführung der Befragung

Die Datenerhebung für das Programm „Energieeffizient 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 wiedergegeben. Die Länge des Fragebogens beträgt 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.

Wie im Programm „Energieeffizient Sanieren“ wurden auch hier Fördermittelempfänger aus dem 1. Halbjahr 2017 befragt. Von der KfW wurden 3.116 Fragebögen versendet. Bei der Ziehung dieser Stichprobe wurden je nach Zahl der geförderten Wohnungen und Art der Förderung (KfW-Effizienzhausstandards) unterschiedliche Teilmengen berücksichtigt (s. Kap. II.3.1). Der Rücklauf betrug 652 Fragebögen (21 %). Auswertbar im Hinblick auf durchgeführte Energiesparmaßnahmen bei Wärmeschutz und Wärmeversorgung waren 601 Fragebögen, im Hinblick auf die Analysen zu Energiebedarf und Treibhausgasemissionen 276 Fragebögen.

Neben den Befragungsdaten wurden für die späteren Hochrechnungen auch Angaben der KfW-Förderstatistik verwendet, insbesondere die Anzahl der geförderten Wohnungen und die Investitionssummen der durchgeführten Maßnahmen aus den Antragsdaten.

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 zusätzlicher Details der Anlagentechnik (zur Abschätzung des Hilfsenergiebedarfs) lassen sich Rückschlüsse auf den Endenergiebedarf des Hauptenergieträgers bzw. des zusätzlichen Hilfsstroms und damit auch auf die CO₂- bzw. Treibhausgasemissionen ziehen.⁹² 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 die Vorgaben der Energieeinsparverordnung einhält. 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.

⁹² Es wurden dieselben Treibhausgas- bzw. CO₂-Emissionsfaktoren wie in Kapitel I verwendet (siehe auch Anlage 4).

Ab dem 01.01.2016 wurden die Anforderungen der Energieeinsparverordnung an Wohnneubauten erhöht. Der Primärenergiebedarf für Heizung, Warmwasser, Lüftung und Kühlung darf seitdem den um 25 % reduzierten Wert eines Referenzgebäudes nicht überschreiten. Darüber hinaus muss als Nebenanforderung der spezifische, auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogene Transmissionswärmeverlust H'_T zwar weiterhin einen vorgegebenen Tabellenwert einhalten, darf jedoch zusätzlich den H'_T -Wert des Referenzgebäudes nicht überschreiten.

Bei den mit den eingegangenen 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 276 Fragebögen (d. h. etwa 42 % 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 Teilmengen (Schichten) berücksichtigt. Dabei wurden, wie in Abschnitt I.3.1 beschrieben, relevante, aber in der Gesamtzahl der Förderfälle nur mit geringen Anteilen vertretene Schichten in der Stichprobe überproportional berücksichtigt.

Die folgende Tabelle 44 zeigt die verwendete Einteilung in sechs Teilmengen für die KfW-Förderstatistik und die auswertbare Stichprobe⁹³.

Tabelle 44 Energieeffizient Bauen 2017: Vergleich von KfW-Förderstatistik⁹⁴ und Stichprobe für die einzelnen Schichten
(WE: Anzahl der bei der Förderzusage geförderten Wohneinheiten⁹⁵)

| KfW-Standard | KfW-Förderstatistik 2017 | | Stichprobe | |
|--------------------------------|--------------------------|----------------------|-----------------------|-------------------------|
| | Anzahl Förderzusagen | Anzahl Wohneinheiten | versendete Fragebögen | auswertbare Fragebögen* |
| Effizienzhaus 40 Plus (1-2 WE) | 4.009 | 5.041 | 500 | 47 |
| Effizienzhaus 40 (1-2 WE) | 4.414 | 4.976 | 500 | 47 |
| Effizienzhaus 55 (1-2 WE) | 40.622 | 44.873 | 1.000 | 74 |
| Effizienzhaus 40 Plus (≥ 3WE) | 511 | 4.985 | 192 | 11 |
| Effizienzhaus 40 (≥ 3WE) | 488 | 9.145 | 192 | 18 |
| Effizienzhaus 55 (≥ 3WE) | 4.015 | 47.456 | 600 | 62 |
| Zuschuss Brennstoffzelle | 287 | 371 | 132 | 17 |
| Summe | 54.346 | 116.847 | 3.116 | 276 |
| Anteil Effizienzhaus 40 Plus | 8,3 % | 8,6 % | 22,2 % | 21,0 % |
| Anteil Effizienzhaus 40 | 9,0 % | 12,1 % | 22,2 % | 23,6 % |
| Anteil Effizienzhaus 55 | 82,1 % | 79,0 % | 51,3 % | 49,3 % |
| Zuschuss Brennstoffzelle | 0,5 % | 0,3 % | 4,2 % | 6,2 % |
| Anteil der Fälle (1-2 WE) | 90,8 % | 47,3 % | 68,4 % | 66,7 % |
| Anteil der Fälle (≥ 3 WE) | 9,2 % | 52,7 % | 31,6 % | 33,3 % |

*im Hinblick auf die Energiebilanz auswertbar

⁹³ Entsprechend dem Vorgehen bei der Sanierungsförderung (s. Erläuterungen in I.3.1) werden in der Zeile „Zuschuss Brennstoffzelle“ alle Brennstoffzellenförderungen gezählt. Die Anzahl der Doppelförderungen (Effizienzhäuser und Brennstoffzellenzuschuss) wurde auf Basis der Stichprobenerhebung überschlägig ermittelt und in den Spalten „KfW-Förderstatistik“ bei den jeweiligen Effizienzhausstandards subtrahiert. Betroffen sind hier – hochgerechnet auf das Gesamtprogramm – 64 Förderfälle.

Da in Bezug auf die Brennstoffzellenförderung insgesamt nur 17 für die Energiebilanz auswertbare Fälle vorlagen, wurde auf eine gesonderte Auswertung von Energieeinsparungen und Treibhausgas-minderungen verzichtet.

⁹⁴ nach Korrektur von Doppelzählungen im Fall der Brennstoffzellenförderung

⁹⁵ Hier ist zu beachten, dass diese Klassifizierung der Förderfälle nicht mit der Einteilung in Ein-/Zweifamilienhäuser und Mehrfamilienhäuser übereinstimmt. Zum Beispiel finden sich in der Kategorie „1-2 WE“ auch einzeln geförderte Eigentumswohnungen in Mehrfamilienhäusern.

II.3.2 Endenergieeinsparung

Die Berechnungsergebnisse für die Endenergiebilanz der Förderfälle des Jahres 2017 nach Energieträgern sind in Tabelle 45 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.

Der Energieträger Heizöl wird in den geförderten Neubauten kaum noch eingesetzt. Insgesamt wurde im Jahr 2017 ein Endenergiebetrag von knapp **295 GWh/a**⁹⁶ gegenüber dem Referenzfall eingespart.

Tabelle 45 Energieeffizient Bauen 2017: Endenergiebilanz nach Energieträgern

| 2017 | Endenergie in GWh/a | | |
|-------------------|----------------------|-------------------|----------------------------|
| | Geförderte Neubauten | Referenzfall EnEV | Einsparung zu Referenzfall |
| Erdgas/Flüssiggas | 44 | 81 | 38 |
| Biomasse | 116 | 145 | 29 |
| Strom | 166 | 357 | 191 |
| Fernwärme | 130 | 167 | 37 |
| Summe | 456 | 750 | 295 |

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

Betrachtet man wie in Abschnitt I.3.2 den statistischen Fehler, so ergibt sich, dass die Endenergieeinsparung in der Summe mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % zwischen 261 GWh/a und 329 GWh/a liegt. Auch hier gilt, dass diese Analyse allein den statistischen Stichprobenfehler betrifft und dass weitere Fehlerquellen hinzukommen können.⁹⁷

Bezieht man auch die von solarthermischen Anlagen gelieferte Wärme und die durch Wärmepumpen genutzte Umweltwärme in die Endenergiebilanz ein, so erhöht sich der Endenergiebedarf der geförderten Neubauten von 456 GWh/a auf 688 GWh/a. Der Beitrag der erneuerbaren Energieträger Solarwärme (23 GWh/a), Umweltwärme (209 GWh/a) und Biomasse (166 GWh/a, siehe Tabelle 45) beläuft sich auf insgesamt 348 GWh/a. Ihr Anteil in der erweiterten Endenergiebilanz beträgt damit rund 51 %.

Tabelle 46 zeigt die Endenergieeinsparung getrennt für Ein-/Zweifamilienhäuser und Mehrfamilienhäuser (ab drei Wohnungen).

Tabelle 46 Energieeffizient Bauen 2017: Endenergieeinsparung nach Gebäudetypen (Endenergie nach EnEV, ohne Solar- und Umweltwärme)

| 2017 | Stichprobenfälle n | geförderte Wohnungen* | Endenergie-Einsparung | | |
|-------------------------|--------------------|-----------------------|---|----------------------|--------------------|
| | | | pro m ² Gebäudenutzfläche A _N in kWh/(m ² _{ANA}) | pro Wohnung in kWh/a | insgesamt in GWh/a |
| Ein-/Zweifamilienhäuser | 174 | 49.335 | 19,0 | 3.697 | 182 |
| Mehrfamilienhäuser | 102 | 67.512 | 17,6 | 1.664 | 112 |
| gesamt | 276 | 116.847 | 18,5 | 2.522 | 295 |

* Hochrechnung aus der Stichprobe

⁹⁶ 294,7 GWh/a, kaufmännisch gerundet 290 GWh/a

⁹⁷ Ein Vergleich mit einer Stichprobe gemessener Verbrauchswerte ist in [Diefenbach et al. 2011] dokumentiert.

II.3.3 Primärenergieeinsparung

Für die im Programm „Energieeffizient Bauen“ 2017 geförderten Neubauvorhaben wurde auch die Primärenergieeinsparung gegenüber dem Referenzfall EnEV ermittelt. Sie beträgt ca. **417 GWh/a**. Für den Referenzfall EnEV wurde ein Primärenergiebedarf von 878 GWh/a ermittelt. Die prozentuale Einsparung beläuft sich damit auf rund 48 %.

Die Werte beziehen sich – wie beim Primärenergiebedarf laut EnEV – nur auf den Anteil nicht-erneuerbarer Energieträger am Energiebedarf. Für die Berechnung wurden die in Anlage 4 genannten Primärenergiefaktoren verwendet. Diese orientieren sich an den EnEV-Vorgaben. Im Jahr 2016 fand insbesondere beim Primärenergiefaktor des elektrischen Stroms eine deutliche Veränderung statt: Während der Faktor in den Jahren davor bei 2,4 lag, betrug er 2016 und in der diesjährigen Auswertung nur noch 1,8.

II.3.4 Treibhausgasreduktion

Für die 2017 geförderten Neubauten ergibt sich eine Minderung der Treibhausgasemissionen (CO₂-Äquivalente mit Vorketten) von rund **139.000 Tonnen pro Jahr** gegenüber dem Referenzfall der Energieeinsparverordnung EnEV. Bei Berücksichtigung des statistischen Fehlers liegt dieser Wert mit einer Wahrscheinlichkeit von ca. 95 % zwischen 121.000 Tonnen pro Jahr und 156.000 Tonnen pro Jahr.

Die Emissionsreduktion für Ein-/Zweifamilienhäuser und Mehrfamilienhäuser (ab drei Wohnungen) ist in Tabelle 47 dargestellt.

Tabelle 47 Energieeffizient Bauen 2017: Treibhausgas-Emissionsminderung (CO₂-Äquivalente: CO_{2e}) nach Gebäudetypen

| 2017 | Stichprobenfälle n | geförderte Wohnungen* | CO _{2e} -Minderung | | |
|-------------------------|--------------------|-----------------------|---|---------------------|------------------|
| | | | pro m ² Gebäudenutzfläche A _N in kg/(m ² _{ANA} a) | pro Wohnung in kg/a | insgesamt in t/a |
| Ein-/Zweifamilienhäuser | 174 | 49.335 | 10,3 | 1.994 | 98.373 |
| Mehrfamilienhäuser | 102 | 67.512 | 6,3 | 595 | 40.149 |
| gesamt: | 276 | 116.847 | 8,7 | 1.185 | 138.522 |

* Hochrechnung aus der Stichprobe

II.3.5 Reine CO₂-Reduktion im Haushalts- und Emissionshandelssektor

Wie in Abschnitt I.3.5 werden hier auch die reinen CO₂-Emissionen im Haushalts- und Emissionshandelssektor (ohne Berücksichtigung von CO₂-Äquivalenten anderer Treibhausgase und sonstigen Vorketten) ausgewiesen.

Die reine CO₂-Minderung gegenüber dem Referenzfall EnEV beträgt **im Haushaltssektor etwa 8.000 Tonnen pro Jahr** und **im Emissionshandelssektor rund 118.000 Tonnen pro Jahr**.

Anders als bei den Modernisierungsmaßnahmen im Programm „Energieeffizient Sanieren“ (s. Abschnitt I.3.5) 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. Abschnitt II.4.3).⁹⁸

II.3.6 Hochrechnung auf die einzelnen Bundesländer

Die Abschätzung der Endenergieeinsparungen und Emissionsminderungen für die einzelnen Bundesländer erfolgt analog zu Abschnitt I.3.6 auf Basis der Anzahl der geförderten Wohnungen.

Tabelle 48 zeigt die Aufteilung für das Förderjahr 2017.

Tabelle 48 Energieeffizient Bauen 2017: Emissionsminderungen und Endenergieeinsparungen nach Bundesländern⁹⁹

| 2017 | geförderte Wohnungen | Anteil geförderte Wohnungen | Einsparung gegenüber Referenzfall EnEV | | |
|---------------------------|----------------------|-----------------------------|--|---|--------------------------------|
| | | | Minderung Treibhausgase in t CO _{2e} /a | Minderung reines CO ₂ im Haushaltssektor in t CO ₂ /a | Endenergieeinsparung* in GWh/a |
| Baden-Württemberg | 19.236 | 16,5 % | 22.788 | 1.277 | 48 |
| Bayern | 25.701 | 22,0 % | 30.447 | 1.707 | 65 |
| Berlin | 5.592 | 4,8 % | 6.625 | 371 | 14 |
| Brandenburg | 2.528 | 2,2 % | 2.994 | 168 | 6 |
| Bremen | 778 | 0,7 % | 922 | 52 | 2 |
| Hamburg | 5.274 | 4,5 % | 6.247 | 350 | 13 |
| Hessen | 6.451 | 5,5 % | 7.642 | 428 | 16 |
| Mecklenburg-Vorpommern | 2.141 | 1,8 % | 2.536 | 142 | 5 |
| Niedersachsen | 12.662 | 10,8 % | 15.000 | 841 | 32 |
| Nordrhein-Westfalen | 20.906 | 17,9 % | 24.766 | 1.388 | 53 |
| Rheinland-Pfalz | 4.153 | 3,6 % | 4.920 | 276 | 10 |
| Saarland | 768 | 0,7 % | 910 | 51 | 2 |
| Sachsen | 2.998 | 2,6 % | 3.552 | 199 | 8 |
| Sachsen-Anhalt | 771 | 0,7 % | 914 | 51 | 2 |
| Schleswig-Holstein | 6.047 | 5,2 % | 7.164 | 402 | 15 |
| Thüringen | 924 | 0,8 % | 1.094 | 61 | 2 |
| Deutschland gesamt | 116.930 | 100,0 % | 138.522 | 7.765 | 295 |

* Endenergieeinsparung bei Brennstoffen, Strom und Fernwärme (ohne Solar- und Umweltwärme)

⁹⁸ 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).

⁹⁹ Die Aufteilung der Energieeinsparungen nach Bundesländern erfolgte für die Förderfälle 2017 auf Basis von Angaben zu 116.930 Wohneinheiten. 86 Wohnungen konnten keinem Bundesland zugeordnet werden. In der Regel betrifft dies Zuschüsse mit Sofortzusagen.

II.3.7 Vergleich mit den Vorjahren

Die zeitliche Entwicklung der Treibhausgasminderungen ist in Abbildung 33 dargestellt. In der Darstellung wird davon ausgegangen, dass die jährlich realisierte Einsparwirkung ein Jahr nach der Förderzusage erstmals eintritt. So entfalten die Förderfälle des Jahres 2006 erst ab dem Jahr 2007 ihre Wirkung. Im Jahr 2018 kumuliert sich der Effekt zu dem Gesamtwert von rund 1.250.000 t CO_{2e}/a der Förderfälle der Jahre 2006 – 2017.

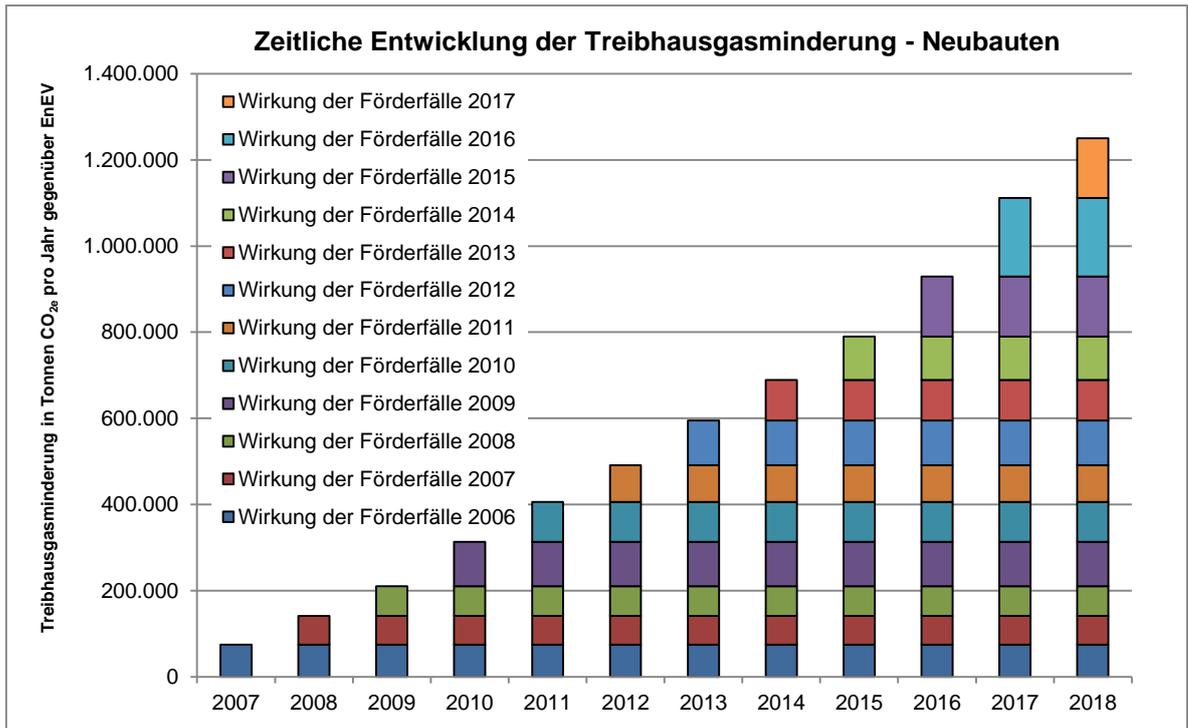


Abbildung 33 Energieeffizient Bauen / Ökologisch Bauen: Zeitliche Wirkung der Treibhausgasminderung gegenüber dem Referenzfall EnEV 2007 – 2018 (Förderfälle 2006 – 2017)

In Tabelle 49 sind die Jahreswerte der Treibhausgasminderung sowie der Endenergieeinsparung für die Neubauförderung der Jahre 2006 – 2017 zusammengefasst.

Tabelle 49 Energieeffizient Bauen / Ökologisch Bauen: Kennwerte der Förderung 2006 - 2017¹⁰⁰

| Förderfälle aus | Betroffene Wohneinheiten | CO_{2e}-Reduktion [Tonnen pro Jahr] | Endenergieeinsparung* [GWh pro Jahr] |
|------------------------------|---------------------------------|--|---|
| 2006 | 55.000 | 75.000 | 250 |
| 2007 | 48.000 | 67.000 | 230 |
| 2008 | 49.000 | 69.000 | 240 |
| 2009 | 64.000 | 103.000 | 340 |
| 2010 | 84.000 | 93.000 | 290 |
| 2011 | 81.000 | 85.000 | 290 |
| 2012 | 115.000 | 103.000 | 360 |
| 2013 | 129.000 | 94.000 | 340 |
| 2014 | 108.000 | 101.000 | 330 |
| 2015 | 142.000 | 139.000 | 380 |
| 2016 | 159.000 | 182.000 | 430 |
| 2017 | 117.000 | 139.000 | 290 |
| Kumuliert 2006 - 2017 | 1.152.000 | 1.250.000 | 3.760 |

* Fernwärme, Strom, fossile Brennstoffe, Biomasse

¹⁰⁰Inklusive Vorgängerprogramm "Ökologisch Bauen". Die CO_{2e}- und Endenergieeinsparungen sind gegenüber dem Referenzfall der jeweils gültigen Energieeinsparverordnung angegeben. Mit der EnEV 2009 fand eine Verschärfung des Anforderungsniveaus statt, nach den Vorgaben der EnEV 2014 wurden die Anforderungen ab dem 01.01.2016 noch einmal erhöht.

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.4.3 zeigen die hochgerechneten Ergebnisse für Wärmeschutz und Wärmeversorgung über den betrachteten Förderzeitraum.¹⁰¹ Es konnten 601 Fragebögen für die Auswertungen herangezogen werden (vgl. Kap. II.2).

II.4.1 Wärmedämmung

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

- 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 34 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 vor allem der Holzbau, das einschalige Mauerwerk mit Dämmung, das einschalige Mauerwerk ohne zusätzliche Dämmung sowie das zweischalige Mauerwerk mit Dämmung. Konstruktionen aus Schalsteinen mit Dämmstoffen waren in der Stichprobe nicht vertreten.

¹⁰¹Die Hochrechnung erfolgte entsprechend der in Abschnitt II.3 beschriebenen Schichtung. Die angegebenen Prozentwerte beziehen sich in der Regel auf die Anzahl 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.

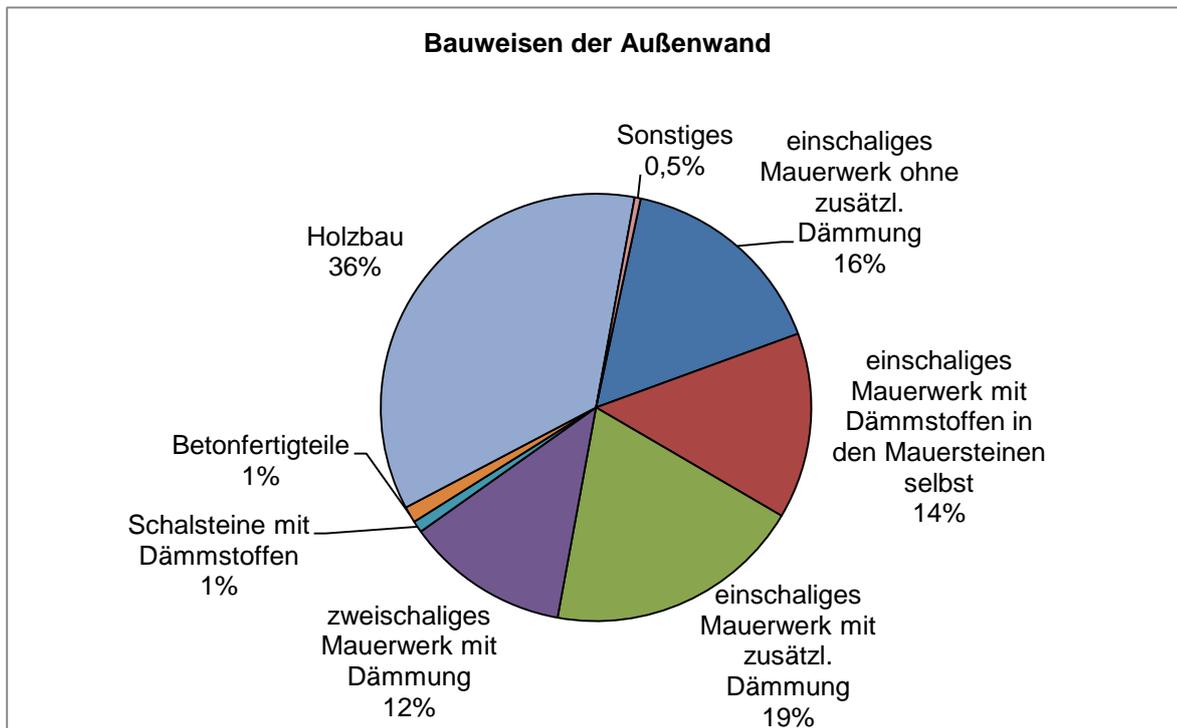


Abbildung 34 Energieeffizient Bauen 2016: Anteile verschiedener Bauweisen der Außenwand

In Tabelle 50 sind auf die geförderten Gebäude hochgerechnete Mittelwerte der Dämmstoffdicken und der Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) dargestellt.¹⁰² Neben den häufigeren Außenwandtypen sind dabei auch Dach, Obergeschossdecke und Fußboden (bzw. Kellerdecke) berücksichtigt.

Die mittleren Dämmstoffdicken (fett gedruckt) liegen grob gesprochen für Außenwand, Dach und Obergeschossdecke bei ca. 22 cm (21,0 – 22,5 cm), im Fall von Erdgeschossfußboden/Kellerdecke bei rund 16 cm. Die mittleren U-Werte der betrachteten Bauteile liegen zwischen 0,15 und 0,21 W/(m²K).

¹⁰²Aus der Dämmstoffdicke lässt sich wegen unterschiedlicher Bauweisen nicht direkt auf den U-Wert schließen. Im Übrigen sind die Kennwerte wegen statistischer Unsicherheiten ohnehin zumeist nicht auf die letzte Stelle genau.

Tabelle 50 Energieeffizient Bauen 2017: Mittelwerte der Dämmstoffdicken und Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) für verschiedene Bauteile

| 2017 | Dämmdicke in cm | U-Werte in W/(m ² K) |
|--|--------------------|------------------------------------|
| Einschaliges Mauerwerk ohne zusätzliche Dämmung | - | 0,20 |
| Einschaliges Mauerwerk mit Dämmstoffen in den Steinen selbst | - | 0,18 |
| Einschaliges Mauerwerk mit zusätzlicher Dämmung | 16,7 | 0,17 |
| zweischaliges Mauerwerk mit Dämmung | 17,3 | 0,16 |
| Holzbau mit Dämmung | 24,5 | 0,14 |
| Außenwand mit Dämmung gesamt* | 21,0 | 0,15 |
| Außenwand gesamt** | - | 0,16 |
| Dach | 22,5 | 0,15 |
| Obergeschossdecke | 22,5 | 0,15 |
| Fußboden / Kellerdecke | 16,0 | 0,21 |

* gewichtetes Mittel der drei vorgenannten Wandtypen

** gewichtetes Mittel aller Wandtypen

II.4.2 Fenster

Die Anteile verschiedener Fenstertypen und die jeweiligen mittleren U-Werte sind in Tabelle 51 dargestellt. Bei der 3-Scheiben-Verglasung wird der Fall mit hochdämmendem Fensterrahmen („Passivhausfenster“) gesondert unterschieden. Über alle Fenster gemittelt beträgt der erreichte U-Wert 0,84 W/(m²K).

Tabelle 51 Energieeffizient Bauen 2017: Anteile verschiedener Fenstertypen und mittlere U-Werte der Fenster

| 2017 | Anteile | U-Werte in W/(m ² K) |
|--|----------------|------------------------------------|
| Fenster mit 2-Scheiben-Verglasung | 2,0 % | 0,83 |
| Fenster mit 3-Scheiben-Verglasung | 75,7 % | 0,85 |
| Fenster mit 3-S.-Vgl. u. hochdämmendem Rahmen | 22,3 % | 0,80 |
| alle Fenster | 100,0 % | 0,84 |

II.4.3 Wärmeversorgung

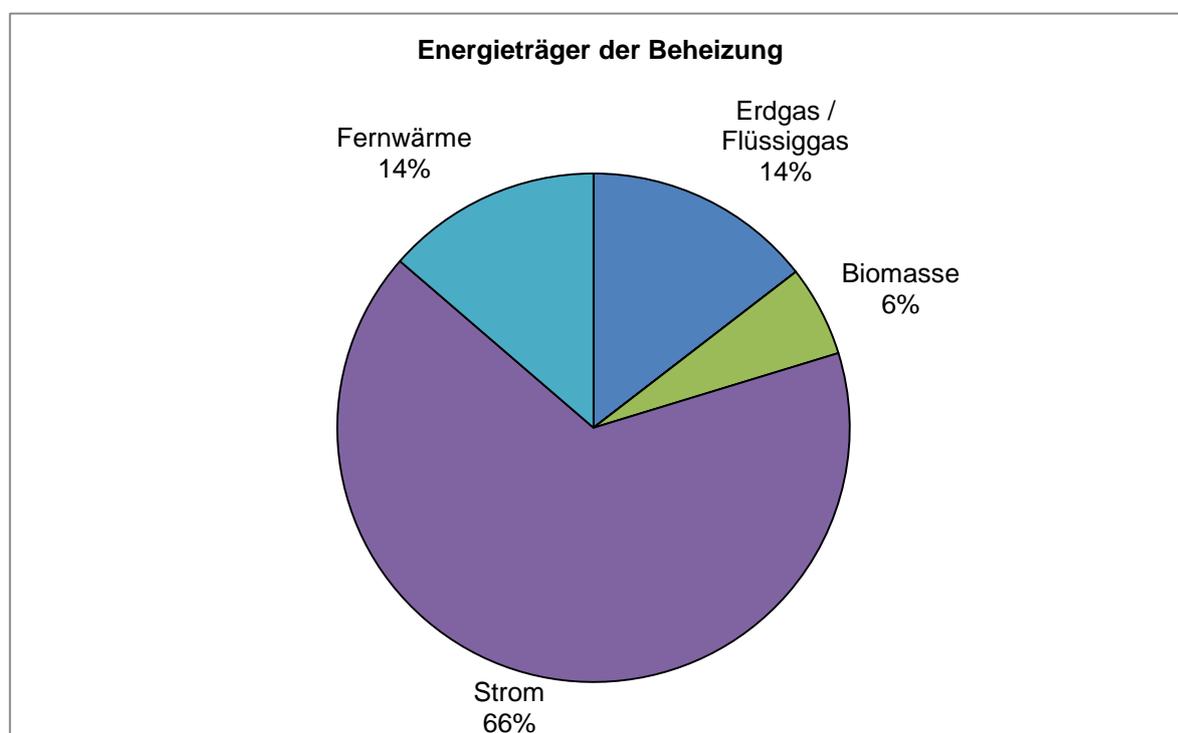
Bei etwa 81 % der geförderten Neubauten liegt eine Zentralheizung vor. Die weiteren Beheizungsarten sind in Tabelle 52 dargestellt. Aufgrund der unterschiedlichen Beheizungsstrukturen von Ein- und Mehrfamilienhäusern, erreicht die Fernwärmeversorgung als zweithäufigste Beheizungsart bei Bezugnahme auf die Wohnungszahlen einen Anteil von 26 %, bezogen auf die Gebäudezahlen beträgt der Wert dagegen nur 14 %.

Tabelle 52 Energieeffizient Bauen 2017: Zentralisierungsgrad der Wärmeversorgung¹⁰³

| 2017 | Gebäude | Wohnungen |
|------------------------|---------|-----------|
| Fernwärme | 13,7 % | 26,3 % |
| Blockheizung | 2,1 % | 9,3 % |
| Zentralheizung | 80,9 % | 61,0 % |
| wohnungswise Beheizung | 1,8 % | 2,8 % |
| Einzelraumheizung | 1,5 % | 0,7 % |

Prozentwerte auf die Gebäudezahl bzw. Wohnungszahl bezogen

In Abbildung 35 sind die Anteile der verwendeten Energieträger dargestellt.



Prozentwerte auf die Gebäudezahl bezogen

Abbildung 35 Energieeffizient Bauen 2017: Überwiegend verwendete Energieträger der Beheizung

In 66 % der Gebäude wird hauptsächlich der Energieträger Strom zur Beheizung verwendet. Dabei handelt es sich fast ausschließlich (bei ca. 99 % der Gebäude) um elektrische Wärmepumpen. Neben dem Strom spielen auch Erd- bzw. Flüssiggas (14 %) sowie Fernwärme (14 %) und Biomasse (6 %) eine relevante Rolle. Heizöl wurde bei den in der Stichprobe auswertbaren Fällen nicht eingesetzt.

Die Gewichte stellen sich etwas verschoben dar, wenn man die Anteile auf die Anzahl der geförderten Wohnungen bezieht (s. Tabelle 53, rechts): Etwa 16 % nutzen Erdgas, 26 % der Wohnungen werden mit Fernwärme, 46 % mit Strom versorgt und der Anteil an Biomasse beträgt rund 11 %.

¹⁰³Bei der Blockheizung handelt es sich um die gemeinsame Versorgung mehrerer Gebäude, die zu einer Häuserzeile oder einem Häuserblock gehören.

Tabelle 53 Energieeffizient Bauen 2017: Verwendete Haupt-Energieträger der Wärmeversorgung bezogen auf die Gebäudezahl bzw. Wohnungszahl¹⁰⁴

| 2017 | Gebäude | Wohnungen |
|---------------------|---------|-----------|
| Erdgas / Flüssiggas | 14,5 % | 16,3 % |
| Biomasse | 5,8 % | 11,3 % |
| Strom | 66,1 % | 46,1 % |
| Fernwärme | 13,6 % | 26,3 % |

Prozentwerte auf die Gebäudezahl bzw. Wohnungszahl bezogen

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

Bei den elektrischen Wärmepumpen wird in 59 % der Fälle Außenluft als alleinige Wärmequelle verwendet, Erdreichwärmepumpen haben einen Anteil von 29 %. Abluft- bzw. Fortluftwärmepumpen werden in 11 % der Gebäude eingesetzt.¹⁰⁵

Beim Energieträger Biomasse wurden in 74 % der Fälle Holzpelletfeuerungen und in 21 % der Fälle Scheitholz bzw. Stückholz eingesetzt. Sonstige Formen der Biomasse haben einen Anteil von 4 %.

Im Fall der Verwendung von Gas ist das Erdgas mit 89 % gegenüber dem Flüssiggas stark dominierend. Dabei handelt es sich zu 88 % um Heizkessel, zu 7 % um Blockheizkraftwerke und in 5 % der Gebäude wurden mit Brennstoff betriebene Wärmepumpen installiert. Im Fall von Erdgaskesseln wurden laut den Angaben der Stichprobe zu 96 % Brennwertkessel eingesetzt.

Bei den Erdgas-Blockheizkraftwerken liegen in etwa der Hälfte der Fälle Motor-BHKW, bei der anderen Hälfte Brennstoffzellensysteme vor. Als Brennstoffzellentechnologie kam in etwa 85 % der Fälle die Membrantechnologie (z. B. PEM) zum Einsatz. Die elektrische Leistung der Brennstoffzellensysteme liegt bei 65 % unter 1 kW.

Der Aufstellungsort des Wärmeerzeugers liegt bei Gebäuden mit Zentralheizung in 65 % der Fälle im beheizten Bereich, also innerhalb der thermischen Gebäudehülle.

In 92 % der geförderten Gebäude erfolgt die Wärmeabgabe über Fußbodenheizungen. Heizkörper stellen in 4 % der Fälle das überwiegende System der Wärmeabgabe dar, Luftheizungen in ebenfalls 4 %¹⁰⁶. Ofenheizungen spielten in der für die Förderfälle 2017 ausgewerteten Stichprobe so gut wie keine Rolle (0,6 %).

Häufig werden Öfen bzw. Kamine als ergänzende Heizsysteme eingesetzt: Dies trifft auf 32 % der geförderten Gebäude zu. Ein Anteil von 98 % dieser Öfen wird (überwiegend) mit Holz betrieben (91 %, Scheitholz, 7 % Holzpellets), bei den verbleibenden 2 % wird Gas bzw. Öl verwendet.

¹⁰⁴Beschränkt man die Analyse auf die 276 Fragebögen, die für die Energiebilanzberechnungen in Kapitel II.3 auswertbar waren, so ergeben sich leicht abweichende Anteile (hier bezogen auf die Gebäudezahl) von 13,8 % für Erdgas/Flüssiggas, 5,4 % für Biomasse, 68,1 % für Strom und 12,8 % für Fernwärme.

¹⁰⁵Hier wurden auch Fälle mit gleichzeitiger Angabe der Wärmequelle Außenluft berücksichtigt. Insgesamt handelt es sich in ca. 68 % der Fälle mit Abluft/Fortluft-Nutzung um sogenannte „Passivhaus-Kompaktgeräte“.

¹⁰⁶Bezogen auf die Wohnungsanzahl liegt der Anteil der Fußbodenheizungen bei 88 %. Den Heizkörpern kommt hier ein Anteil von rund 10 % zu, Luftheizungen ein Anteil von 2 %.

Die Warmwasserbereitung erfolgt in 96 % der Gebäude in Kombination mit dem Heizsystem.¹⁰⁷

II.4.4 Solaranlagen

In 39 % der Gebäude werden Solaranlagen eingesetzt. Aus Abbildung 36 lässt sich ablesen, dass solarthermische Anlagen auf 12 % der Gebäude installiert wurden. Photovoltaikanlagen wurden auf 28 % Gebäude verbaut. Darunter befindet sich 1 %, in denen beide Anlagentypen gleichzeitig vorhanden sind.

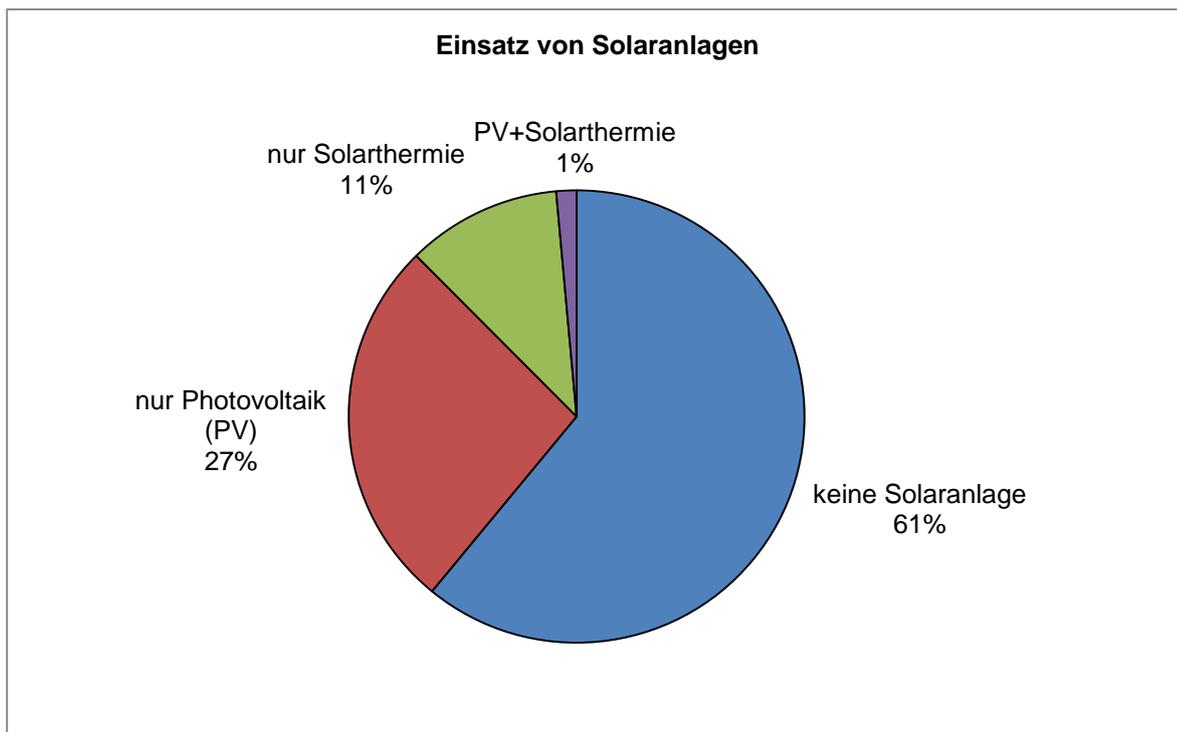


Abbildung 36 Energieeffizient Bauen 2017: Einsatz von Solaranlagen (Photovoltaikanlagen und / oder solarthermische Anlagen)

¹⁰⁷Für die restlichen 4 % der Gebäude mit separater Warmwasserbereitung wurden in 25 Fragebögen nähere Angaben gemacht: Hier gab es 14 Gebäude mit direktelektrischer Warmwasserbereitung (Durchlauferhitzer oder Kleinspeicher), 8 Gebäude mit Kellerluftwärmepumpe und 2 Gebäude mit brennstoffbeheizten Speichern sowie 1 Gebäude mit einem Gas-Durchlauferhitzer.

Speziell für die solarthermischen Anlagen zeigt Abbildung 37 eine Aufteilung nach Systemen mit bzw. ohne Heizungsunterstützung. Die Anteile der Systeme mit Heizungsunterstützung liegen hier bei 9 %, die Systeme ohne Heizungsunterstützung bei rund 4 %.

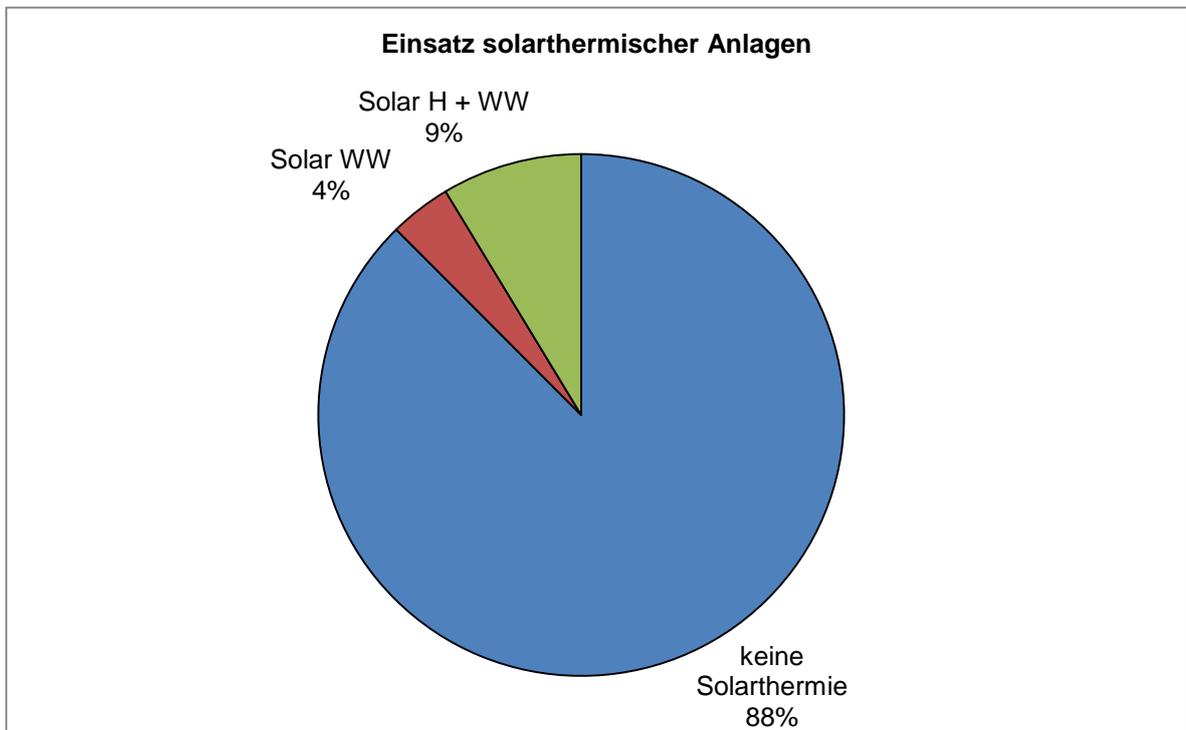


Abbildung 37 Energieeffizient Bauen 2017: Einsatz von solarthermischen Anlagen zur Warmwasserbereitung (Solar WW) bzw. zur kombinierten Heizungsunterstützung und Warmwasserbereitung (Solar H + WW)

Im Fragebogen wurden auch im Rahmen des Neubaus installierte stationäre Batteriespeichersysteme sowie kleine Windkraftanlagen erfasst: Batteriespeichersysteme sind bei 13 % der Gebäude, Windkraftanlagen bei 2 % der Gebäude vorhanden.

II.4.5 Lüftungsanlagen

Mechanische Lüftungsanlagen wurden in gut zwei Dritteln (68 %) der Gebäude installiert. Abbildung 38 zeigt, dass es sich hier zumeist um Anlagen mit Wärmerückgewinnung handelt. Wenn Lüftungsanlagen eingesetzt werden, so sind in der Regel (in 99 % der Fälle) alle Wohnungen des Gebäudes mit einem solchen System ausgestattet (in 0,4 % die Hälfte der Wohnungen oder mehr und in 0,2 % weniger als die Hälfte der Wohnungen).

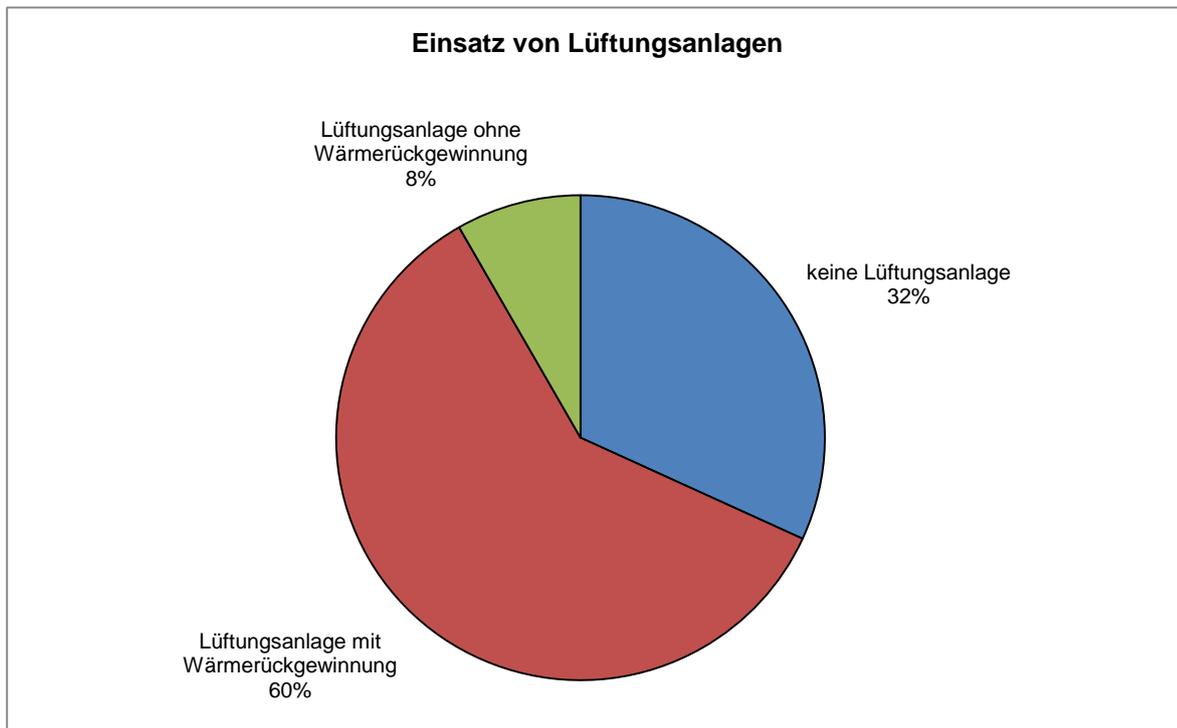


Abbildung 38 Energieeffizient Bauen 2017: Einsatz von Lüftungsanlagen mit bzw. ohne Wärmerückgewinnung

Anlagen zur Kühlung bzw. Klimatisierung finden sich in etwa 9 % der Gebäude. Dabei handelt es sich überwiegend um Fälle, in denen gleichzeitig Wärmepumpen zur Heizung eingesetzt werden.¹⁰⁸

II.4.6 Vergleich verschiedener Gebäudestandards

In diesem Abschnitt werden Ergebnisse zum Wärmeschutz und zur Wärmeversorgung unterschiedlicher Gebäudestandards dokumentiert. Die Darstellungen werden für die drei Standards Energieeffizienzhaus 55 und 40 und 40 Plus¹⁰⁹ wiedergegeben. Für die Gruppe der Effizienzhäuser 55 liegt hier eine Stichprobenzahl von 298 vor, für die Effizienzhäuser 40 von 142, für die Effizienzhäuser 40 Plus von 140.

Tabelle 54 enthält Angaben zur Bauweise und zum Wärmeschutz der Gebäudehülle. Drei-Scheiben-Verglasungen sind bei allen vier Standards deutlich dominierend. Passivhausfenster (mit hochdämmendem Rahmen) sind insbesondere bei den Effizienzhäusern 40 und 40 Plus von Bedeutung, weisen jedoch auch bei den Effizienzhäusern 55 einen Anteil von 18 % auf.

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 Wärmebrückeneffek-

¹⁰⁸ Dies trifft auf 57 von 68 Fällen zu, in denen Systeme zur Kühlung genannt wurden.

¹⁰⁹ Die Anforderungen an den Wärmeschutz und den Primärenergiebedarf sind dabei für die Effizienzhäuser 40 und 40 Plus identisch.

te berücksichtigt sind. Der Wert liegt bei den am weitesten gehenden Standards der Effizienzhäuser 40 und 40 Plus mit 0,20 W/(m²K) um 20 % unter dem Wert der Effizienzhäuser 55 mit 0,25 W/(m²K). Der Mittelwert der geförderten Gebäude liegt bei etwa 0,24 W/(m²K). Der jeweilige EnEV-Grenzwert wird dabei im Mittel um 35 %¹¹⁰ unterschritten.

Im Vergleich zur jeweils gültigen Nebenanforderung der EnEV¹¹¹ wird beim Transmissionswärmeverlust eine Reduktion zwischen 33 % und 47 % erreicht.

Tabelle 54 Energieeffizient Bauen 2017: Vergleich des Wärmeschutzes der Gebäudehülle für verschiedene Neubaustandards

| 2017 | Effizienzhaus 55 | Effizienzhaus 40 | Effizienzhaus 40 Plus |
|---|------------------|------------------|-----------------------|
| Abkürzung | EH 55 | EH 40 | EH 40 Plus |
| Anzahl in Stichprobe | 298 | 142 | 140 |
| Fenstertyp | | | |
| Fenster mit 2-Scheiben-Verglasung | 2 % | 0 % | 1 % |
| Fenster mit 3-Scheiben-Verglasung | 80 % | 69 % | 43 % |
| Fenster mit 3-S.-Vgl. und hochdämmendem Rahmen | 18 % | 31 % | 57 % |
| Durchschnittliche U-Werte in W/(m²K) | | | |
| Außenwand | 0,17 | 0,14 | 0,14 |
| Dach / Obergeschossdecke | 0,15 | 0,13 | 0,14 |
| Erdgeschossfußboden / Kellerdecke | 0,22 | 0,16 | 0,17 |
| Fenster | 0,85 | 0,81 | 0,81 |
| spezifischer Transmissionswärmeverlust H'_T (Kennwert für Gesamt-Wärmeverlust der Gebäudehülle) | | | |
| erreichter Wert für H' _T in W/(m ² K) | 0,25 | 0,20 | 0,20 |
| Unterschreitung des Grenzwerts von H' _T nach EnEV | 33 % | 47 % | 47 % |

Im Folgenden werden die erreichten Werte des spezifischen Transmissionswärmeverlusts und des Primärenergiebedarfs mit den von der KfW für die einzelnen Gebäudestandards gesetzten Anforderungen verglichen. Für den spezifischen Transmissionswärmeverlust H'_T ist dabei die Relation zum Wert für das EnEV-Referenzgebäude zu betrachten. Dieser ist nicht grundsätzlich mit dem oben betrachteten Grenzwert nach EnEV identisch¹¹². Die Angaben für das Referenzgebäude wurden aus Antragsunterlagen abgefragt und zusätzlichen Plausibilitätstests unterzogen.

¹¹⁰ Dabei handelt es sich um den gewichteten Mittelwert, der die Häufigkeit der unterschiedlichen Gebäudestandards im Programm berücksichtigt.

¹¹¹ 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.

¹¹² Bis zur Verschärfung der EnEV am 01.01.2016 wurde der Grenzwert für H'_T in der EnEV in einer separaten Tabelle definiert. Seit dem 01.01.2016 dürfen sowohl der Tabellenwert als auch der H'_T-Wert des Referenzgebäudes nicht überschritten werden. Das Referenzgebäude dient zudem zur Festlegung des Primärenergiebedarfs.

Die Ergebnisse sind als Mittelwerte über die Förderfälle in Tabelle 55 eingetragen. Die Fördermittelempfänger erreichen im Durchschnitt noch einmal einen um 2 % bis 3 % besseren Wärmeschutz, als dies den Mindestanforderungen der KfW für den jeweiligen Gebäudestandard entspricht.

Tabelle 55 Energieeffizient Bauen 2017: Unterschreitung des spezifischen Transmissionswärmeverlustes des EnEV-Referenzgebäudes und Vergleich mit den KfW-Anforderungen

| 2017 | Effizienzhaus 55 | Effizienzhaus 40 | Effizienzhaus 40 Plus |
|--|------------------|------------------|-----------------------|
| auswertbar in der Stichprobe | 116 | 56 | 57 |
| Unterschreitung des H'_{T} -Werts des Referenzgebäudes | 33 % | 47 % | 47 % |
| Relation zum H'_{T} -Wert des Referenzgebäudes | 67 % | 53 % | 53 % |
| KfW-Anforderung (maximale Relation) | 70 % | 55 % | 55 % |
| Über die Anforderung der KfW hinausgehende Unterschreitung (in Prozentpunkten) | 3 % | 2 % | 2 % |

Etwas deutlicher werden – wie im Programm „Energieeffizient Sanieren“ (vgl. Kap. I.4.7) – die Maximalwerte für den Primärenergiebedarf unterschritten, die zur Erreichung der Effizienzhausstandards einzuhalten sind. Tabelle 56 zeigt die Werte im Überblick. Die Auswertungen basieren auf den Angaben, die die Befragten aus dem Energieausweis entnommen haben sowie daran anschließenden Plausibilitätstests.

Tabelle 56 Energieeffizient Bauen 2017: Unterschreitung des Primärenergiebedarfs des EnEV-Referenzgebäudes und Vergleich mit den KfW-Anforderungen

| 2017 | Effizienzhaus 55 | Effizienzhaus 40 | Effizienzhaus 40 Plus |
|--|------------------|------------------|-----------------------|
| auswertbar in der Stichprobe | 78 | 30 | 65 |
| Unterschreitung des Primärenergiebedarfs des Referenzgebäudes | 60 % | 68 % | 77 % |
| Relation zum Wert des Referenzgebäudes | 40 % | 32 % | 23 % |
| KfW-Anforderung (maximale Relation) | 55 % | 40 % | 40 % |
| Über die Anforderung der KfW hinausgehende Unterschreitung (in Prozentpunkten) | 15 % | 8 % | 17 % |

Die Unterschiede in der Wärmeversorgungsstruktur der verschiedenen Effizienzhausstandards sind in Tabelle 57 dargestellt. Auffallend sind die hohen Anteile der Fälle, in denen der Haupt-Wärmeerzeuger mit Strom (in aller Regel also mit einer elektrischen Wärmepumpe) betrieben wird. Diese liegen bei den Effizienzhäusern 55 und 40 bei 64 %, bzw. 66 % und beim Effizienzhaus 40 Plus bei 91 %.

In 13 % der Effizienzhäuser 55 sind solarthermische Anlagen vorhanden, bei den Effizienzhäusern 40 sind es 17 %, bei den Effizienzhäusern 40 Plus 9 %. Die Anteile der Photovoltaikanlagen liegen bei 21 % (EH 55), 27 % (EH 40) bzw. 94 % (EH 40 Plus).

Lüftungsanlagen werden in den Effizienzhäusern 55 in 63 % der Fälle eingesetzt, in den Effizienzhäusern 40 und 40 Plus steigen die Anteile auf 84 % bzw. 100 %.

Tabelle 57 Energieeffizient Bauen 2017: Vergleich der Wärmeversorgungsstruktur verschiedener Neubaustandards

| 2017 | Effizienzhaus 55 | Effizienzhaus 40 | Effizienzhaus 40 Plus |
|------------------------------------|------------------|------------------|-----------------------|
| Anzahl in Stichprobe | 298 | 142 | 140 |
| Anteile Haupt-Energieträger | | | |
| Erdgas/Flüssiggas | 16 % | 10 % | 4 % |
| Biomasse | 6 % | 10 % | 2 % |
| Strom | 64 % | 66 % | 91 % |
| Fernwärme | 15 % | 14 % | 3 % |
| Anteile Solaranlagen | | | |
| Photovoltaik | 21 % | 27 % | 94 % |
| Solarthermie | 13 % | 17 % | 9 % |
| Anteile Lüftungsanlagen | | | |
| mit Lüftungsanlage | 63 % | 84 % | 100 % |

Tabelle 58 zeigt die Auswertung verschiedener Energiebilanzgrößen für die drei Förderstandards.

Tabelle 58 Energieeffizient Bauen 2017: Spezifischer Primärenergiebedarf und Treibhausgasemissionen für die verschiedenen Förderstandards

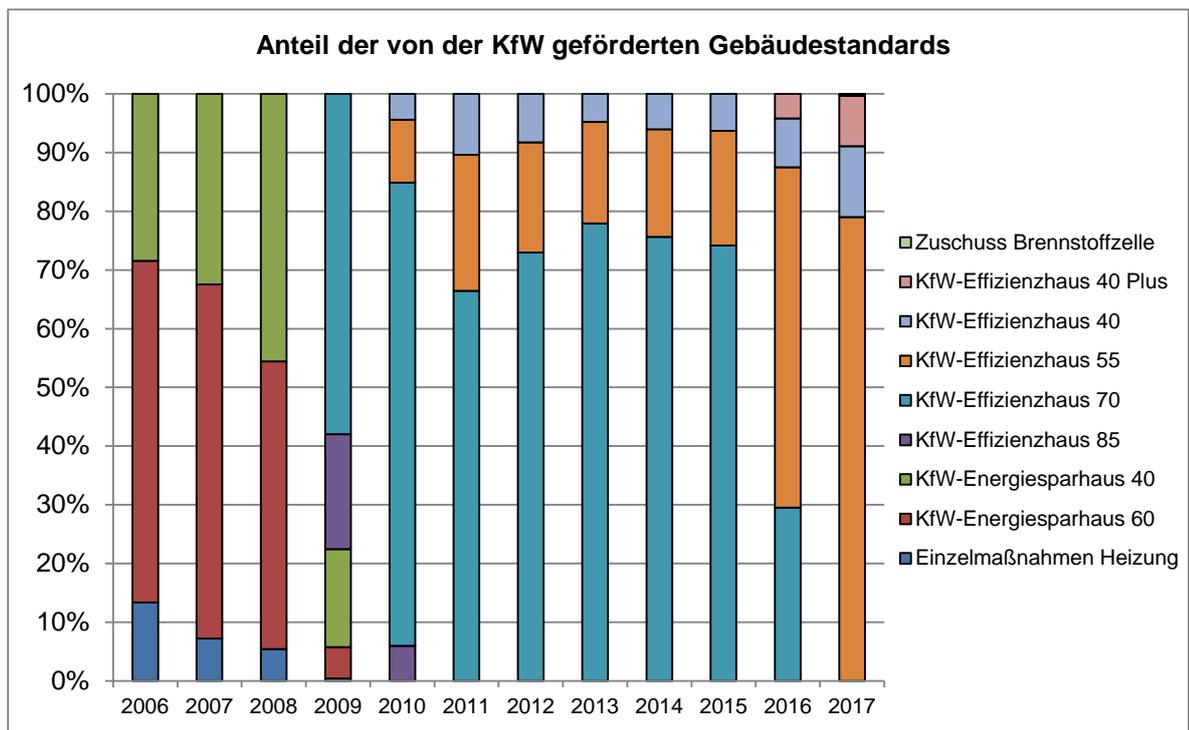
| KfW-Standard | Fallzahl | Nutzfläche pro Wohnung [m ² _{AN} /Whg.] | Primärenergiebedarf | | Treibhausgasemissionen | |
|-----------------------|----------|---|--|---------------------------|--|---|
| | | | pro m ² Nutzfläche [kWh/m ² _{AN}] | pro Wohnung [kWh/Whg.] | pro m ² Nutzfläche [kgCO _{2e} /m ² _{AN}] | pro Wohnung [kgCO _{2e} /Whg.] |
| Effizienzhaus 55 | 145 | 138 | 30 | 4.171 | 10 | 1.387 |
| Effizienzhaus 40 | 59 | 127 | 26 | 3.274 | 9 | 1.129 |
| Effizienzhaus 40 Plus | 58 | 135 | 19 | 2.539 | 6 | 823 |

m²_{AN}: Quadratmeter Gebäudenutzfläche A_N laut EnEV (nicht Wohnfläche)

II.4.7 Vergleich mit den Vorjahren

Entsprechend den Auswertungen zum Programm „Energieeffizient Sanieren“ (vgl. Kap. I.4.9) wurde auch für das Programm „Energieeffizient Bauen“ ein Vergleich mit den Ergebnissen der Vorjahre durchgeführt. Diese betreffen teilweise noch das Vorgängerprogramm „Ökologisch Bauen“. Stichprobenergebnisse für die KfW-Neubauförderung liegen ab 2006 vor [Diefenbach et al. 2011 ff.] – für die Zeitperiode bis 2010 zusammenfassend, danach für die Einzeljahre bis 2017.

In Abbildung 39 ist die Entwicklung der geförderten Neubaustandards dargestellt. Bis 2008 wurden die KfW-Energiesparhäuser 60 und 40 sowie Einzelmaßnahmen der Heizungstechnik gefördert, ab 2011 konzentrierte sich die Förderung auf die KfW-Effizienzhausstandards 70, 55 und 40, zu denen 2016 das Effizienzhaus 40 Plus hinzugekommen ist. Diese Standards beziehen sich auf das mit der EnEV 2009 eingeführte Referenzgebäude. In der Übergangszeit 2009/2010 liefen die KfW-Energiesparhäuser und Einzelmaßnahmen aus und die KfW-Effizienzhäuser wurden eingeführt. Dabei waren die Effizienzhausstandards teilweise noch auf Basis der EnEV 2007 definiert (Zurechnung zu den Standards nach EnEV 2009 siehe Bildunterschrift). Passivhäuser wurden im dargestellten Zeitraum ebenfalls gefördert, sie sind hier den Energiesparhäusern 40 bzw. den Effizienzhäusern 40 / 55 zugeordnet. Nach Verschärfung der EnEV zu Beginn des Jahres 2016 wurde in 2017 der Effizienzhausstandard 70 nicht mehr gefördert. Neu hinzugekommen sind hingegen die Fälle der Brennstoffzellenförderung.



Passivhaus: Bis 2009 bei Energiesparhaus 40, ab 2010 je nach Förderung bei Effizienzhaus 40 bzw. 55 mitgezählt

Effizienzhaus 85 inklusive Effizienzhaus 70 nach EnEV 2007

Effizienzhaus 70 inklusive Effizienzhaus 55 nach EnEV 2007

Abbildung 39 Energieeffizient / Ökologisch Bauen: Anteil der von der KfW geförderten Gebäudestandards (gemessen an der Wohnungszahl)

Das Diagramm zeigt, dass im Jahr 2016 ein deutlicher Sprung in Richtung auf ehrgeizigere Standards stattgefunden hat: Das KfW-Effizienzhaus 70, das in den Vorjahren stark dominierte, wird seit Verschärfung der EnEV im Jahresverlauf 2016 nicht mehr gefördert. Stattdessen kommen nun dem Effizienzhaus 55 die größten Anteile zu. Auch das Effizienzhaus 40 inklusive dem neuen Effizienzhaus 40 Plus konnte seinen Anteil gegenüber den Vorjahren merklich steigern.

Abbildung 40 zeigt den Anteil der KfW-Neubauförderung (Wohnungszahl) in Relation zur Gesamtzahl der Neubauwohnungen in Deutschland. Da sich die KfW-Zahlen auf den Zeitpunkt der Förderzusage beziehen, der deutlich vor der Fertigstellung der Gebäude liegt, werden als Bezugsgröße nicht die Baufertigstellungen, sondern die Baugenehmigungen (neue Wohnungen in Wohngebäuden) betrachtet.

Bis 2008 wurden im Neubau außer den KfW-Effizienzhäusern (inklusive Passivhäusern) auch Einzelmaßnahmen der Heizungstechnik gefördert. Diese sind in der gestrichelten Linie mit erfasst.

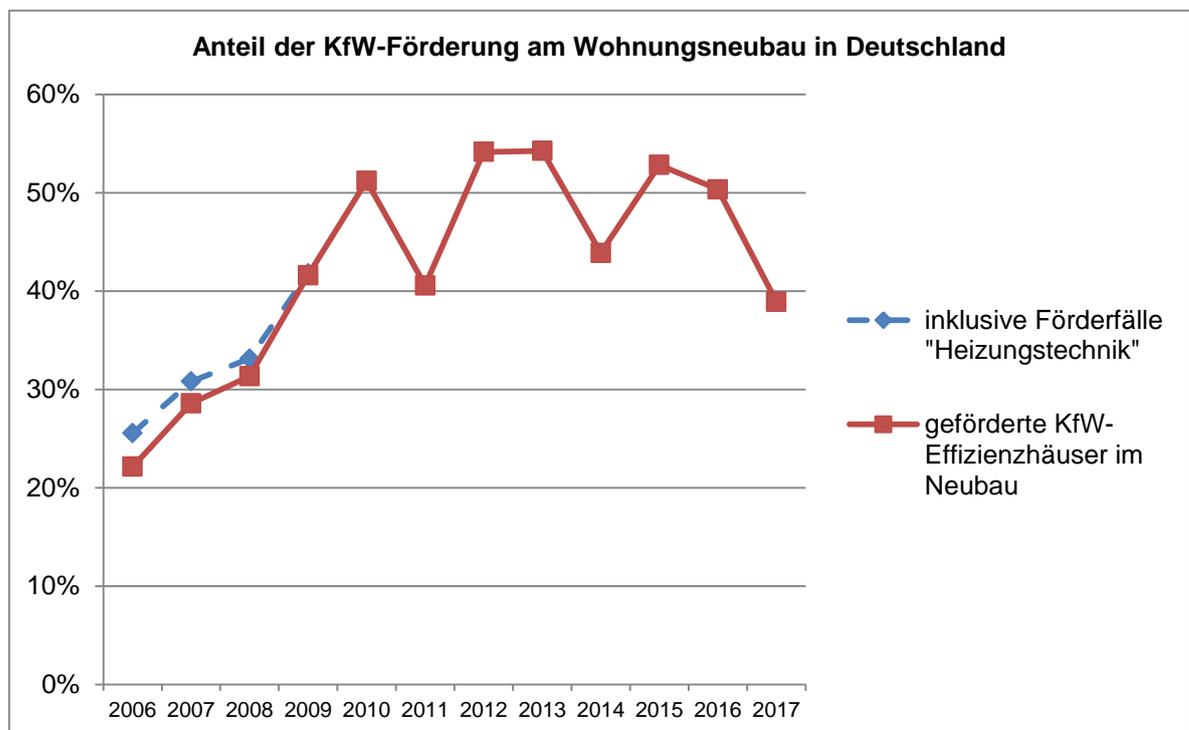


Abbildung 40 Energieeffizient / Ökologisch Bauen: Anteil der von der KfW geförderten Wohnungen an den Baugenehmigungen (Wohnungen in Wohngebäuden) des jeweiligen Jahres

Die Abbildung zeigt, dass die KfW-Förderung seit 2009 Anteile von rund 40 % bis 50 % am gesamten Wohnungsneubau in Wohngebäuden erreicht. Ein großer Anteil des deutschen Wohngebäude-Neubaus wird also seit einigen Jahren in deutlich besserem Standard als nach Energieeinsparverordnung vorgeschrieben errichtet¹¹³.

¹¹³ Darüber hinaus ist zu beachten, dass zum Teil auch Gebäude im KfW-Effizienzhausstandard errichtet werden, ohne dass eine Förderung in Anspruch genommen wird [Diefenbach et al. 2010, Cischinsky et al. 2018]. Solche Fälle werden hier nicht mitgezählt.

Die weiteren Auswertungen beziehen sich auf die Anzahl der geförderten Gebäude des jeweiligen Jahres (Zeitpunkt der Förderzusage).

Die Entwicklung der mittleren U-Werte der Gebäudebauteile Außenwand, Dach, Obergeschossdecke und Fußboden/Kellerdecke ist in Abbildung 41 dargestellt. Die Einzelwerte liegen je nach Bauteil in relativ engen Intervallen: Bei der Außenwand im Bereich 0,16 bis 0,20 W/(m²K) bei Dach und Obergeschossdecke zwischen 0,15 und 0,19 W/(m²K) und bei Fußboden/Kellerdecke zwischen 0,21 und 0,26 W/(m²K).

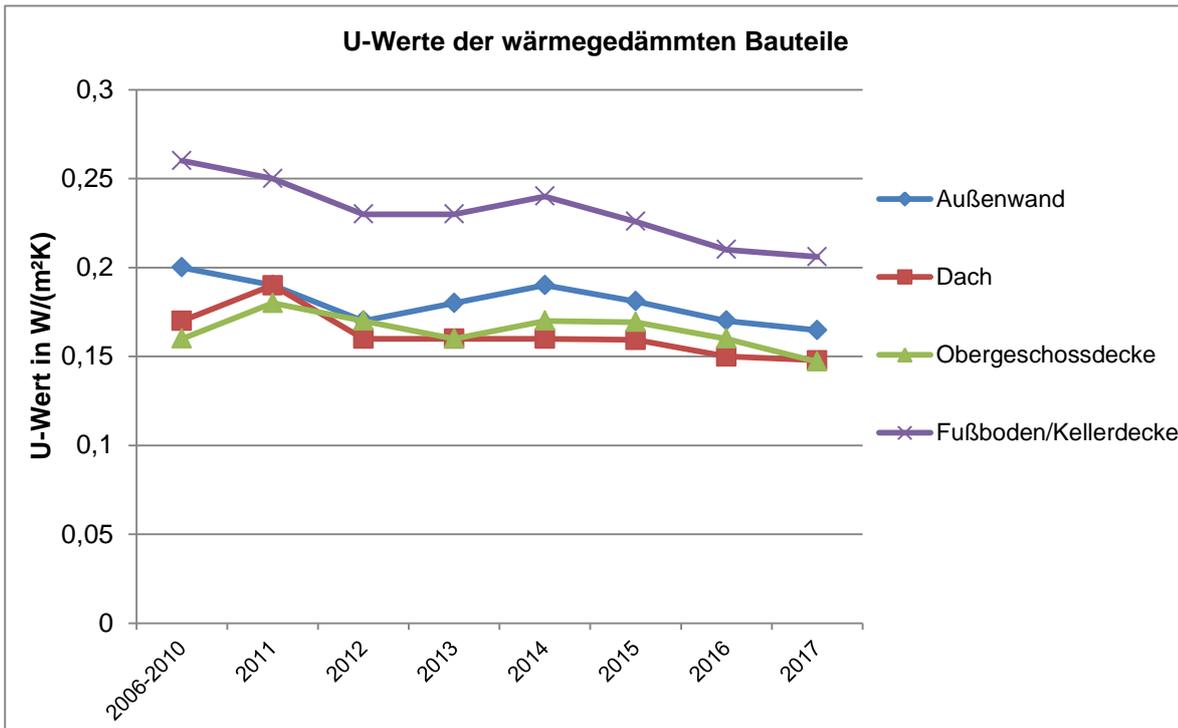


Abbildung 41 Energieeffizient / Ökologisch Bauen: Mittlere U-Werte der Gebäudebauteile Außenwand, Dach, Obergeschossdecke und Fußboden/Kellerdecke

Abbildung 42 zeigt die verwendeten Fenster- bzw. Verglasungstypen. Gegenüber der ersten Periode bis 2010 hat die Bedeutung der 3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung noch einmal deutlich zugenommen und liegt seit 2011 bei einem Anteil von mehr als 90 %, in den Jahren 2016 und 2017 sogar bei je etwa 98 %. Der Anteil der 3-Scheiben-Verglasungen mit hochdämmendem Rahmen („Passivhausfenster“) beträgt dabei etwa 10 bis 20 % (bezogen auf alle Fenster), im Förderjahr 2017 etwas über 20 %.

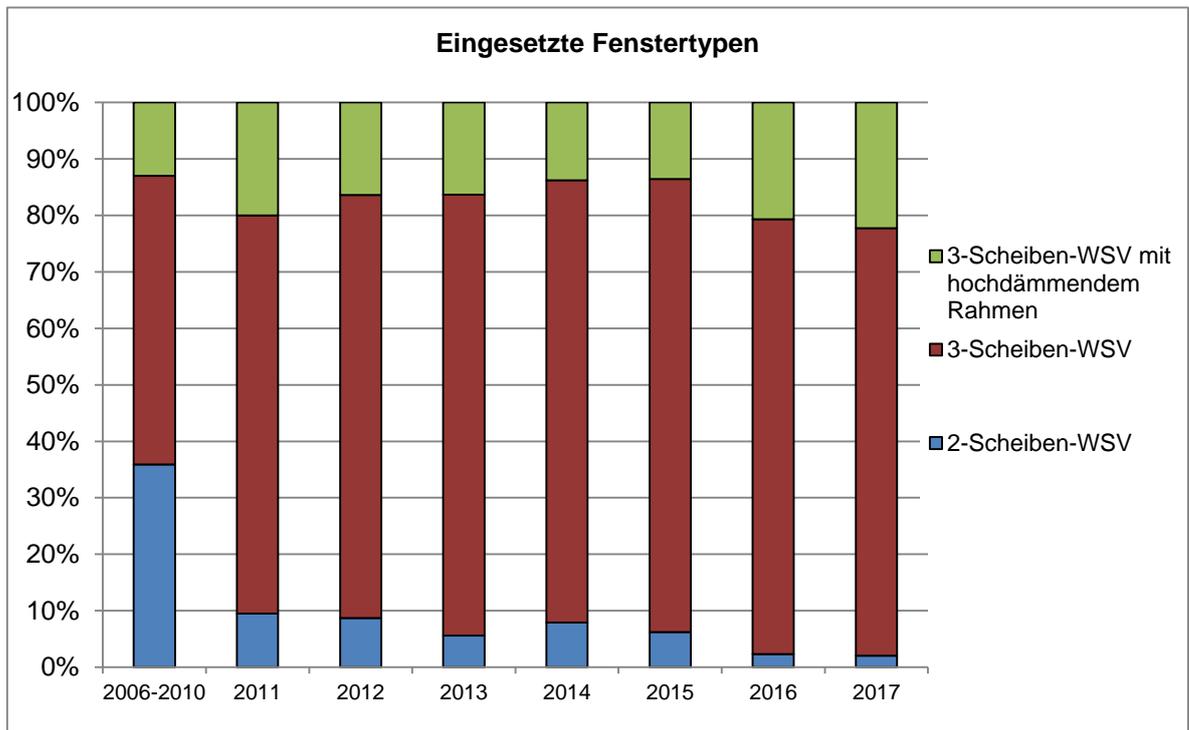


Abbildung 42 Energieeffizient / Ökologisch Bauen: Verwendete Fenstertypen
WSV: Wärmeschutzverglasung

In Abbildung 43 ist die Struktur der Wärmeversorgung (Haupt-Wärmeerzeuger) dargestellt.

Es zeigt sich, dass der Anteil der „traditionellen Wärmeerzeuger“, also der Heizkessel, in den Jahren 2016 und 2017 bei lediglich rund 15 % bzw. 13 % liegt, in den Jahren 2011 bis 2015 waren es ca. 25 % bis 30 %, in der Periode bis 2010 knapp 20 %. Eine relevante Rolle spielt dabei nur der Gaskessel.¹¹⁴ Der Anteil „alternativer Systeme“ (Biomasse, Wärmepumpen, BHKW, Fernwärme) innerhalb der Haupt-Wärmeerzeuger liegt dementsprechend in den Jahren 2016 und 2017 mit 85 % bzw. 87 % etwas höher als in den vergangenen Jahren (rund 70 %, 2006-2010: rund 80 %). Der elektrischen Wärmepumpe kommt dabei die größte Bedeutung zu.

¹¹⁴ Innerhalb der Gaskessel dominieren die Erdgas-Kessel, es sind aber auch Flüssiggaskessel und gasbetriebene Öfen enthalten. Bei der Biomasse spielen neben Heizkesseln auch Öfen eine Rolle. In der Angabe zu den Erdgas-BHKW (Erdgas-Blockheizkraftwerken) sind auch gasbetriebene Wärmepumpen mit geringen Anteilen enthalten. Unter Sonstiges fallen insbesondere Angaben zu direktelektrischer Beheizung.

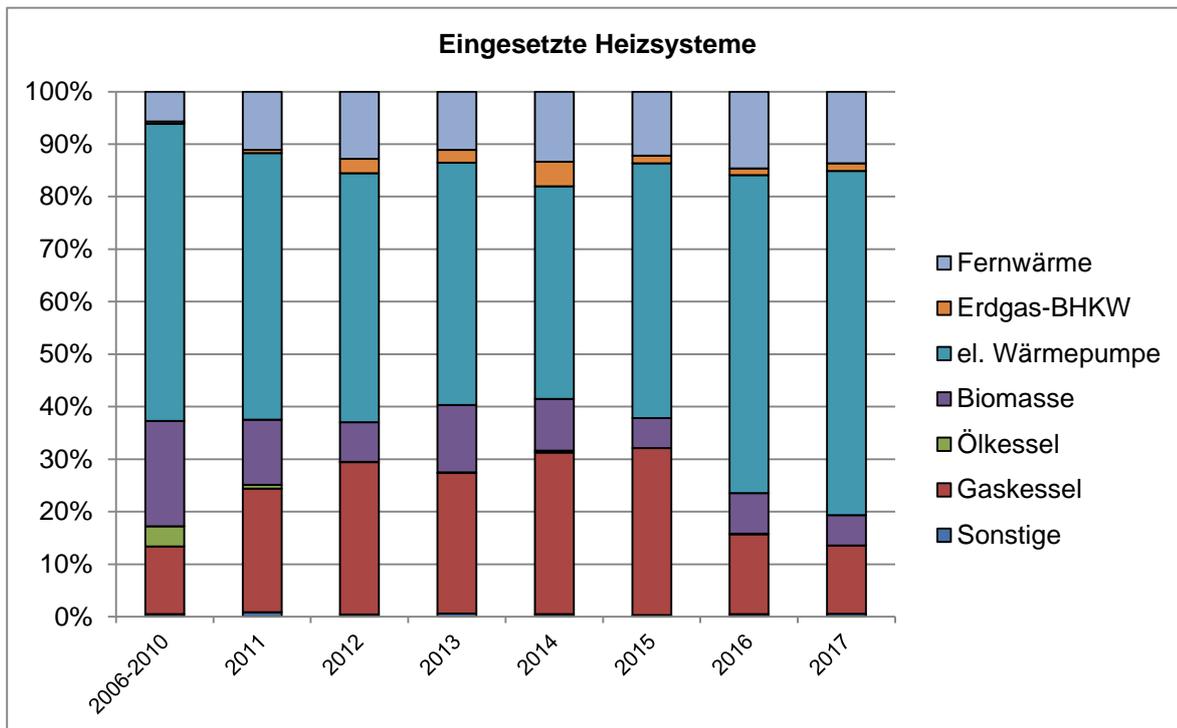


Abbildung 43 Energieeffizient / Ökologisch Bauen: Eingesetzte Heizsysteme (Haupt-Wärmeerzeuger)

Die Verwendung von Solaranlagen ist in Abbildung 44 dargestellt. Es ist zu erkennen, dass der Anteil der Solarwärmeanlagen (Solarthermie) in den vergangenen Jahren eher rückläufig war, 2013 bis 2015 lag er bei etwas über 30 % (etwa die Hälfte davon mit Heizungsunterstützung), im Jahr 2016 bei 17 %, 2017 bei lediglich 12 % (darin je 9 % mit Heizungsunterstützung). Nachdem der Anteil der Photovoltaikanlagen zwischen 2011 und 2014 ungefähr auf dem gleichen Niveau bei rund 15 % (im Jahr 2015 17 %) lag, ist dieser im Jahr 2016 auf 24 % und im Jahr 2017 auf 28 % angestiegen.

Abbildung 45 zeigt die Häufigkeit der Verwendung von Lüftungsanlagen in den geförderten Neubauten. In mehr als der Hälfte der Gebäude wurden Lüftungsanlagen installiert, zumeist Systeme mit Wärmerückgewinnung.

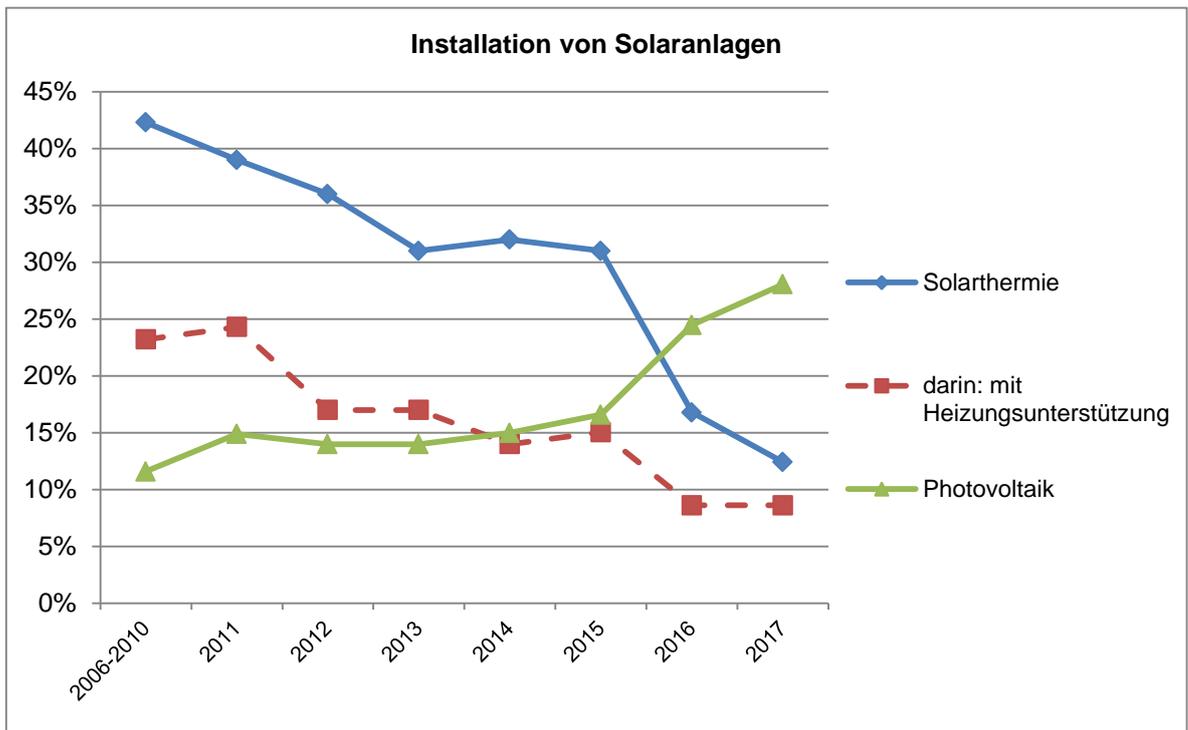


Abbildung 44 Energieeffizient / Ökologisch Bauen: Installation von Solaranlagen
alle Kurven bezogen auf die Gesamtzahl der in den betrachteten Jahren geförderten Gebäude

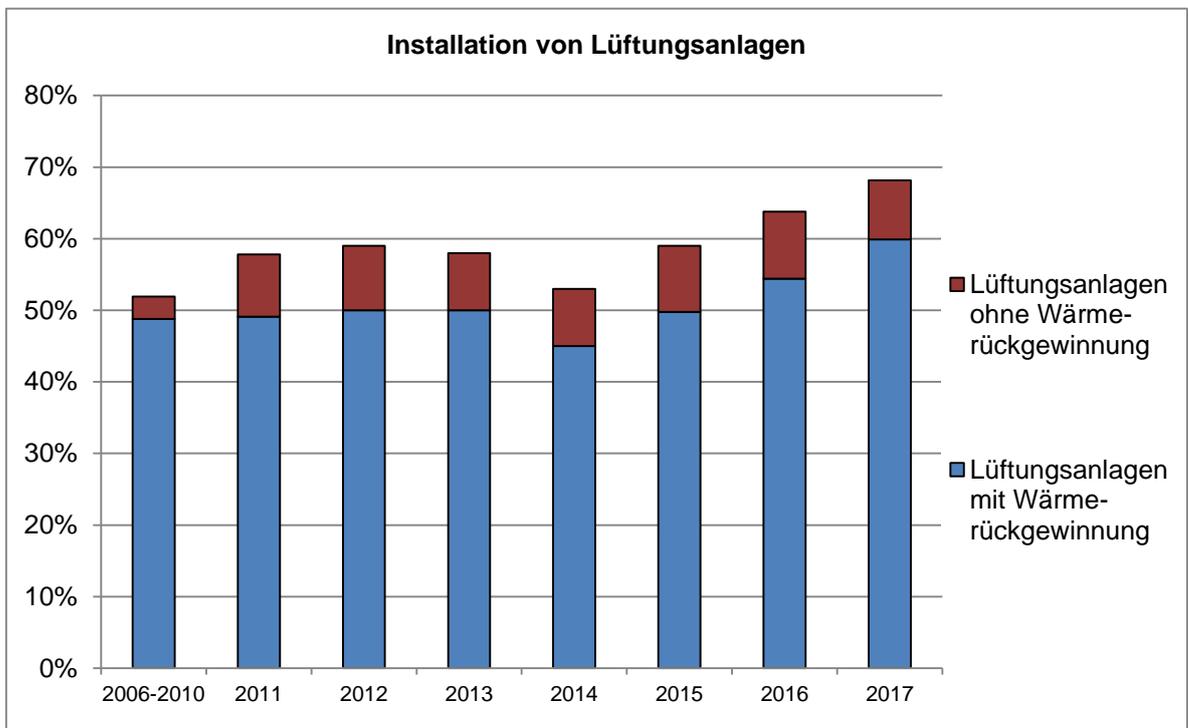


Abbildung 45 Energieeffizient / Ökologisch Bauen: Installation von Lüftungsanlagen
bezogen auf die Gesamtzahl der in den betrachteten Jahren geförderten Gebäude

II.5 Heizkosteneinsparung 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 die geförderten Neubauten alle 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 Abschnitt II.2).

Auch hier werden vereinfachend die reinen Brennstoffkosten-Einsparungen für den Hauptenergieträger inklusive 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 Abschnitt I.5 wird auch hier eine mittlere Nutzungsdauer von 30 Jahren angesetzt.

Als Basis der Abschätzung werden die Summen der Endenergieeinsparungen herangezogen, die in Abschnitt II.3.2 analysiert wurden:

Tabelle 59 Energieeffizient Bauen 2017: Endenergieeinsparung nach Energieträgern

| Energieträger | Einsparung zu Referenzfall [GWh/a] |
|---------------------|---------------------------------------|
| Erdgas / Flüssiggas | 38 |
| Heizöl | 0 |
| Biomasse | 29 |
| Strom | 191 |
| Fernwärme | 37 |
| Summe | 295 |

Bei der Ermittlung der Energiepreisentwicklung wird genauso verfahren wie bei der Auswertung des Programms „Energieeffizient Sanieren“ in Abschnitt I.5.1 beschrieben. Die Werte für die Preissteigerungsraten können Tabelle 20 in Abschnitt I.5.1 entnommen werden. Die resultierenden realen und nominalen Energiepreise sind in Tabelle 21 und in Tabelle 22 dargestellt, wobei auch hier die weitere Betrachtung der eingesparten Heizkosten ausschließlich in realen Größen erfolgt.

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 des Jahres 2017. Tabelle 60 zeigt die so ermittelten Ersparnisse, die durch das Förderprogramm "Energieeffizient Bauen", Förderjahr 2017, im Jahr 2018 erzielt werden.

Tabelle 60 Energieeffizient Bauen 2017: Heizkostensparnis im Jahr 2018 in 1.000 €

| Energieträger | Heizkostensparnis [1.000 €] |
|----------------------|--|
| Erdgas / Flüssiggas | 2.543 |
| Heizöl | 0 |
| Biomasse | 1.442 |
| Strom | 57.594 |
| Fernwärme | 3.064 |
| Summe | 64.643 |

Bei insgesamt rund 117.000 Wohneinheiten, die mit Hilfe des Förderprogramms im Jahr 2017 gebaut wurden, lässt sich für das Jahr 2018 eine Heizkostensparnis von durchschnittlich rund 550 € pro Wohneinheit errechnen. Das entspricht einer monatlichen Kostentlastung von ca. 46 €.

II.5.3 Heizkosteneinsparung über die gesamte durchschnittliche Nutzungsdauer der Investition

Auch bei dieser Berechnung wird analog der Berechnung für das Förderprogramm „Energieeffizient Sanieren“ verfahren und zunächst der extrem niedrige, negative Diskontierungszinssatz von -0,26 % verwendet. Der Effekt der Diskontierung wird in der folgenden Tabelle 61 dargestellt.

Die Tabelle zeigt, dass die Summe der Barwerte der Heizkosteneinsparungen über die 30-jährige Nutzungsdauer der Investitionen knapp 2.040 Mio. € beträgt. Wie bereits in Abschnitt I.5.3 dargestellt, ist der Barwert aufgrund des negativen Diskontierungsfaktors höher als der reale Wert: Die Summe der jährlichen Barwerte beträgt mit 2.040 Mio. € rund 104 % des realen Summenwertes der Heizkostensparnisse von ca. 1.960 Mio. €.

Tabelle 61 Energieeffizient Bauen 2017: Heizkosteneinsparung, real und nach Diskontierung

| Jahr / Zeitraum | Realer Wert [1.000 €] | Barwert [1.000 €₂₀₁₇] |
|--------------------------|----------------------------------|---|
| 2018 | 64.643 | 64.812 |
| 2020 | 66.399 | 66.920 |
| 2025 | 66.000 | 67.389 |
| 2030 | 65.637 | 67.896 |
| 2035 | 65.239 | 68.369 |
| 2040 | 64.875 | 68.878 |
| 2045 | 64.201 | 69.055 |
| 2046 | 64.068 | 69.092 |
| 2047 | 63.935 | 69.129 |
| Summe 2018 - 2047 | 1.958.660 | 2.039.421 |

Auch hier ist bei der Interpretation der Ergebnisse, vor allem beim Vergleich mit den Ergebnissen der Förderfälle früherer Jahre, zu beachten, dass sich der Zinssatz für Staatsanleihen 2017 weiterhin auf einem niedrigen Niveau befand, was einen Einfluss auf den ermittelten Barwert hat.

Die vorstehende Diskontierungsrechnung wurde deshalb wie im Fall des KfW-Programms „Energieeffizient Sanieren“ 2017 mit zwei alternativen Zinssätzen wiederholt, um die Bedeutung der Entwicklung der Verzinsung langlaufender Staatsanleihen als Indikator für die Ertragserwartungen an langfristige Kapitalanlagen abzuschätzen. Wie in Abschnitt I.5.3 dargestellt, wurde einerseits der höchste Wert im Zeitraum 2010 – 2014 gewählt; dieser Diskontierungszins (Zinssatz langlaufender Anlagen minus Inflationsrate) betrug 1,88 % in 2010, und andererseits der niedrigste Diskontierungszinssatz, dieser betrug 0,42 % im Jahr 2014. Mit dem Diskontierungszinssatz von 1,88 % würde der Barwert der Heizkosteneinsparung über 30 Betriebsjahre auf 1.490 Mio. € absinken, mit dem Diskontierungszinssatz von 0,42 % auf 1.840 Mio. €. Im ersten Fall wären dies 76 % des realen Wertes der Heizkosteneinsparung von 1.960 Mio. €, im zweiten Fall 94 %.

II.6 Beschäftigungseffekte und Multiplikatorwirkung

II.6.1 Ziel und Methodik

Die Beschäftigungseffekte des Programms „Energieeffizient Bauen“ 2017 werden unter Anwendung derselben Methodik ermittelt, die für das Förderprogramm „Energieeffizient Sanieren“ im Abschnitt I.6 angewendet und beschrieben wurde. Dabei gibt es eine Besonderheit zu beachten: Beim Investitionsvolumen handelt es sich um die gesamten in den KfW-Antragsdaten genannten Neubaukosten, also nicht nur um die Kosten für 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.

II.6.2 Ergebnisse

II.6.2.1 Beschäftigungseffekte: gesamt, direkt und indirekt

Die im Förderprogramm „Energieeffizient Bauen“ 2017 geförderten Maßnahmen haben einen Gesamtbeschäftigungseffekt von 317.000 PJ. Tabelle 62 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.

Tabelle 62 Energieeffizient Bauen 2017: Beschäftigungseffekte

| | | |
|--|--------|---------|
| Investitionsvolumen (inkl. MwSt.) | Mio. € | 30.100 |
| direkter Beschäftigungseffekt | PJ | 228.000 |
| indirekter Beschäftigungseffekt | PJ | 89.000 |
| Gesamtbeschäftigungseffekt | PJ | 317.000 |
| Beschäftigung je 1 Mio. € Investition | PJ | 10,5 |

Der Beschäftigungseffekt der geförderten Neubauten ist damit im Jahr 2017 mit 317.000 PJ fast viermal so groß wie der Effekt der im Programm „Energieeffizient Sanieren“ geförderten Maßnahmen mit 118.000 PJ (vgl. Tabelle 25). 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.

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 2017 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 in Abschnitt 2 der Anlage 5.

Tabelle 63 zeigt, wie sich die mit dem Förderprogramm „Energieeffizient Bauen“ im Jahr 2017 verbundenen Neubaumaßnahmen auf die Beschäftigung in den Bundesländern ausgewirkt haben.

Tabelle 63 Energieeffizient Bauen 2017: Gesamtbeschäftigungseffekte nach Bundesländern

| Bundesland | Beschäftigung 2017 in PJ | Bundesland | Beschäftigung 2017 in PJ |
|--------------------------|--------------------------|---------------------|--------------------------|
| Baden-Württemberg | 50.900 | Niedersachsen | 24.900 |
| Bayern | 66.500 | Nordrhein-Westfalen | 44.000 |
| Berlin | 8.500 | Rheinland-Pfalz | 11.900 |
| Brandenburg | 4.600 | Saarland | 1.900 |
| Bremen | 1.400 | Sachsen | 6.200 |
| Hamburg | 9.900 | Sachsen-Anhalt | 2.300 |
| Hessen | 16.300 | Schleswig-Holstein | 10.800 |
| Mecklenburg-Vorpommern | 3.000 | Thüringen | 3.000 |
| ohne regionale Zuordnung | 50.600 | | |

II.6.2.3 Beschäftigungseffekte im Mittelstand

Basis für die Schätzung der Beschäftigungseffekte im Mittelstand sind die aktuell verfügbaren Informationen aus dem Bonner Institut für Mittelstandsforschung [IfM 2018]. Die Rechenmethode ist in Abschnitt I.6.2.3 und im methodischen Anhang (Anlage 5, Abschnitt 3) ausführlich beschrieben. Das Ergebnis zeigen Tabelle 64 und Abbildung 46.

Tabelle 64 Energieeffizient Bauen 2016 Beschäftigungseffekte im Mittelstand

| | 2017 |
|--------------------------------------|------------|
| Gesamtbeschäftigungseffekt | 317.000 PJ |
| darunter: Mittelstand | 240.000 PJ |
| Prozentanteil Mittelstand | 76 % |
| Direkter Beschäftigungseffekt | 228.000 PJ |
| darunter: Mittelstand | 194.000 PJ |
| Prozentanteil Mittelstand | 85 % |

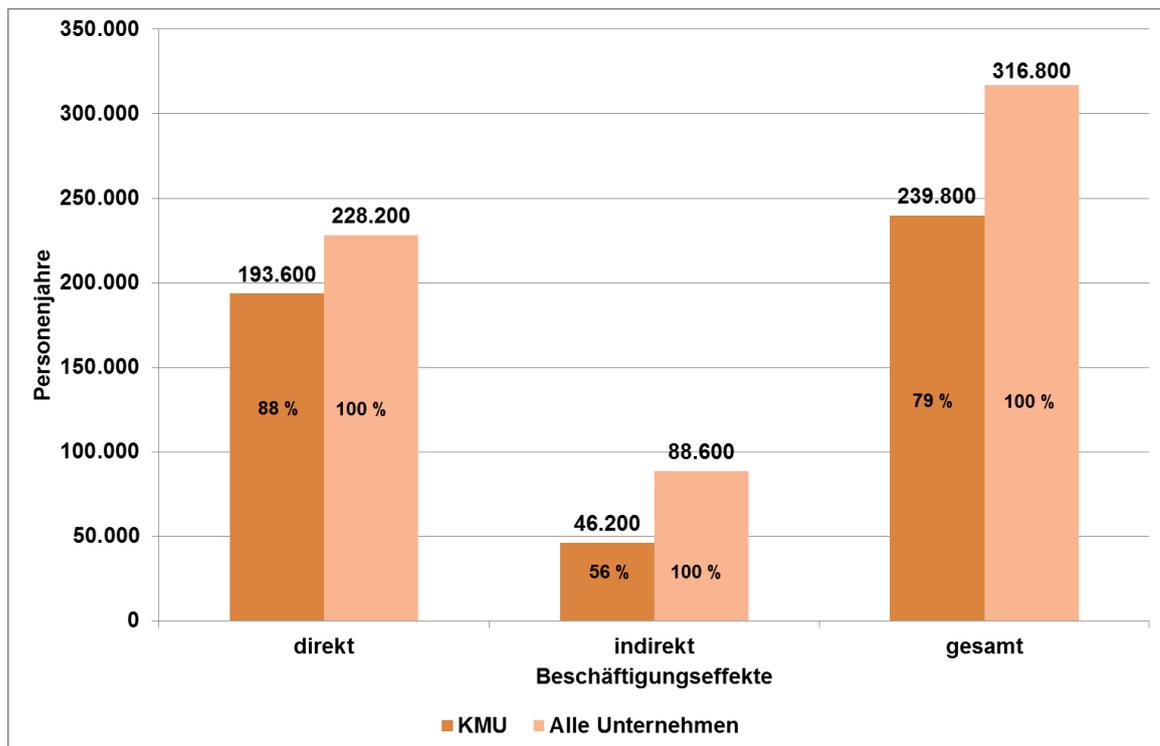


Abbildung 46 Energieeffizient Bauen 2017: Direkte, indirekte und Gesamt-Beschäftigungseffekte im Mittelstand

Der Mittelstand hat einen weit überdurchschnittlichen Anteil an den Beschäftigungseffekten, die durch die im Programm „Energieeffizient Bauen“ geförderten Neubauten ausgelöst werden. Bei den direkten Beschäftigungseffekten in der Baubranche und im Dienstleistungsbereich für Bauplanung und Bauleitung stellen die kleinen und mittleren Unternehmen 85 % der Beschäftigten, das sind 293.600 PJ von insgesamt 228.200 PJ. Beim indirekten Beschäftigungseffekt liegt der Anteil des Mittelstands mit 52 % erheblich niedriger (46.200 PJ von 88.600 PJ). Der Gesamtbeschäftigungseffekt 2017 weist einen KMU-Anteil von 76 % auf, das sind 239.800 PJ von 316.800 PJ. In der Gesamtwirtschaft liegt der Anteil des Mittelstands an allen Erwerbstätigen bei lediglich 62 % (vgl. Anlage 5, Abschnitt 3, Tabelle 6).

II.6.2.4 Aufteilung der Beschäftigungseffekte auf Arbeitnehmer und Selbstständige

Der Anteil der Selbstständigen und mithelfenden Familienangehörigen liegt in der Gesamtwirtschaft bei rund 10 %, im Baugewerbe dagegen bei rund 20 %. Dementsprechend sind an der Umsetzung der durch das Förderprogramm „Energieeffizient Bauen“ 2017 geförderten Maßnahmen mit einem Umfang von 59.400 PJ oder rund 18,8 % relativ mehr Selbstständige und mithelfende Familienangehörige beteiligt, als in der Gesamtwirtschaft vertreten sind. Vgl. dazu die Zahlen in Tabelle 65 sowie die ausführliche Darstellung der Herleitung im Abschnitt 4 der Anlage 5.

Tabelle 65 Energieeffizient Bauen 2017: Aufteilung der Beschäftigungseffekte auf Arbeitnehmer und Selbstständige

| | Personenjahre | Anteil in % |
|--|---------------|-------------|
| Gesamt-Beschäftigungseffekt | 316.800 | 100 % |
| Darunter: Arbeitnehmer | 257.400 | 81,2 % |
| Darunter: Selbstständige und mithelfende Familienangehörige | 59.400 | 18,8 % |

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 50 % oder 157.400 PJ) und die unternehmensbezogenen Dienstleistungen, zu denen u. a. die technischen Dienstleistungen der Bauplanung und Bauleitung gehören (Anteil 28 % oder 88.400 PJ). Mit weitem Abstand folgen drei Wirtschaftszweige, die zwischen 5,1 % und 1,9 % der Beschäftigungseffekte verbuchen können: Handelsvermittlung/Großhandel mit 16.300 PJ, Herstellung von Keramik/Verarbeitung von Steinen und Erden mit 7.800 PJ und Herstellung von Metallerzeugnissen mit 5.900 PJ. Alle anderen Wirtschaftszweige kommen zusammen auf einen Anteil von 13 % oder 41.000 PJ (vgl. dazu auch Abbildung 47).

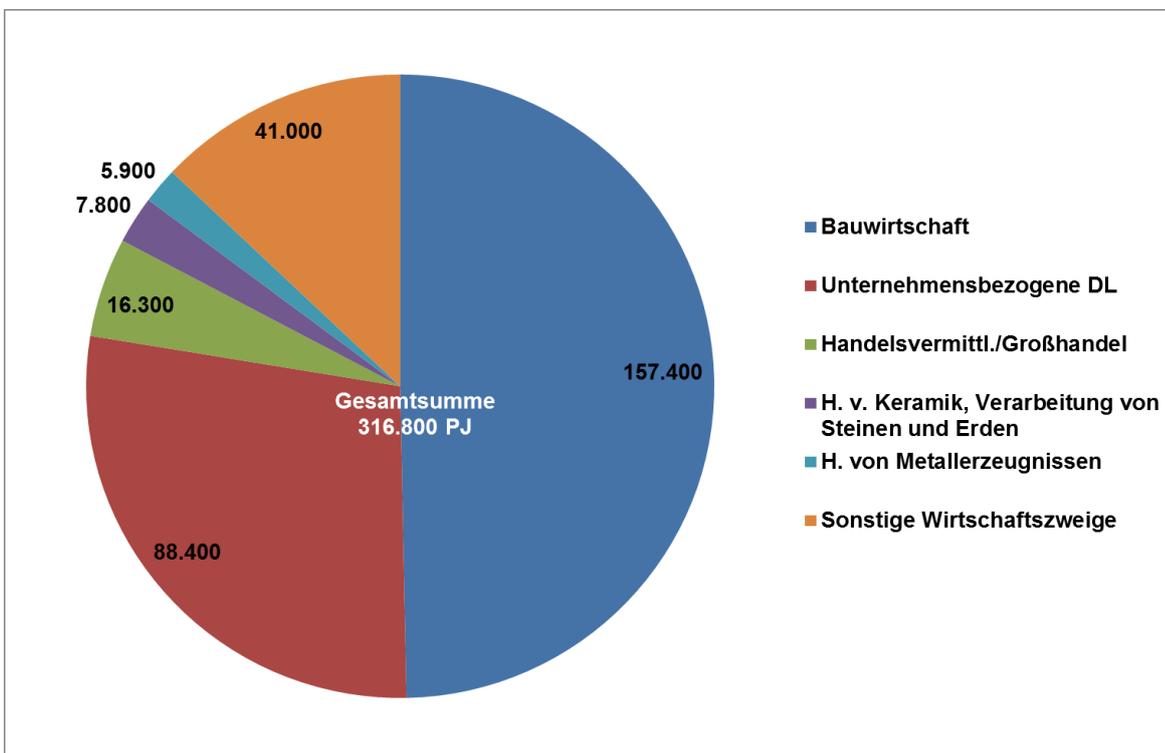
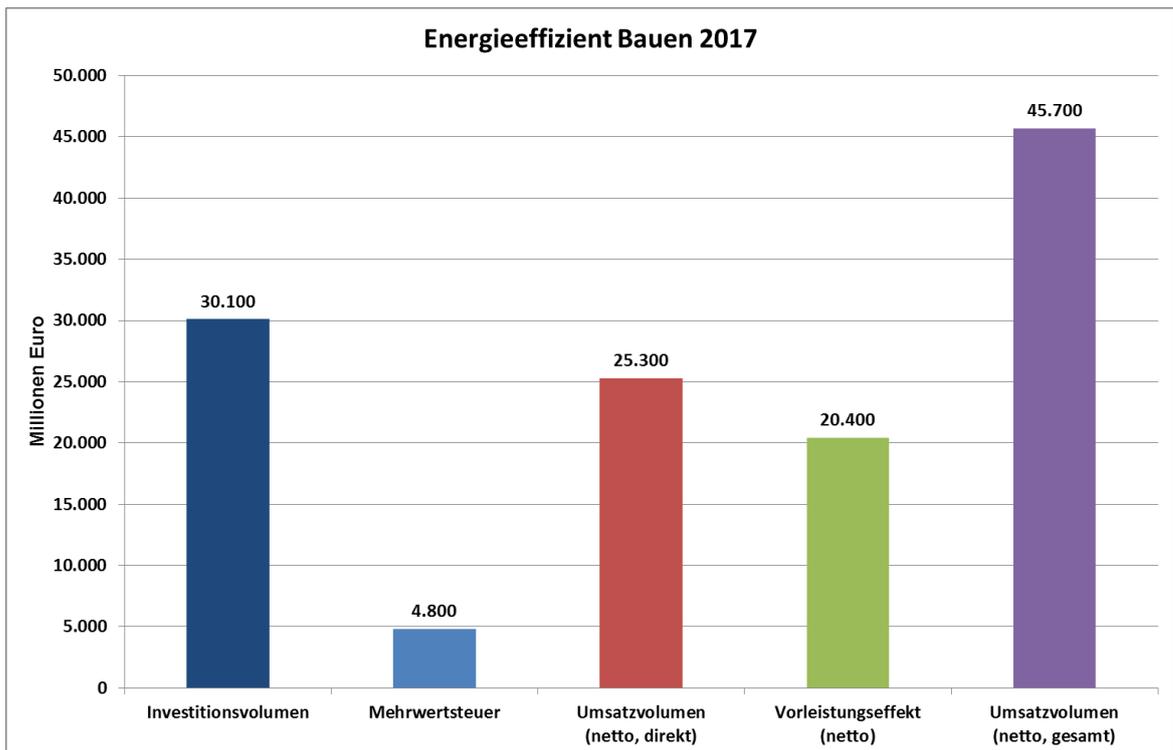


Abbildung 47 Energieeffizient Bauen 2017: Beschäftigungseffekte nach Branchen in Personenjahren

II.6.2.6 Monetäre Multiplikatorwirkung

Das untersuchte Förderprogramm „Energieeffizient Bauen“ weist insgesamt ein Investitionsvolumen von ca. 30,1 Mrd. € auf. Davon sind rund 4,8 Mrd. € in Form von Mehrwertsteuer direkt an den Staat zurückgeflossen, so dass ein Netto-Umsatzeffekt von rund 25,3 Mrd. € übrig bleibt. Mit Hilfe der Input-Output-Analyse lassen sich die durch diese Investitionen ausgelösten Vorleistungen (vgl. Anlage 5, Abschnitt 6) außerhalb des Baugewerbes und der Bauplanung/Bauleitung berechnen, die sich auf ca. 20,4 Mrd. € belaufen. Zusammen ergibt sich daraus ein Nettoumsatz von rund 45,7 Mrd. €. Auf den ursprünglichen Nettoumsatz wirkt also ein monetärer Multiplikatoreffekt von 1,81 ein.



Quelle: Fraunhofer-IFAM

Abbildung 48 Energieeffizient Bauen 2017: Umsatzeffekte des Programms

II.6.3 Vergleich mit den Vorjahren

In Tabelle 49 sind die Beschäftigungseffekte der geförderten Neubaumaßnahmen der Jahre 2006 - 2017 zusammengefasst.

Tabelle 66 Energieeffizient Bauen: Kennwerte der Förderung 2006 - 2017¹¹⁵

| Förderfälle aus | Betroffene Wohneinheiten | Geplantes Investitionsvolumen* [Mio. €] | Gesamtbeschäftigungseffekte [Personenjahre] |
|------------------------|---------------------------------|--|--|
| 2006 | 55.000 | 7.500 | 107.000 |
| 2007 | 48.000 | 7.400 | 103.000 |
| 2008 | 49.000 | 8.000 | 109.000 |
| 2009 | 64.000 | 9.900 | 135.000 |
| 2010 | 84.000 | 14.300 | 192.000 |
| 2011 | 81.000 | 14.600 | 199.000 |
| 2012 | 115.000 | 21.600 | 278.000 |
| 2013 | 129.000 | 27.700 | 341.000 |
| 2014 | 108.000 | 26.400 | 305.000 |
| 2015 | 142.000 | 31.900 | 355.000 |
| 2016 | 159.000 | 39.600 | 429.000 |
| 2017 | 117.000 | 30.100 | 317.000 |
| Kumuliert 2006 - 2017 | 1.152.000 | 238.800 | 2.870.000 |

* Gesamtkosten der Neubauten

¹¹⁵Inklusive Vorgängerprogramm "Ökologisch Bauen".

II.7 Informationen zu den geförderten Gebäudeeigentümern

Ein Überblick über die unterschiedlichen Gebäudeeigentümer, die laut Stichprobenerhebung die Förderung im Programm „Energieeffizient Bauen“ 2017 in Anspruch genommen haben, wird in Tabelle 67 gegeben.

Tabelle 67 Energieeffizient Bauen 2017: Eigentümerstruktur bezogen auf die Gebäude- bzw. Wohnungszahl

| 2017 | Gebäude | Wohnungen |
|--------------------------------------|---------|-----------|
| Einzelperson(en) | 86,8 % | 58,3 % |
| Wohnungseigentümergeinschaft | 9,9 % | 18,1 % |
| Wohnungsunternehmen, -genossenschaft | 2,5 % | 17,2 % |
| Sonstige | 0,7 % | 6,4 % |

Es ist zu erkennen, dass die Anteile bezogen auf die geförderten Gebäude bzw. Wohnungen deutlich unterschiedlich ausfallen. Der höchste Anteil kommt aber in beiden Fällen den Einzeleigentümern zu: Rund 87 % der geförderten Gebäude haben Einzelpersonen als Eigentümer, und immer noch 58 % der geförderten Wohnungen liegen in Gebäuden, die Einzelpersonen gehören. In dieser Gruppe der Einzeleigentümer wird in 79 % der geförderten Fälle das Gebäude ausschließlich selbstgenutzt, in 12 % der Fälle das Gebäude ausschließlich vermietet und in 9 % der Fälle teils selbstgenutzt und teils vermietet.

In $(79 + 9) \% = 88 \%$ der Fälle handelt es sich also um „selbstnutzende Einzeleigentümer“, die im geförderten Gebäude auch selbst wohnen. Die Altersstruktur dieser Eigentümergruppe ist in Abbildung 49 dargestellt.

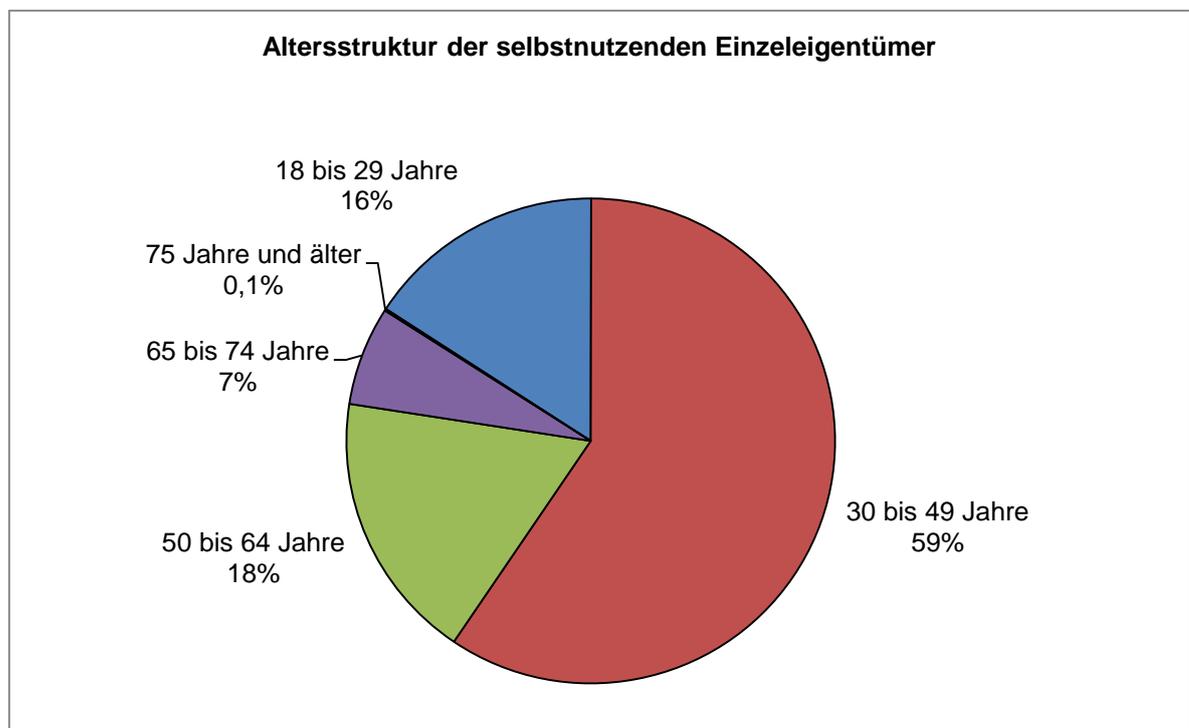


Abbildung 49 Energieeffizient Bauen 2017: Altersstruktur der geförderten selbstnutzenden Einzeleigentümer

Die Auswertung bezieht sich auf den Anteil an den Förderfällen, Mehrfachangaben zum Alter wurden mit entsprechend reduziertem Gewicht berücksichtigt (vgl. Abschnitt I.7). Die Altersgruppe von 30 bis 49 Jahren überwiegt mit einem Anteil von 59 %.

Die mittlere Haushaltsgröße der selbstnutzenden Einzeleigentümer beträgt 2,6 Personen. In 36 % dieser Fälle leben im Haushalt auch Kinder, in diesen Fällen wiederum beträgt der Durchschnittswert 1,4 Kinder pro Haushalt.

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. Im vorliegenden Bericht sind bei der Angabe von äquivalenten CO ₂ -Emissionen die Vorketten für die Gewinnung, den Transport und die Umwandlung der Energieträger (inkl. Ausland) mit berücksichtigt. |
| CO ₂ | Kohlendioxid. Bei Angaben von Emissionswerten im vorliegenden Bericht 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 (Energieeinheit). 1 GWh = 1.000 MWh (tausend Megawattstunden) = 1.000.000 kWh (eine Million Kilowattstunden) |
| PJ (Personenjahr) | 1 Personenjahr = Beschäftigung einer Person ein Jahr lang mit der durchschnittlichen wöchentlichen Arbeitszeit der jeweiligen Branche |
| PJ (Petajoule) | In Anlage 6 wird die Abkürzung PJ auch für die Energieeinheit Petajoule verwendet: 1 PJ = 10 ¹⁵ Joule = ca. 278 GWh |

IV Literaturverzeichnis

- [BBR 2015] Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung: „Stadt-Land-Gliederung (Eurostat-Gemeindetyp)“. Zugriff unter http://www.statistik.sachsen.de/regioreg/html/h1_138.xhtml am 29.07.2015.
- [BMVBW 2001] Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (Hrsg.): Leitfaden Nachhaltiges Bauen. Anlage 6: Bewertung der Nachhaltigkeit von Gebäuden und Liegenschaften. S. 6.13-6.17. Ohne Ort. 2001.
- [BMWi 2018] Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (Hrsg.): Zahlen und Fakten Energiedaten – Nationale und Internationale Entwicklung, Stand 23.01.2018, Download unter: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/energiedaten-gesamtausgabe.html>, Zugriff am 13.08.2018.
- [BNetzA 2017] Bundesnetzagentur (Hrsg.): EEG-Umlage 2018 beträgt 6,79 ct/kWh, Pressemitteilung, Bonn, 10. Oktober 2017, Download unter: https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2017/16102017_EEG-Umlage.html Zugriff am 13.08.2018
- [Bundesbank 2018] Deutsche Bundesbank (Hrsg.): Zeitreihe WU3975: Umlaufrenditen incl. Inhaberschuldverschreibungen / Börsennotierte Bundeswertpapiere / RLZ über 15 bis 30 Jahre / Monatswerte. Download unter: http://www.bundesbank.de/Navigation/DE/Statistiken/Zeitreihen_Datenbanken/Makrooekonomische_Zeitreihen/its_details_value_node.html?tsId=BBK01.WU3975, Zugriff am 13.08.2018.
- [Bundesregierung 2010] Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie; Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.): Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung vom 28. September 2010.
- [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 <https://www.kfw.de/Download-Center/Konzernthemen/Research/PDF-Dokumente-alle-Evaluationen/Effekte-CO2-Gebaeudesanierung-2005-und-2006.pdf>
- [Clausnitzer et al. 2008] Clausnitzer, K.-D.; Diefenbach, N.; Gabriel, J.; Loga, T.; Wosniok, W.: Effekte des CO₂-Gebäudesanierungsprogramms 2007. Download z. B. unter <https://www.kfw.de/Download-Center/Konzernthemen/Research/PDF-Dokumente-alle-Evaluationen/Effekte-CO2-Gebaeudesanierung-2007.pdf>

- [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 [https://www.kfw.de/Download-Center/Konzernthemen/Research/PDF-Dokumente-alle-Evaluationen/Effekte-CO2-Geb %C3 %A4udesanierung-2008.pdf](https://www.kfw.de/Download-Center/Konzernthemen/Research/PDF-Dokumente-alle-Evaluationen/Effekte-CO2-Geb%C3%A4udesanierung-2008.pdf)
- [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 <https://www.kfw.de/Download-Center/Konzernthemen/Research/PDF-Dokumente-alle-Evaluationen/Effekte-2009-CO2-Gebaeudesanierung-und-ESS.pdf>
- [Cischinsky et al. 2018] Cischinsky, H.; Diefenbach, N.: Datenerhebung Wohngebäudebestand 2016 – Datenerhebung zu den energetischen Merkmalen und Modernisierungsraten im deutschen und hessischen Wohngebäudebestand. Institut Wohnen und Umwelt, 2018
- [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.
- [Diefenbach et al. 2011] Diefenbach, N.; Loga, T.; Gabriel, J.; Fette, M.: Monitoring der KfW-Programme „Energieeffizient Sanieren“ 2010 und „Ökologisch / Energieeffizient Bauen“ 2006 – 2010. Institut Wohnen und Umwelt / Bremer Energie Institut, 23. November 2011. Download z. B. unter <https://www.kfw.de/Download-Center/Konzernthemen/Research/PDF-Dokumente-alle-Evaluationen/Monitoring-Energieeffizient-Sanieren-2010-Bauen-2006-bis-2010.pdf>
- [Diefenbach et al. 2012] Diefenbach, N.; Stein, B.; Loga, T.; Rodenfels, M.; Gabriel, J.; Fette, M.: Monitoring der KfW-Programme „Energieeffizient Sanieren“ und „Energieeffizient Bauen“ 2011. Institut Wohnen und Umwelt / Bremer Energie Institut, korrigierte Fassung vom 10. Oktober 2013 (Ursprungsfassung vom 30. August 2012). Download z. B. unter <https://www.kfw.de/Download-Center/Konzernthemen/Research/PDF-Dokumente-alle-Evaluationen/Monitoring-EBS-2011.pdf>

- [Diefenbach et al. 2013] Diefenbach, N.; Stein, B.; Loga, T.; Rodenfels, M.; Gabriel, J.; Fette, M.: Monitoring der KfW-Programme „Energieeffizient Sanieren“ und „Energieeffizient Bauen“ 2012. Institut Wohnen und Umwelt / Fraunhofer IFAM Bremen, korrigierte Fassung vom 07. Oktober 2014 (Ursprungsfassung vom 14. November 2013). Download z. B. unter <https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/Konzernthemen/Research/PDF-Dokumente-alle-Evaluationen/Monitoring-EBS-2012.pdf>
- [Diefenbach et al. 2014] Diefenbach, N.; Stein, B.; Loga, T.; Rodenfels, M.; Gabriel, J.; Fette, M.: Monitoring der KfW-Programme „Energieeffizient Sanieren“ und „Energieeffizient Bauen“ 2013. Institut Wohnen und Umwelt / Fraunhofer IFAM Bremen, 5. Dezember 2014. Download z. B. unter https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/Konzernthemen/Research/PDF-Dokumente-alle-Evaluationen/Monitoringbericht_2013_05-12-2014.pdf
- [Diefenbach et al. 2015] Diefenbach, N.; Stein, B.; Loga, T.; Rodenfels, M.; Gabriel, J.; Fette, M.: Monitoring der KfW-Programme „Energieeffizient Sanieren“ und „Energieeffizient Bauen“ 2014. Institut Wohnen und Umwelt / Fraunhofer IFAM Bremen, 24. November 2015. Download z. B. unter https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/Konzernthemen/Research/PDF-Dokumente-alle-Evaluationen/Monitoringbericht_EBS_2014.pdf
- [Diefenbach et al. 2016] Diefenbach, N.; Stein, B.; Loga, T.; Rodenfels, M.; Gabriel, J.; Jahn, K.: Monitoring der KfW-Programme „Energieeffizient Sanieren“ und „Energieeffizient Bauen“ 2015. Institut Wohnen und Umwelt / Fraunhofer IFAM Bremen, 11. November 2016. Download z. B. unter https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/Konzernthemen/Research/PDF-Dokumente-alle-Evaluationen/Monitoringbericht_EBS_2015.pdf
- [Diefenbach et al. 2017] Diefenbach, N.; Stein, B.; Loga, T.; Rodenfels, M.; Gabriel, J.; Jahn, K.: Monitoring der KfW-Programme „Energieeffizient Sanieren“ und „Energieeffizient Bauen“ 2016. Institut Wohnen und Umwelt / Fraunhofer IFAM Bremen, 16. Februar 2018. Download z. B. unter https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/Konzernthemen/Research/PDF-Dokumente-alle-Evaluationen/Monitoringbericht_EBS_2016.pdf
- [DESTATIS 2018a] Statistisches Bundesamt (Hrsg.): „Grad der Verstädterung nach Fläche, Bevölkerung und Bevölkerungsdichte am 31.12.2016, Februar 2018, Wiesbaden, 2018: Download unter: <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/LaenderRegionen/Regionales/Gemeindeverzeichnis/NichtAdministrativ/Aktuell/33STL.html>, Zugriff am 10.08.2018

- [DESTATIS 2018b] Statistisches Bundesamt (Hrsg.): Bautätigkeit und Wohnungen. Bautätigkeit 2017. Fachserie 5, Reihe 1. Wiesbaden. 2018. Download unter: https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Bauen/BautaetigkeitWohnungsbau/Bautaetigkeit2050100177004.pdf?__blob=publicationFile, Zugriff am 02.08.2018
- [EWI/gws/Prognos 2014] EWI / gws / Prognos (Hrsg.): Entwicklung der Energiemärkte – Energierferenzprognose. Basel, Köln, Osnabrück. 2014.
- [IFB 2004] Institut für Bauforschung e.V. Lebensdauer der Baustoffe und Bauteile zur Harmonisierung der wirtschaftlichen Nutzungsdauer im Wohnungsbau. Hannover. 2004.
- [IfM 2018] Institut für Mittelstandsforschung Bonn: Branchenstruktur der Unternehmen bezogen auf die sozialversicherungspflichtig (SV-)Beschäftigten 2016 in Deutschland, Klassifikation der Wirtschaftszweigsystematik, Ausgabe 2008 (WZ 2008), Ergebnisse aus dem Unternehmensregister des Statistischen Bundesamtes, 2018.
- [IWU 2003] Institut Wohnen und Umwelt (Hrsg.): Deutsche Gebäudetypologie – Systematik und Datensätze. Stand: Dezember 2003. Darmstadt. 2003.
- [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.
- [Pelletinstitut 2018] Deutsches Pelletinstitut GmbH (Hrsg.) Jahresdurchschnittspreise von Holzpellets. Download unter: http://www.depi.de/media/filebase/files/infothek/images/DEPI_Jahresdurchschnittspreise_Pellet.jpg, Zugriff am 13.08.2018.
- [statista 2018] Statista GmbH: Inflationsrate in Deutschland von 1992 bis 2017 (Veränderung des Verbraucherpreisindex gegenüber Vorjahr), Download unter: <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/1046/umfrage/inflationsrate-veraenderung-des-verbraucherpreisindex-zum-vorjahr/>, Zugriff am 13.08.2018.
- [VDI 2067] Verein Deutscher Ingenieure. VDI-Richtlinie 2067. Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen. Düsseldorf.

Fragebogen „Energieeffizient Sanieren“ 2017

Aktueller Zustand des Gebäudes (Fortsetzung)

Beheizte Wohnfläche ,0 m²
gerundet

Raumhöhe

niedrig (< 2,3 m)
 normal (2,3-2,7 m)
 hoch (> 2,7-3,2 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 genau bekannt ist, welche Maßnahmen durchgeführt werden. Die Angaben im Fragebogen sollten den fertigen Zustand nach Abschluss der Modernisierungsmaßnahmen beschreiben.

Durchgeführte Maßnahmen

Welche der folgenden Maßnahmen wurden während der von der KfW geförderten Modernisierung (Förderzusage 2017) durchgeführt?

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

(Frühere Maßnahmen nicht angeben. Auch dann nicht, wenn früher schon einmal eine Förderung in Anspruch genommen wurde.)

Neu aufgebrachte Dämmung

| Auf folgenden Bauteilen wurde Dämmung neu aufgebracht: | Wurde dabei vorher alte Dämmung entfernt? | |
|---|---|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> Dach | <input type="radio"/> ja | <input type="radio"/> nein |
| <input type="checkbox"/> oberste Geschossdecke <i>Decke zu nicht beheizten Dachräumen</i> | <input type="radio"/> ja | <input type="radio"/> nein |
| <input type="checkbox"/> Außenwände | <input type="radio"/> ja | <input type="radio"/> nein |
| <input type="checkbox"/> Fußboden <i>zum Keller oder Erdreich</i> | <input type="radio"/> ja | <input type="radio"/> nein |

Dämmstoffdicke der neu aufgebrachten Dämmung

| Bauteil: | 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 <i>Decke zu 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"/> | <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 <i>zum Keller oder Erdreich</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"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Neu aufgebrachte Dämmung (Fortsetzung)

Wurde die Fläche des jeweiligen Bauteiltyps **vollständig oder teilweise** gedämmt?*

Falls bekannt: Die **Wärmeleitfähigkeit** (WLG/WLS) des Dämmstoffs in W/(mK) liegt im folgenden Bereich:

| | (fast) vollständig ca. 100 % | | | | teilweise, und zwar ca. | | | Wärmeleitfähigkeit (WLG/WLS) in W/(mK) | | | | |
|--|---------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | | | | | 75 | 50 | 25 % | ≤ 0,030 | 0,031-0,035 | 0,036-0,040 | 0,041-0,045 | ≥ 0,046 |
| 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 <i>Decke zu 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"/> | <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 <i>zum Keller oder Erdreich</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"/> | <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.

Beispiel: Wenn die Wärmeleitfähigkeit überwiegend 0,032 W/(mK) beträgt (in Produktbezeichnungen häufig als 032 angegeben), die Markierung "0,031-0,035" ankreuzen.

Falls eine **Wärmedämmung der Außenwände** durchgeführt wurde:
Wo wurde der Dämmstoff (überwiegend) aufgebracht?

- auf der Außenseite der Wand ("Außendämmung")
- im Zwischenraum eines zweischaligen Mauerwerks ("Kerndämmung")
- auf der Innenseite der Wand ("Innendämmung")

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 (Passivhausfenster)

Einbau einer mechanischen Lüftungsanlage

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

Optimierung der bestehenden Heizungsanlage (z. B. Einregulierung, Ersatz von Pumpen)

Einbau Solarstromanlage (Photovoltaik)

Vergrößerung des Wohnraums

- Ausbau des vorhandenen Dachgeschosses, und zwar vollständig teilweise
- Einbau neuer Dachgauben
- Ausbau des Kellers, und zwar vollständig teilweise
- Anbau an das Gebäude
- Aufstockung des Gebäudes

Vorwiegende Art der Warmwasserbereitung (Bitte nur ein System wählen)

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

Teil 2: Angaben zur Förderung im KfW-Förderprogramm "Energieeffizient Sanieren"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?*Wenn sowohl ein Investitionszuschuss für Brennstoffzellensysteme als auch Fördermittel für ein KfW-Effizienzhaus oder Einzelmaßnahmen beantragt wurden: Bitte beide Programme angeben.*

- Investitionszuschuss für Brennstoffzellensysteme; Programm 433
- Investitionszuschuss (nur Zuschuss, kein Darlehen); Programm 430
- Darlehen mit Tilgungszuschuss für KfW-Effizienzhaus; Programm 151
- Darlehen für Einzelmaßnahmen bzw. Einzelmaßnahmenkombinationen (einschließlich Inanspruchnahme Heizungs- und / oder Lüftungspaket); Programm 152

Welche Maßnahmen bzw. Maßnahmenpakete wurden durch das Programm "Energieeffizient Sanieren" gefördert?

- KfW-Effizienzhaus 55
- KfW-Effizienzhaus 70
- KfW-Effizienzhaus 85
- KfW-Effizienzhaus 100
- KfW-Effizienzhaus 115
- KfW-Effizienzhaus Denkmal
- kein KfW-Effizienzhaus, sondern (Mehrfachnennung möglich):
- Heizungspaket im Rahmen des "Anreizprogramms Energieeffizienz"
- Lüftungspaket im Rahmen des "Anreizprogramms Energieeffizienz"
- andere Einzelmaßnahmen bzw. Einzelmaßnahmenkombinationen

Energieeffizient Sanieren - Baubegleitung:

Wurde zusätzlich die Förderung für eine Baubegleitung durch einen externen Sachverständigen im Rahmen des Programms "Energieeffizient Sanieren - Baubegleitung" (Programm 431) in Anspruch genommen?

- Nein Ja

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

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

Anzahl Vollgeschosse ohne Keller- und Dachgeschoss

1 2 3 4 mehr als 4, nämlich

Anzahl Wohnungen

1 2 3 4 mehr als 4, nämlich

Beheizte Wohnfläche gerundet ,0 m²

Dachgeschoss und Keller vor der Modernisierung

| | | | |
|--|--|--|--|
| Dach <input type="radio"/> Flachdach oder flach geneigtes Dach <input type="radio"/> Dachgeschoss unbeheizt <input type="radio"/> Dachgeschoss teilweise beheizt <input type="radio"/> Dachgeschoss voll beheizt <input type="checkbox"/> Dachgauben oder andere Dachaufbauten vorhanden | | Keller <input type="radio"/> nicht unterkellert <input type="radio"/> unbeheizter Keller <input type="radio"/> teilweise beheizter Keller <input type="radio"/> 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 ca. 100 % | teilweise, 75 % | und zwar ca. 50 % | 25 % |
| <input type="checkbox"/> Dach | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| <input type="checkbox"/> oberste Geschossdecke <i>Decke zu nicht beheizten Dachräumen</i> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| <input type="checkbox"/> Außenwände | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| <input type="checkbox"/> Fußboden zum Keller oder Erdreich | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Fenster vor Durchführung der geförderten Modernisierungsmaßnahmen

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

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"/> |

Im Fall der Realisierung eines KfW-Effizienzhauses:

Welche Nachweisgrößen nach Energieeinsparverordnung (EnEV) lagen dem Antrag zu Grunde?

Die Angaben finden Sie in der <Bestätigung zum Antrag "Energieeffizient Sanieren – ...">.
Dort bitte unter der Überschrift "4. Berechnung für das KfW-Effizienzhaus" nachschauen.

Jahres-Primärenergiebedarf

- für das **Referenzgebäude (100 %-Wert)** , kWh/(m²a)
- für das **Sanierungsobjekt** , kWh/(m²a)

Transmissionswärmeverlust

- für das **Referenzgebäude (100 %-Wert)** , W/(m²K)
- für das **Sanierungsobjekt** , W/(m²K)

Falls das **Eigentum am Gebäude in Ihrer Hand** (ggf. gemeinsam mit weiteren **Einzelpersonen**) liegt, bitten wir noch um folgende Angaben:

Für Wohnungseigentümergeinschaften sind die Angaben nicht erforderlich.

In welchem Jahr wurde das Gebäude von Ihnen bzw. Ihren jetzigen Miteigentümern erworben?

(ggf. auch durch Erbschaft, Schenkung)

Nennen Sie im Fall mehrerer Eigentümer das Jahr des letzten Eigentümerübergangs

Zu welcher Altersgruppe zählen Sie bzw. Ihre Miteigentümer?

Im Fall mehrerer Eigentümer sind Mehrfachantworten möglich

- 18-29 30-49 50-64 65-74 75 und älter

Falls das Gebäude oder ein Teil des Gebäudes von Ihnen (und ggf. von weiteren Miteigentümern) **selbst genutzt** wird:

In welchem Jahr sind Sie bzw. Ihre Miteigentümer in das Gebäude eingezogen?

Nennen Sie im Fall mehrerer selbstnutzender Eigentümer das Jahr des letzten Einzugs. Falls Sie und mögliche Miteigentümer bisher noch gar nicht eingezogen sind: Nennen Sie bitte das Jahr des geplanten Einzugs.

Wie viele Personen leben in Ihrem Haushalt (Sie eingeschlossen)?

- 1 2 3 4 mehr als 4, nämlich

Leben in Ihrem Haushalt Kinder unter 18 Jahren?

- Nein
- Ja, und zwar 1 2 3 4 mehr als 4, nämlich

Gibt es im Gebäude einen oder mehrere **brennstoffbetriebene Öfen oder Kamine**, die ergänzend zur Heizung eingesetzt werden? Falls die Beheizung vorwiegend über die Öfen erfolgt: „nein“ ankreuzen.

- Nein
 Ja → **Brennstoff überwiegend** Holz Heizöl Kohle Gas

Gab es **vor der von der KfW geförderten Modernisierung** einen oder mehrere brennstoffbetriebene Öfen oder Kamine, die ergänzend zur Heizung eingesetzt wurden?

Bitte auch dann noch einmal beantworten, wenn die Öfen immer noch eingesetzt werden. Falls die Beheizung vorwiegend über die Öfen erfolgt: „nein“ ankreuzen.

- Nein
 Ja → **Brennstoff überwiegend** Holz Heizöl Kohle Gas

Sofern die Sanierungsmaßnahmen bereits abgeschlossen sind:

Welche der folgenden Aspekte schätzen Sie im Nachhinein einfacher oder schwieriger bzw. niedriger oder höher ein als zuvor erwartet?

| | Einschätzung | | | | |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | deutlich einfacher | etwas einfacher | wie erwartet | etwas schwieriger | deutlich schwieriger |
| Beauftragung und Koordination der Handwerker / Bauunternehmen | <input type="radio"/> |
| Technische Umsetzung der Maßnahmen | <input type="radio"/> |
| Zusammenarbeit mit einem Energieberater hat stattgefunden: <input type="radio"/> Nein <input type="radio"/> Ja falls ja → | <input type="radio"/> |
| Zusammenarbeit mit einem Architekten und / oder anderen Fachplanern hat stattgefunden: <input type="radio"/> Nein <input type="radio"/> Ja falls ja → | <input type="radio"/> |
| Gewöhnung an neue Technik einschließlich zusätzlicher Hilfsmittel (z. B. App zur Steuerung der Heizung) war notwendig: <input type="radio"/> Nein <input type="radio"/> Ja falls ja → | <input type="radio"/> |
| Akzeptanz von Einschränkungen durch die Arbeiten (Lärm, Schmutz, ...) war notwendig: <input type="radio"/> Nein <input type="radio"/> Ja falls ja → | <input type="radio"/> |

| | Einschätzung | | | | |
|---|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | deutlich niedriger | etwas niedriger | wie erwartet | etwas höher | deutlich höher |
| Höhe der Maßnahmenkosten | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Höhe der Fördermittel | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Es wurde eine Kreditfinanzierung in Anspruch genommen: <input type="radio"/> Nein <input type="radio"/> Ja falls ja → | Einschätzung der Höhe der notwendigen Finanzierung über Kredit | | | | |
| | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Haben Sie im Zusammenhang mit den geförderten Maßnahmen von einem Fachmann (z. B. einem Energieberater) einen **Sanierungsfahrplan** erstellen lassen?

Ein Sanierungsfahrplan bietet einen langfristigen Überblick über mögliche Sanierungsschritte und Einsparmaßnahmen, die für ein Gebäude anstehen.

- Nein Ja

Falls **ja**, warum? *(Mehrere Antworten möglich)*

- Ich war an einem langfristigen Konzept für mein Gebäude, über die aktuellen Maßnahmen hinaus, interessiert.
- Ich habe mich dafür interessiert, welches Niveau der Energieeffizienz jeweils durch die aufeinander aufbauenden Maßnahmen bzw. Maßnahmenpakete erreicht wird.
- Ein Sanierungsfahrplan ordnet eine Einzelmaßnahme sinnvoll in ein großes Ganzes ein.
- andere als die hier aufgeführten Gründe.

Falls **nein**, warum? *(Mehrere Antworten möglich)*

- das Konzept eines Sanierungsfahrplans war mir nicht bekannt.
- Ich habe einen Sanierungsfahrplan nicht für sinnvoll gehalten.
- Ich wollte lediglich eine Einzelmaßnahme umsetzen.
- Ich wollte eine Sanierung zum Effizienzhaus in einem Zug umsetzen.
- andere als die hier aufgeführten Gründe.

Haben Sie noch **Anmerkungen** zur Befragung oder zur KfW-Förderung?

Ja, und zwar folgende _____

Vielen Dank für Ihre Mühe !



Fragebogen „Energieeffizient Bauen“ 2017

Wie groß ist die beheizte Wohnfläche im Gebäude?

grobe Abschätzung ist ausreichend

,0 m²

Direkt angrenzendes Nachbargebäude

keines (freistehend)



auf einer Seite



auf zwei Seiten



Wann erfolgte die Einreichung des Bauantrags bzw. der Bauanzeige für das Gebäude?

vor dem 01.01.2016

nach dem 01.01.2016

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?

Wenn sowohl ein Investitionszuschuss für Brennstoffzellensysteme als auch ein Darlehen für ein KfW-Effizienzhaus beantragt wurde: Bitte beide Programme angeben.

KfW-Effizienzhaus 55; Programm 153

KfW-Effizienzhaus 40; Programm 153

KfW-Effizienzhaus 40 Plus; Programm 153

Investitionszuschuss für Brennstoffzellensysteme; Programm 433

Wie hoch waren die Kosten für die Errichtung des Gebäudes bzw. der Eigentumswohnung

ungefähr? Bitte im Fall der Eigentumswohnung nur die Kosten bzw. den Kostenanteil für die Wohnung angeben.

Die **Gesamtkosten (mit Grundstück)** betragen ca.: ,00 EUR

Die **Baukosten (ohne Grundstück)** 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 und Gebäudetechnik

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 / Nahwärme
- Erdgas
- Heizöl
- Elektrischer Strom
auch bei elektrischer Wärmepumpe oder Passivhaus-Kompaktgerät
- Holzpellets
- Scheitholz / Stückholz
- Sonstige Biomasse
- Flüssiggas
- Kohle

Durch welches System wird die Heizwärme überwiegend erzeugt? (Haupt-Wärmeerzeuger der Heizung)

ohne Solaranlagen

ohne Wärmetauscher (aber mit Wärmepumpen) zur Wärmerückgewinnung in Lüftungsanlagen

Bei Fernwärme / Nahwärme ist keine Angabe notwendig.

- Heizkessel oder Therme**
Handelt es sich um einen Brennwertkessel / eine Brennwerttherme? nein ja
- Mit Brennstoff betriebener Ofen**
- Elektrisch betriebene Wärmepumpe**
Wärmequelle Außenluft Erdreich / Grundwasser Abluft / Fortluft Sonstige
Die Wärmepumpe arbeitet ...
 allein kombiniert mit Heizstab kombiniert mit Heizkessel
Handelt es sich um ein "Passivhaus-Kompaktgerät mit Fortluft-Wärmepumpe"?
 nein ja
- Mit einem Verbrennungsmotor (z. B. Gas, Öl) betriebene Wärmepumpe**
- Blockheizkraftwerk (BHKW)**
Anlage zur gleichzeitigen Erzeugung von Wärme und Strom
BHKW-Typ Motorbetriebenes BHKW Brennstoffzellensystem
Zusätzliche Angaben zum Brennstoffzellensystem, falls bekannt:
Technologie Membran (z. B. PEM) Keramik (SOFC) andere
Elektrische Leistung < 1 kW 1-3 kW > 3 kW
- Elektrische Direktheizung**
z. B. Nachtspeicherheizung, elektrische Fußbodenheizung
- Sonstiger Erzeuger, und zwar:**

Wo befindet sich der oben genannte Haupt-Wärmeerzeuger der Heizung?

Bei Fernwärme / Nahwärme ist keine Angabe notwendig

- im beheizten Bereich des Gebäudes
innerhalb der wärmedämmenden Hülle
- außerhalb des beheizten Bereichs
z. B. im unbeheizten Keller, Dachboden oder außerhalb des Gebäudes

Wie gelangt die Heizwärme überwiegend in die Räume?

- über Heizkörper
- über Fußbodenheizung, Deckenheizung oder Wandheizung
- über Luftauslässe (Luftheizung)
- über Öfen, Kamine, Raumheizgeräte
auch elektrische Raumheizgeräte, z. B. Nachtspeicheröfen

Gibt es im Gebäude einen oder mehrere Öfen oder Kamine, die ergänzend zu dem bereits genannten Heizsystem eingesetzt werden?

- nein
- ja → **Brennstoff überwiegend**
 - Scheitholz / Stückholz
 - Holzpellets
 - Sonstige Biomasse
 - Gas
 - Öl
 - Kohle

Teil 5: 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 (siehe Seite 1 Gebäude-Energieausweis)

Gebäudenutzfläche A_N ,0 m²

Primärenergiebedarf gemäß EnEV (siehe Seite 2 Gebäude-Energieausweis)

Ist-Wert

,0 kWh/(m²a)

Anforderungswert

,0 kWh/(m²a)

Energetische Qualität der Gebäudehülle H'_T (siehe Seite 2 Gebäude-Energieausweis)

Ist-Wert H'_T

, W/(m²K)

Anforderungswert H'_T

, 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)

Falls bekannt: Verhältnis Hüllflächen zum beheizten Volumen (A/Ve-Wert) des Gebäudes

Diese Angabe findet sich evtl. in begleitenden Unterlagen zum Energieausweis oder zur Gebäudedokumentation.

Verhältnis A/Ve

, m⁻¹

Welche Fassung der Energieeinsparverordnung (EnEV) liegt dem Energieausweis zugrunde?

Oben auf dem Deckblatt des Energieausweises können zwei verschiedene Angaben stehen, nämlich ein Verweis auf die Energieeinsparverordnung mit oder ohne Datum. Bitte kreuzen Sie die Version an, die Sie auf Ihrem Energieausweis-Dokument finden.

- ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude gemäß den §§ 16 ff. der Energieeinsparverordnung (EnEV) **ohne Datumsangabe in der Kopfzeile**
- ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude gemäß den §§ 16 ff. der Energieeinsparverordnung (EnEV) vom [Tag Monat Jahr]

Bitte geben Sie in diesem Fall das Datum an:

. .

Tag

Monat

Jahr

Teil 6: 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"/> |

Angaben aus der <Bestätigung zum Antrag "Energieeffizient Bauen">: Transmissionswärmeverlust

Diese beiden Angaben aus der <Bestätigung zum Antrag ...> brauchen wir zusätzlich zu den Angaben im Energieausweis.

Falls Ihre <Bestätigung ...> das Kapitel "6. Zusammenfassung" aufweist, finden Sie diese dort unter dem Stichwort "Berechnung Sachverständiger".

Andernfalls finden Sie die beiden Angaben auch unter der Überschrift "3. Berechnung für das KfW-Effizienzhaus" und dem Stichwort "Errichtung oder Ersterwerb eines KfW-Effizienzhauses".

H'T Referenzgebäude (100 % - Wert) , W/(m²K)

H'T Bau- oder Sanierungsgebäude , W/(m²K)
bzw. H'T nach EnEV für den Neubau

Falls das Eigentum am Gebäude in Ihrer Hand (ggf. gemeinsam mit weiteren Einzelpersonen) liegt, bitten wir noch um folgende Angaben:

Für Wohnungseigentümergeinschaften sind die Angaben nicht erforderlich.

Zu welcher Altersgruppe zählen Sie bzw. Ihre Miteigentümer?

Im Fall mehrerer Eigentümer sind Mehrfachantworten möglich

- 18-29 30-49 50-64 65-74 75 und älter

Falls das Gebäude oder ein Teil des Gebäudes von Ihnen **selbst genutzt** wird:

Wie viele Personen leben in Ihrem Haushalt (Sie eingeschlossen)?

- 1 2 3 4 mehr als 4, nämlich

Leben in Ihrem Haushalt Kinder unter 18 Jahren?

- Nein
 Ja, und zwar 1 2 3 4 mehr als 4, nämlich

Haben Sie noch **Anmerkungen** zur Befragung oder zur KfW-Förderung?

Ja, und zwar folgende _____

Vielen Dank für Ihre Mühe !



Fragebogen „Energieeffizient Sanieren – Ergänzungskredit“ 2017

Neu aufgebrauchte Dämmung (Fortsetzung)

Dämmstoffdicke der neu aufgebrauchten Dämmung

| Bauteil: | 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 <i>Decke zu 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"/> | <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 <i>zum Keller oder Erdreich</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"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Wurde die Fläche des jeweiligen Bauteiltyps **vollständig** oder **teilweise** gedämmt?*

| | (fast) vollständig | | | | teilweise, und zwar ca. | | | | Falls bekannt: Die Wärmeleitfähigkeit (WLG/WLS) des Dämmstoffs in W/(mK) liegt im folgenden Bereich: | | | | |
|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | ca. 100 % | 75 | 50 | 25 % | ≤ 0,030 | 0,031-0,035 | 0,036-0,040 | 0,041-0,045 | ≥ 0,046 | | | | |
| 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>Decke zu 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 <i>zum Keller oder Erdreich</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"/> |

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

Beispiel: Wenn die Wärmeleitfähigkeit überwiegend 0,032 W/(mK) beträgt (in Produktbezeichnungen häufig als 032 angegeben), die Markierung "0,031-0,035" ankreuzen.

Falls eine **Wärmedämmung der Außenwände** durchgeführt wurde: **Wo wurde der Dämmstoff (überwiegend) aufgebracht?**

- auf der Außenseite der Wand ("Außendämmung")
- im Zwischenraum eines zweischaligen Mauerwerks ("Kerndämmung")
- auf der Innenseite der Wand ("Innendämmung")

Erneuerung der Fenster

| | |
|--|--|
| <p>Anteil der erneuerten Fenster ca.</p> <p><input type="radio"/> 25 %</p> <p><input type="radio"/> 50 %</p> <p><input type="radio"/> 75 %</p> <p><input type="radio"/> 100 %</p> | <p>Verglasung</p> <p><input type="checkbox"/> 2-Scheiben</p> <p><input type="checkbox"/> 3-Scheiben</p> <p><input type="checkbox"/> 3-Scheiben mit hochdämmendem Rahmen (Passivhausfenster)</p> |
|--|--|

Einbau einer mechanischen Lüftungsanlage

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

Einbau Solarstromanlage (Photovoltaik)

Vergrößerung des Wohnraums

- Ausbau des vorhandenen Dachgeschosses, und zwar vollständig teilweise
- Einbau neuer Dachgauben teilweise
- Ausbau des Kellers, und zwar vollständig teilweise
- Anbau an das Gebäude
- Aufstockung des Gebäudes

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

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 ca. 100 % | teilweise, und zwar ca. 75 % | 50 % | 25 % |
| <input type="checkbox"/> Dach | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| <input type="checkbox"/> oberste Geschossdecke <i>Decke zu nicht beheizten Dachräumen</i> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| <input type="checkbox"/> Außenwände | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| <input type="checkbox"/> Fußboden zum Keller oder Erdreich | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Fenster vor Durchführung der geförderten Modernisierungsmaßnahmen

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

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"/> |

Falls das **Eigentum am Gebäude in Ihrer Hand** (ggf. gemeinsam mit weiteren **Einzelpersonen**) liegt, bitten wir noch um folgende Angaben:

Für Wohnungseigentümergeinschaften sind die Angaben nicht erforderlich.

In welchem Jahr wurde das Gebäude von Ihnen bzw. Ihren jetzigen Miteigentümern erworben?

(ggf. auch durch Erbschaft, Schenkung)

Nennen Sie im Fall mehrerer Eigentümer das Jahr des letzten Eigentümerübergangs

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

Zu welcher Altersgruppe zählen Sie bzw. Ihre Miteigentümer?

Im Fall mehrerer Eigentümer sind Mehrfachantworten möglich

- 18-29 30-49 50-64 65-74 75 und älter

Falls das Gebäude oder ein Teil des Gebäudes von Ihnen (und ggf. von weiteren Miteigentümern) **selbst genutzt** wird:

In welchem Jahr sind Sie bzw. Ihre Miteigentümer in das Gebäude eingezogen?

Nennen Sie im Fall mehrerer selbstnutzender Eigentümer das Jahr des letzten Einzugs. Falls Sie und mögliche Miteigentümer bisher noch gar nicht eingezogen sind: Nennen Sie bitte das Jahr des geplanten Einzugs.

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

Wie viele Personen leben in Ihrem Haushalt (Sie eingeschlossen)?

- 1 2 3 4 mehr als 4, nämlich

Leben in Ihrem Haushalt Kinder unter 18 Jahren?

- Nein
 Ja, und zwar 1 2 3 4 mehr als 4, nämlich

Gibt es im Gebäude einen oder mehrere **brennstoffbetriebene Öfen oder Kamine**, die ergänzend zur Heizung eingesetzt werden? Falls die Beheizung vorwiegend über die Öfen erfolgt: „nein“ ankreuzen.

- nein
 ja → **Brennstoff
überwiegend** Holz Heizöl Kohle Gas

Gab es **vor der von der KfW geförderten Modernisierung** einen oder mehrere brennstoffbetriebene Öfen oder Kamine, die ergänzend zur Heizung eingesetzt wurden?

Bitte auch dann noch einmal beantworten, wenn die Öfen immer noch eingesetzt werden.

Falls die Beheizung vorwiegend über die Öfen erfolgte: „nein“ ankreuzen.

- nein
 ja → **Brennstoff
überwiegend** Holz Heizöl Kohle Gas

Haben Sie noch **Anmerkungen** zur Befragung oder zur KfW-Förderung?

Ja, und zwar folgende _____

Vielen Dank für Ihre Mühe !



Grundlagen zur Ermittlung von Energiebedarf und Treibhausgasemissionen

1. Ansätze für Treibhausgas-Emissions- und Primärenergiefaktoren

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

Tabelle 1 Energieeffizient Sanieren / Energieeffizient Bauen 2017: Verwendete Treibhausgas-Emissions- und Primärenergiefaktoren (bei Brennstoffen bezogen auf den unteren Heizwert)

| | Weltweite Emissionen | Dem Sektor Haushalte bei der Wärmeversorgung von Gebäuden in Deutschland zugerechnete Emissionen | Dem Sektor Energieerzeugung/-umwandlung zugerechnete Emissionen | Primärenergiefaktoren |
|------------------------------|--|--|--|---|
| | CO ₂ -Äquivalente mit in- und ausländischen Vorketten | reines CO ₂ ohne Vorketten und ohne andere Treibhausgase | reines CO ₂ ohne ausländische Vorketten und ohne andere Treibhausgase | Faktoren zur Ermittlung des nicht-erneuerbaren Primärenergiebedarfs nach EnEV |
| | kg CO _{2e} /kWh _{End} | kg CO ₂ /kWh _{End} | kg CO ₂ /kWh _{End} | kWh _{Prim} /kWh _{End} |
| Erdgas | 0,241 | 0,202 | 0 | 1,1 |
| leichtes Heizöl | 0,313 | 0,266 | 0 | 1,1 |
| Flüssiggas | 0,261 | 0,234 | 0 | 1,1 |
| Kohle | 0,449 | 0,359 | 0 | 1,2 |
| Holzpellets | 0,018 | 0 | 0 | 0,2 |
| Stückholz (Brennholz) | 0,011 | 0 | 0 | 0,2 |
| Strom | 0,617 | 0 | 0,569 | 1,8 |
| Fernwärme | 0,295 | 0 | 0,260 | 0,7 |

Bei der Beheizung mit Kohle wird die Verwendung von Braunkohle angenommen. Für sonstige Biomasse (außer Pellets und Stückholz) wurden die Werte von Holzpellets angesetzt. Die Werte für die reinen CO₂-Emissionen der im Haushaltssektor verwendeten Brennstoffe basieren auf Angaben von BMU bzw. UBA (vgl. [Diefenbach et al. 2011]), sie sind im Wesentlichen von den chemischen Eigenschaften der Brennstoffe abhängig. Die Werte für die CO₂-Äquivalente und die CO₂-Emissionen im Energieerzeugungs/-umwandlungssektor wurden vom IWU mit dem Programm GEMIS (Version 4.93, Stand Juli 2014) [Großklos 2014] ermittelt.

Die Primärenergiefaktoren entsprechen den Werten, die gemäß der im Jahr 2013 novellierten sowie seit dem 01. Mai 2014 in Kraft getretenen Energieeinsparverordnung (EnEV 2014) für das Jahr 2017 zu verwenden waren. Für Brennstoffe und Fernwärme beziehen sich die entsprechenden Angaben auf den nicht erneuerbaren Anteil nach DIN V 18599-1:2011-12.

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 tatsächlichen 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 Reihenhaushaus 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 drei voneinander unabhängigen typologischen Verfahren:

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.

Teil I: Flächenschätzverfahren

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

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

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

Teil II: Bauteilkatalog / Pauschalwerte für die Wärmedurchgangskoeffizienten

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

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

Der dritte Teil des Kurzverfahrens Energieprofil enthält einen Komponentenatalog 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 klassifiziert².

Im Fall von Blockheizkraftwerken wird ein überschlägiger Deckungsgrad

² Aufgrund der neu eingeführten Brennstoffzellenförderung wurden im aktuellen Förderjahr differenzierte Ansätze für Blockheizkraftwerke berücksichtigt: Brennstoffzellensystemen wird ein Deckungsgrad der Brennstoffzelle von 20 % bei der Heizwärme- und 50 % bei der Warmwassererzeugung angesetzt. Dem ergänzenden Spitzenlastkessel kommen demnach Anteile von 80 % bzw. 50 % zu. Dagegen werden bei „herkömmlichen“ (Motor-)BHKW Deckungsgrade von 60 % bei der Heizwärme und 100 % bei der Warmwasserbereitung angenommen. Bei Einsatz von Solarthermieanlagen reduzieren sich die jeweiligen Deckungsgrade proportional. Die Zahlenwerte für die Brennstoffzellen wurden vom IWU mit Hilfe einer überschlägigen Abschätzung für ein teilsaniertes Gebäude ermittelt. Die gegenüber herkömmlichen BHKW deutlich reduzierten Ansätze für die Deckungsgrade erklären sich aus der geringen Leistung der Brennstoffzellen: Die eingesetzten Geräte liegen laut aktueller Stichprobenerhebung überwiegend in einer Leistungsklasse von unter einem Kilowatt (elektrisch).

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 1999] / [EPHW 1997] 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 Heizperiodenlänge ermittelten Tabellenwerte für die Wärmeverluste werden mit der vorliegenden Heizperiodenlänge kalibriert. Dies berücksichtigt den Effekt, dass in besser gedämmten Gebäuden die heiztechnischen Komponenten kürzer betrieben werden und diese damit geringere Wärmeverluste sowie einen geringeren Hilfsstrombedarf aufweisen.
- Klimadaten: Die in der EnEV 2014 vollzogene Umstellung auf die Referenzklimadaten der Region Potsdam nach DIN V 18599-10:2011-12 wird im Berechnungsmodell nachvollzogen. In den früheren Monitoringstudien (bis [Diefenbach et al. 2014]) war das Referenzklima Deutschland nach DIN V 4108-6 verwendet worden.

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

3. Berechnungsansätze im Neubau („Energieeffizient Bauen“)

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 Endenergiebedarf und aus diesem (über die oben

Anlage 4

genannten Emissionsfaktoren) auf die Treibhausgasemissionen geschlossen werden. Für diese Umrechnung wurden die Primärenergiefaktoren aus Tabelle 1 herangezogen.

Liegt beispielsweise für den Primärenergiebedarf der Wert $Q_p = 50 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{ANa}})$ vor und wird elektrischer Strom als Energieträger verwendet (z. B. bei einer Wärmepumpenheizung), so ergibt sich auf Basis des Primärenergiefaktors 1,8 von Strom ein Endenergieeinsatz von $50/1,8 = 27,8 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{ANa}})^3$.

Der Vergleichswert für die Einhaltung des EnEV-Standards wird in entsprechender Weise (unter Ansatz des gleichen Haupt-Energieträgers, in diesem Fall Strom) ermittelt, indem statt des erreichten Wertes von Q_p der EnEV-Grenzwert angesetzt wird. Auf dieser Basis lassen sich dann auch die Endenergie-Einsparungen und die Treibhausgas-Emissionsminderungen gegenüber dem EnEV-Standard ermitteln.

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 $2,5 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{ANa}})$, Zuschläge $1,5 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{ANa}})$ für Solaranlagen, $2,5 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{ANa}})$ für Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung und $1,2 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{ANa}})$ für Abluftanlagen.

Im Fall der Energieträger Biomasse und Fernwärme wurde der Endenergiebedarf 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 Brennstoffbedarf 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 $20 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{ANa}})$, Beitrag einer vorhandenen Solaranlage zur Warmwasserbereitung 50 %, Erzeugeraufwandszahl Holzfeuerung 1,35 (Brennstoffeinsatz dividiert durch Wärmeerzeugung). Zur Ermittlung der in Wärmepumpen genutzten Umweltwärme waren Annahmen zu deren Jahresarbeitszahlen notwendig. Für Erdreich- und Grundwasserwärmepumpen wurde dabei ein Wert von 3,7 und für Luftwärmepumpen ein Wert von 3,0 angesetzt.

³ Bei den Förderfällen 2017 wurde der Energieausweis nur noch in wenigen Fällen mit dem bis zum 31.12.2015 zu verwendenden Primärenergiefaktor von 2,4 für Strom ausgestellt. Im Fragebogen werden der Zeitpunkt der Bauantragstellung sowie die angewendete Fassung der Energieeinsparverordnung abgefragt. Für die Berechnung des Endenergiebedarfs wurde der jeweils gültige Primärenergiefaktor für Strom angesetzt ($f_p = 2,4$ bei Bauantragstellung bis 01.01.2016, $f_p = 1,8$ bei Bauantragstellung nach dem 01.01.2016). Bei fehlenden bzw. unplausiblen Angaben wurde $f_p = 1,8$ angenommen.

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.
- [Diefenbach et al. 2011] Diefenbach, N.; Loga, T.; Gabriel, J.; Fette, M.: Monitoring der KfW-Programme „Energieeffizient Sanieren“ 2010 und „Ökologisch / Energieeffizient Bauen“ 2006 – 2010. Institut Wohnen und Umwelt / Bremer Energie Institut, 23. November 2011.
- [Diefenbach et al. 2014] Diefenbach, N.; Stein, B.; Loga, T.; Rodenfels, M.; Gabriel, J.; Fette, M.: Monitoring der KfW-Programme „Energieeffizient Sanieren“ und „Energieeffizient Bauen“ 2013. Institut Wohnen und Umwelt / Fraunhofer IFAM Bremen, 5. Dezember 2014.
- [EnEV 2007] Energieeinsparverordnung vom 24. Juli 2007, Vereinfachtes Berechnungsverfahren für Wohngebäude nach Anlage 1 Punkt 3
- [EPHW 1997] Loga, T./Imkeller-Benjes, U.: Energiepass Heizung / Warmwasser – Energetische Qualität von Baukörper und Heizungssystem. IWU, Darmstadt. 1997.
- [Großklos 2014] Großklos, M.: Kumulierter Energieaufwand und CO₂-Emissionsfaktoren verschiedener Energieträger und –versorgungen. IWU, Darmstadt. 2014.
- [IWU 2003] Loga, T.; Großklos, M.; Knissel, J.: Der Einfluss des Gebäudestandards und des Nutzerverhaltens auf die Heizkosten – Konsequenzen für die verbrauchsabhängige Abrechnung. Eine Untersuchung im Auftrag der Viterra Energy Services AG, Essen. IWU, Darmstadt. 2003.
- [LEG 1999] Hessisches Umweltministerium (Hrsg.): Leitfaden Energiebewusste Gebäudeplanung. Wiesbaden 1989, 1993, 1995, 1999.

Anlage 4

- [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.

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 hochaggregierten 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 wird¹.

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 Ausbaurbeiten („Ausbaugewerbe“), welches Finanzvolumen in den Sektor „Unternehmensbezogene Dienstleistungen“? In dieser Studie wird für das Förderprogramm „Energieeffizient 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 (vgl. Tabelle 1)².

Tabelle 1 Bestimmung der Nachfragevektoren für 2017

| Förderprogramme | Investitionsvolumen brutto in Mio. Euro | Nettoumsatz in Mio. Euro | | | |
|--------------------------------|---|--------------------------|-------------------|---------------|-----------------------|
| | | Gesamtumsatz | Hoch- und Tiefbau | Ausbaugewerbe | Bauplanung/Bauleitung |
| Energieeffizient Bauen 2016 | 30.095 | 25.290 | 10.116 | 10.116 | 5.058 |
| Energieeffizient Sanieren 2016 | 10.852 | 9.120 | 0 | 7.296 | 1.824 |

Im zweiten Rechenschritt werden mit Hilfe der Input-Output-Tabelle, die die wirtschaftlichen Verknüpfungen für das Jahr 2010 beinhaltet [VGR 2015], und unter Berücksichtigung der zwischen 2010 und 2017 erfolgten Produktivitätsfortschritte die spezifischen Beschäftigungseffekte für 2017 ermittelt, die Aufträge 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 2010 und 2017. Deutlich ist zu erkennen, dass ein Einsatz der Mittel für Dienstleistungen in 2017 mit rund 1.420 Personenjahren (PJ) je 100 Mio. € höhere

¹ Wie bei [Kleemann et al. 1999] werden auch in dieser Studie die Beschäftigungswirkungen der mit den Investitionen verbundenen Einkommen nicht gesondert berechnet.

² 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]).

Beschäftigungseffekte auslöst als derselbe Umsatz im Ausbaugewerbe mit rund 1.260 PJ je 100 Mio. € oder im Bereich Hoch- und Tiefbau mit rund 1.160 PJ je 100 Mio. €. Der Grund hierfür liegt darin, dass bei einem Umsatz im Baugewerbe ein höherer Materialeinsatz mit finanziert werden muss.

Die in Tabelle 2 dargestellten Beschäftigungseffekte liegen bezogen auf 100 Mio. € Nettoumsatz im Bereich Hoch- und Tiefbau und im Ausbaugewerbe im Jahr 2017 um rund 19 % unter dem Wert von 2010, bezogen auf denselben Nettoumsatz im Sektor Dienstleistungen von Architektur- und Ingenieurbüros im Jahr 2017 um 10 % unter dem Wert von 2010. Dies ist Ausdruck einer recht starken positiven Entwicklung der Arbeitsproduktivität im Baugewerbe zwischen 2010 und dem Untersuchungsjahr 2017 und einer leicht positiven Entwicklung der Arbeitsproduktivität im Bereich Dienstleistungen. Diese Entwicklung, die in den einzelnen Branchen unterschiedlich verlief, wurde auf Basis neuester Daten des Statistischen Bundesamtes ermittelt [Destatis 2018a, Destatis 2018b und Destatis 2018c] und in Tabelle 3 dargestellt. Diese Tabelle zeigt für das Baugewerbe eine starke Steigerung der Arbeitsproduktivität um 35,5 % zwischen 2010 und 2017. Im Produzierenden Gewerbe ohne das Baugewerbe lag die Produktivitätsentwicklung im selben Zeitraum demgegenüber bei 19,5 %. Dies bedeutet, dass die von 100 Mio. € Umsatz ausgelösten Beschäftigungseffekte, gemessen in Vollzeitstellen=Personenjahre, im Baugewerbe im Jahr 2017 erheblich niedriger ausfallen als im Jahr 2010, die Beschäftigungseffekte im Verarbeitenden Gewerbe „nur“ spürbar niedriger. Für die verschiedenen Bereiche des Dienstleistungsgewerbes fallen die Veränderungen der Arbeitsproduktivität zwischen 2010 und 2017 überwiegend etwas schwächer aus als für das Produzierende Gewerbe ohne das Baugewerbe.

Es soll noch einmal daran erinnert werden, dass die Beschäftigungseffekte in dieser Studie in „Personenjahren“ gemessen werden. Dabei werden mögliche Unterschiede bei der durchschnittlichen Jahres-Arbeitszeit in den verschiedenen Branchen nicht herausgerechnet. Unterschiede, bzw. Veränderungen in der Jahres-Arbeitszeit spiegeln sich aber in der Arbeitsproduktivität wieder. So können z.B. die Einführung von Kurzarbeit, der Abbau von Überstunden oder ein höherer Anteil von Teilzeitbeschäftigten zu einem Rückgang des Nettoumsatzes je Beschäftigten und somit auch in der Arbeitsproduktivität führen. Andererseits kann durch organisatorische Maßnahmen wie z.B. einen effizienteren Personaleinsatz eine Erhöhung des Nettoumsatzes je Beschäftigten bzw. der Arbeitsproduktivität erreicht werden.

Anlage 5

Tabelle 2 Beschäftigungseffekte in Personenjahren je 100 Mio. € Nettoumsatz

| CP A | Produktionsbereich | 100 Mio. € Nettoumsatz im ... Gewerbe führen zu Beschäftigungseffekten von ... PJ | | | | | |
|---------------|--|--|-------|--------------------|-------|-------------------------------------|------|
| | | Hoch- und Tiefbau | | Ausbau- gewerbe | | DL von Architekt. und Ing.-büros | |
| | | 2010 | 2017 | 2010 | 2017 | 2010 | 2017 |
| 01 | Erzeugnisse der Landwirtschaft, Jagd und Dienstleistungen | 0,4 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,2 |
| 02 | Dienstleistungen | 1,7 | 1,1 | 2,1 | 1,6 | 0,1 | 0,1 |
| 03 | Fische, Fischerei- und Aquakulturerzeugnisse | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 05 | Kohle | 1,0 | 0,9 | 0,7 | 0,6 | 0,3 | 0,3 |
| 06 | Erdöl und Erdgas | 0,1 | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 07-09 | Erze, Steine u. Erden, sonst. Bergbauerzeugn. u. Dienstleistg. | 11,6 | 7,9 | 1,7 | 1,4 | 0,1 | 0,1 |
| 10-12 | Nahrungs- und Futtermittel, Getränke, Tabakerzeugnisse | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| 13-15 | Textilien, Bekleidung, Leder- und Lederwaren | 0,3 | 0,2 | 0,8 | 0,7 | 0,1 | 0,1 |
| 16 | Holz, Holz-, Flecht-, Korb- und Korkwaren (ohne Möbel) | 11,0 | 7,2 | 13,9 | 11,7 | 0,6 | 0,5 |
| 17 | Papier, Pappe und Waren daraus | 0,9 | 0,7 | 1,4 | 1,2 | 1,7 | 1,5 |
| 18 | Druckereileistungen, bespielte Ton-, Bild- und Datenträger | 2,3 | 1,9 | 2,5 | 2,1 | 8,3 | 7,0 |
| 19 | Kokerei- und Mineralölerzeugnisse | 0,5 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,1 | 0,1 |
| 20 | Chemische Erzeugnisse | 2,0 | 1,5 | 3,9 | 3,3 | 0,4 | 0,4 |
| 21 | Pharmazeutische Erzeugnisse | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 22 | Gummi- und Kunststoffwaren | 13,6 | 10,5 | 23,6 | 19,8 | 2,4 | 2,0 |
| 23.1 | Glas und Glaswaren | 0,8 | 0,6 | 2,2 | 1,8 | 0,2 | 0,2 |
| 23.2- 23.9 | Keramik, bearbeitete Steine und Erden | 70,9 | 56,6 | 23,8 | 19,9 | 0,7 | 0,5 |
| 24.1- 24.3 | Roheisen, Stahl, Erzeugn. der ersten Bearbeitung von Eisen und Stahl | 1,4 | 1,2 | 1,7 | 1,4 | 0,2 | 0,2 |
| 24.4 | NE-Metalle und Halbzeug daraus | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,4 | 0,1 | 0,1 |
| 24.5 | Gießereierzeugnisse | 0,4 | 0,4 | 1,2 | 1,0 | 0,1 | 0,1 |
| 25 | Metallerzeugnisse | 26,0 | 23,0 | 41,2 | 34,5 | 2,0 | 1,7 |
| 26 | DV-geräte, elektron. u. optische Erzeugnisse | 0,5 | 0,4 | 0,9 | 0,7 | 1,1 | 0,9 |
| 27 | Elektrische Ausrüstungen | 2,5 | 2,2 | 24,4 | 20,4 | 0,7 | 0,6 |
| 28 | Maschinen | 1,1 | 1,0 | 7,0 | 5,9 | 0,3 | 0,2 |
| 29 | Kraftwagen und Kraftwagenteile | 0,2 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,0 |
| 30 | Sonstige Fahrzeuge | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,6 | 0,5 |
| 31-32 | Herstellung von Möbeln und sonstigen Waren | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,0 | 0,0 |
| 33 | Reparatur, Instandh. u. Installation v. Maschinen u. Ausrüstungen | 4,8 | 3,8 | 3,8 | 3,2 | 1,0 | 0,9 |
| 35.1, 35.3 | Elektr. Strom, Dienstleistg. der Elektriz., Wärme- und Kälteversorg. | 2,7 | 2,3 | 1,9 | 1,6 | 1,1 | 1,0 |
| 35.2 | Industriell erzeugte Gase, Dienstleistungen der Gasversorgung | 0,5 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,2 | 0,2 |
| 36 | Wasser, Dienstleistungen der Wasserversorgung | 0,4 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,2 |
| 37-39 | Dienstleistg. d. Abwasser-, Abfallentsorg. u. Rückgewinnung | 2,9 | 2,3 | 2,5 | 2,1 | 1,5 | 1,3 |
| 41 | Hochbauarbeiten | 448,7 | 655,5 | 1,7 | 1,3 | 0,4 | 0,3 |
| 42 | Tiefbauarbeiten | 376,8 | 0,8 | 0,5 | 0,4 | 0,6 | 0,4 |
| 43 | Vorb. Baustellen-, Bauinstallations- und sonstige Ausbaurbeiten | 81,8 | 68,7 | 1.112,8 | 821,3 | 21,6 | 15,9 |
| 45 | Handelsleistungen mit Kfz, Instandhaltung und Reparatur an Kfz | 9,2 | 7,4 | 8,4 | 7,0 | 4,5 | 3,7 |
| 46 | Großhandelsleistungen (ohne Handelsleistungen mit Kfz) | 51,8 | 38,6 | 76,5 | 63,6 | 11,9 | 9,9 |

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

| CP A | Produktionsbereich | 100 Mio. € Nettoumsatz im ... Gewerbe führen zu Beschäftigungseffekten von ... PJ | | | | | |
|---------|---|---|--------------|---------------|--------------|----------------------------------|--------------|
| | | Hoch- und Tiefbau | | Ausbaugewerbe | | DL von Architekt. und Ing.-büros | |
| | | 2010 | 2017 | 2010 | 2017 | 2010 | 2017 |
| 47 | Einzelhandelsleistungen (ohne Handelsl. mit Kfz) | 17,1 | 13,1 | 42,3 | 35,2 | 13,3 | 11,1 |
| 49 | Rohrfernleitungen | 18,5 | 14,1 | 14,3 | 11,9 | 3,7 | 3,1 |
| 50 | Schiffahrtsleistungen | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,0 | 0,0 |
| 51 | Luftfahrtleistungen | 0,3 | 0,2 | 0,3 | 0,2 | 0,9 | 0,7 |
| 52 | Lagereileistungen, sonstige Dienstl. für den Verkehr | 11,7 | 8,9 | 14,2 | 11,8 | 4,0 | 3,3 |
| 53 | Post-, Kurier- und Expressdienstleistungen | 5,4 | 4,2 | 7,9 | 6,6 | 8,9 | 7,4 |
| 55-56 | Beherbergungs- und Gastronomiedienstleistungen | 1,9 | 1,6 | 1,4 | 1,2 | 1,3 | 1,1 |
| 58 | Dienstleistungen des Verlagswesens | 2,4 | 2,2 | 2,6 | 2,4 | 17,0 | 15,4 |
| 59-60 | Dienstleistg. v. audiovisuell. Medien, Musikverlag. u. RF-veranstaltern | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,3 | 1,5 | 1,3 |
| 61 | Telekommunikationsdienstleistungen | 1,3 | 1,2 | 1,6 | 1,5 | 3,4 | 3,1 |
| 62-63 | IT- und Informationsdienstleistungen | 5,4 | 4,5 | 7,0 | 6,4 | 13,5 | 12,2 |
| 64 | Finanzdienstleistungen | 14,9 | 13,7 | 11,9 | 10,8 | 11,9 | 10,8 |
| 65 | Dienstl. von Versicherungen und Pensionskassen | 2,4 | 2,2 | 2,2 | 2,0 | 1,2 | 1,1 |
| 66 | Mit Finanz- und Versicherungsdienstleistg. verbundene Dienstleistg. | 5,0 | 4,5 | 4,4 | 4,0 | 3,0 | 2,8 |
| 68 | Dienstl. des Grundstücks- und Wohnungswesens | 17,2 | 16,2 | 7,0 | 6,4 | 10,9 | 9,9 |
| 69-70 | Dienstl. der Rechts-, Steuer- und Unternehmensberatung | 27,0 | 24,6 | 24,2 | 21,9 | 166,3 | 150,7 |
| 71 | Dienstleistg. v. Architektur- u. Ing.büros u.d.techn.,physik.U.suchung | 23,5 | 21,6 | 14,4 | 13,1 | 1.079,1 | 978,3 |
| 72 | Forschungs- und Entwicklungsleistungen | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 73 | Werbe- und Marktforschungsleistungen | 2,9 | 2,5 | 3,3 | 3,0 | 3,6 | 3,3 |
| 74-75 | Sonst. freiberuf., wiss., techn. u. veterinärmedizinische Dienstleistg. | 2,5 | 2,3 | 1,9 | 1,7 | 9,8 | 8,9 |
| 77 | Dienstl. der Vermietung von beweglichen Sachen | 12,5 | 10,5 | 7,3 | 6,6 | 1,4 | 1,3 |
| 78 | Dienstl. der Vermittl. u. Überlassung v. Arbeitskräften | 20,2 | 17,4 | 15,5 | 14,1 | 30,1 | 27,3 |
| 79 | Dienstleistg. v. Reisebüros, -veranstaltern u. sonst. Reservierungen | 0,5 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 1,1 | 1,0 |
| 80-82 | Wach-, Sicherheitsdienstlg., wirtschaftl. Dienstleistg. a.n.g | 40,1 | 37,1 | 48,4 | 43,9 | 59,5 | 53,9 |
| 84.2 | Dienstl. der öff. Verwaltung und der Verteidigung | 45,8 | 40,5 | 18,2 | 15,4 | 35,5 | 30,1 |
| 84.3 | Dienstleistungen der Sozialversicherung | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 85 | Erziehungs- und Unterrichtsdienstleistungen | 1,6 | 1,4 | 1,4 | 1,2 | 2,0 | 1,7 |
| 86 | Dienstleistungen des Gesundheitswesens | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,1 |
| 87-88 | Dienstleistungen von Heimen und des Sozialwesens | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 90-92 | Dienstl. der Kunst, der Kultur und des Glücksspiels | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,3 | 1,7 | 1,4 |
| 93 | Dienstl. des Sports, der Unterhaltung u. der Erholung | 0,9 | 0,8 | 0,4 | 0,4 | 0,7 | 0,6 |
| 94 | Dienstleistg. d. Interessenvertr., kirchl. u. sonst. Vereinigungen | 8,0 | 7,0 | 8,2 | 6,9 | 11,1 | 9,4 |
| 95 | Reparaturarbeiten an DV-Geräten und Gebrauchsgütern | 2,1 | 1,4 | 1,0 | 0,9 | 2,5 | 2,1 |
| 96 | Sonstige überwiegend persönliche Dienstleistungen | 3,4 | 2,9 | 3,0 | 2,6 | 19,4 | 16,5 |
| 97-98 | Waren und Dienstleistungen privater Haushalte o.a.S. | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | Summe über alle Produktionsbereiche | 1.425 | 1.157 | 1.630 | 1.264 | 1.583 | 1.421 |

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

Tabelle 3 Branchenspezifische Entwicklung der Arbeitsproduktivität 2010-2017

| Arbeitsproduktivität = Bruttowertschöpfung je Erwerbstätigen in €/a | | 2010 | 2012 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Land- u. Forstwirtschaft, Fischerei | jew EUR | 25.982 | 29.067 | 31.165 | 26.529 | 28.097 | 33.549 |
| Produzierendes Gewerbe ohne Baugewerbe | jew EUR | 77.160 | 81.325 | 84.828 | 87.950 | 89.862 | 92.168 |
| Baugewerbe | jew EUR | 43.143 | 46.004 | 48.887 | 51.458 | 55.078 | 58.447 |
| Handel, Verkehr, Gastgewerbe | jew EUR | 39.143 | 39.847 | 42.711 | 44.741 | 45.514 | 47.031 |
| Information, Kommunikation, Finanzierung, Grundstücks- und Wohnungswesen und Unternehmensdienstleister | jew EUR | 90.211 | 92.073 | 95.575 | 97.371 | 98.663 | 99.539 |
| Öffentliche und sonstige private Dienstl. | jew EUR | 39.847 | 41.987 | 44.205 | 45.050 | 45.981 | 47.004 |
| Land- u. Forstwirtschaft, Fischerei | % | 100,00% | 111,90% | 119,90% | 102,10% | 108,10% | 129,10% |
| Produzierendes Gewerbe ohne Baugewerbe | % | 100,00% | 105,40% | 109,90% | 114,00% | 116,50% | 119,50% |
| Baugewerbe | % | 100,00% | 106,60% | 113,30% | 119,30% | 127,70% | 135,50% |
| Handel, Verkehr, Gastgewerbe | % | 100,00% | 101,80% | 109,10% | 114,30% | 116,30% | 120,20% |
| Information, Kommunikation, Finanzierung, Grundstücks- und Wohnungswesen und Unternehmensdienstleister | % | 100,00% | 102,10% | 105,90% | 107,90% | 109,40% | 110,30% |
| Öffentliche und sonstige private Dienstl. | % | 100,00% | 105,40% | 110,90% | 113,10% | 115,40% | 118,00% |

Quelle: Eigene Berechnungen auf der Basis von [Destatis 2017a], [Destatis 2017b] und

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 Anteils an den Beschäftigten im Sektor Bergbau und Verarbeitendes Gewerbe, wie er vom Statistischen Bundesamt für 2016 in [Destatis 2018d] angegeben wurde (Spalten 4 und 5 in Tabelle 4). In Tabelle 4 werden 20 % des Gesamtbeschäftigungseffektes nach der regionalen Verteilung des Verarbeitenden Gewerbes den Bundesländern zugeordnet (jeweils Spalte 6).

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

Vor allem die erste Annahme ist für die kleineren Bundesländer, insbesondere die Stadtstaaten, nicht unproblematisch, da hier auch ein Teil der direkten Beschäftigungseffekte in die Nachbarländer 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 weiteres Problem ist dadurch gegeben, dass im Förderjahr 2017 im KfW-Programm „Energieeffizient Sanieren“ für rund 23 % der Förderfälle (entspricht ca. 6,8 % der Investitionssumme des Programms) keine regionale Zuordnung vorliegt. Für diese Fälle wird keine Zuordnung zu den Bundesländern vorgenommen. Es wird zudem davon ausgegangen, dass der Anteil des Beschäftigungseffekts, der durch diese Investitionen ausgelöst wird, dem Anteil am Investitionsvolumen entspricht.

Der Rechengang für die Schätzung der Beschäftigungseffekte des Förderprogramms „Energieeffizient Sanieren 2017“ in den Bundesländern ist in Tabelle 4 dargestellt.

Tabelle 4 Berechnung der Beschäftigungseffekte des Förderprogramms „Energieeffizient Sanieren 2017“ in den Ländern 2017

| Bundesland des Investitionsortes | Anteil des geplanten Investitionsvolumens | "lokaler" Beschäftigungsanteil = Baugewerbe plus Handel plus Dienstleistungen = 80% von 115.000 PJ | Beschäftigte im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe 2016, in 1.000 Personen Quelle: [Destatis 2018d] | Beschäftigte im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe 2016 Prozentualer Anteil | Beschäftigungsanteil durch Vorprodukte: Aufteilung nach der Verteilung VG im Bundesgebiet = 20% von 115.000 PJ | Ergebnis: Abschätzung der Beschäftigung in den Ländern in PJ | Anteil an der Gesamtbeschäftigung | Differenz zum Anteil am Investitionsvolumen + = relativ mehr Beschäftigte | Ergebnis: Abschätzung der Beschäftigung in den Ländern in PJ gerundet |
|----------------------------------|---|--|--|--|--|--|-----------------------------------|--|---|
| Baden-Württemberg | 21,66% | 20.465 | 1.288 | 20,53% | 4.849 | 25.314 | 21,43% | -0,23% | 25.300 |
| Bayern | 15,87% | 14.995 | 1.295 | 20,63% | 4.873 | 19.869 | 16,82% | 0,95% | 19.900 |
| Berlin | 2,71% | 2.561 | 91 | 1,45% | 343 | 2.905 | 2,46% | -0,25% | 2.900 |
| Brandenburg | 2,46% | 2.328 | 101 | 1,61% | 379 | 2.708 | 2,29% | -0,17% | 2.700 |
| Bremen | 0,69% | 656 | 52 | 0,83% | 197 | 853 | 0,72% | 0,03% | 900 |
| Hamburg | 2,45% | 2.316 | 88 | 1,40% | 331 | 2.646 | 2,24% | -0,21% | 2.600 |
| Hessen | 7,96% | 7.518 | 411 | 6,55% | 1.548 | 9.066 | 7,68% | -0,28% | 9.100 |
| Mecklenburg-Vorpommern | 0,76% | 720 | 59 | 0,94% | 222 | 941 | 0,80% | 0,04% | 900 |
| Niedersachsen | 6,15% | 5.806 | 559 | 8,91% | 2.105 | 7.911 | 6,70% | 0,55% | 7.900 |
| Nordrhein-Westfalen | 14,82% | 14.002 | 1.228 | 19,57% | 4.623 | 18.625 | 15,77% | 0,95% | 18.600 |
| Rheinland-Pfalz | 4,61% | 4.357 | 294 | 4,68% | 1.106 | 5.464 | 4,63% | 0,01% | 5.500 |
| Saarland | 0,77% | 725 | 89 | 1,42% | 336 | 1.061 | 0,90% | 0,13% | 1.100 |
| Sachsen | 6,65% | 6.288 | 282 | 4,49% | 1.060 | 7.348 | 6,22% | -0,43% | 7.300 |
| Sachsen-Anhalt | 1,56% | 1.478 | 133 | 2,12% | 500 | 1.978 | 1,68% | 0,11% | 2.000 |
| Schleswig-Holstein | 2,56% | 2.421 | 130 | 2,07% | 489 | 2.910 | 2,46% | -0,10% | 2.900 |
| Thüringen | 1,54% | 1.456 | 175 | 2,78% | 657 | 2.113 | 1,79% | 0,25% | 2.100 |
| ohne regionale Zuordnung | 6,76% | 6.387 | | | | 6.387 | 5,41% | -1,35% | 6.400 |
| Summe 2017 | 100,00% | 94.480 | 6.275 | 100,00% | 23.620 | 118.100 | 100,00% | 0,00% | 118.100 |

Quelle: Eigene Berechnungen auf der Basis von [Destatis 2018d]

3. Schätzung der Beschäftigungseffekte im Mittelstand

Das Institut für Mittelstandsforschung (IfM) hat ermittelt, welche Beschäftigtenanteile - differenziert nach Wirtschaftszweigen - im Jahr 2016 auf Unternehmen des Mittelstands („KMU“ = Kleine und Mittelgroße Unternehmen) entfielen und welchen Anteil der Mittelstand nach der Anzahl der Unternehmen hatte (vgl. dazu Tabelle 5). [IfM 2018] 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.

Tabelle 5 Die Bedeutung des Mittelstands nach Branchen im Jahr 2016

| Wirtschaftszweig | Anteile der KMU* 2016 in % | |
|--|----------------------------|---|
| | Unternehmen | Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte |
| Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden | 98,68 | 47,17 |
| Verarbeitendes Gewerbe | 98,09 | 43,32 |
| Energieversorgung | 99,04 | 17,46 |
| Wasserversorgung, Abwasser-/Abfallentsorgung usw. | 98,58 | 65,32 |
| Baugewerbe ** | 99,92 | 90,92 |
| Handel; Instandhaltung/Reparatur v. Kfz./Gebrauchsgütern | 99,34 | 56,46 |
| Verkehr und Lagerei | 99,54 | 54,84 |
| Gastgewerbe ** | 99,97 | 88,45 |
| Information und Kommunikation | 99,62 | 59,65 |
| Finanz- und Versicherungsdienstleistungen | 99,28 | 39,73 |
| Grundstücks- und Wohnungswesen | 99,94 | 81,68 |
| Freiberufliche, wissenschaftliche und technische DL | 99,88 | 75,20 |
| Sonst. wirtschaftliche Dienstleistungen | 99,67 | 60,36 |
| Erziehung und Unterricht | 99,76 | 61,47 |
| Gesundheits- und Sozialwesen | 99,40 | 54,86 |
| Kunst, Unterhaltung und Erholung | 99,92 | 83,49 |
| Erbringung von sonstigen Dienstleistungen ** | 99,93 | 80,64 |
| Alle Wirtschaftszweige | 99,59 | 58,26 |
| Quelle: IfM 2018 - Branchenstruktur der Unternehmen laut. Unternehmensregister | | |
| * KMU laut Definition des IfM Bonn (bis 499 Beschäftigte und bis 50 Mio. € Umsatz) | | |
| ** keine Angaben für 2016, daher Wert aus 2014 beibehalten | | |

Unter Verwendung der Arbeitnehmer- und Selbständigenanteile des Jahres 2016 und der Anteile der in KMU Beschäftigten 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

Die Zwischenergebnisse und Ergebnisse dieser Rechnung sind für das Jahr 2016 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 2010 und 2017 nur minimal verändert haben, wurden die für 2016 ermittelten Mittelstandsquoten auch für die Aufteilung der Beschäftigungseffekte im Jahr 2017 verwendet.

Tabelle 6 Ermittlung branchenspezifischer Mittelstands-Beschäftigungsquoten

| Wirtschaftszweige | Anteil der ArbeitnehmerInnen an allen Erwerbstätigen 2016 | Anteil Selbständige und mithelfende Familienangehörige 2016 | Anteil der ArbeitnehmerInnen in KMU an allen ArbeitnehmerInnen 2016 | 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 und Gewinnung von Steinen und Erden | 96,4% | 3,6% | 47,2% | 45,5% | 49,1% |
| Verarbeitendes Gewerbe | 96,6% | 3,4% | 43,3% | 41,8% | 45,3% |
| Energieversorgung | 100,0% | 0,0% | 17,5% | 17,5% | 17,5% |
| Wasserversorgung, Abwasser-/Abfallentsorgung usw. | 97,7% | 2,3% | 67,3% | 65,7% | 68,0% |
| Baugewerbe | 80,2% | 19,8% | 90,9% | 72,9% | 92,7% |
| Handel; Instandhaltung/Reparatur v. Kfz./Gebrauchsgütern | 89,5% | 10,5% | 56,5% | 50,6% | 61,0% |
| Verkehr und Lagerei | 93,9% | 6,1% | 54,8% | 51,5% | 57,6% |
| Gastgewerbe | 85,0% | 15,0% | 88,5% | 75,1% | 90,2% |
| Information und Kommunikation | 89,4% | 10,6% | 59,7% | 53,3% | 63,9% |
| Finanz- und Versicherungsdienstleistungen | 87,0% | 13,0% | 39,7% | 34,6% | 47,6% |
| Grundstücks- und Wohnungswesen | 88,5% | 11,5% | 81,7% | 72,3% | 83,8% |
| Freiberufliche, wissenschaftliche und technische DL | 78,9% | 21,1% | 75,2% | 59,4% | 80,4% |
| Sonst. wirtschaftliche Dienstleistungen | 91,9% | 8,1% | 60,4% | 55,5% | 63,6% |
| Erziehung und Unterricht | 91,9% | 8,1% | 61,5% | 56,5% | 64,6% |
| Gesundheits- und Sozialwesen | 92,0% | 8,0% | 54,9% | 50,5% | 58,5% |
| Kunst, Unterhaltung und Erholung | 73,2% | 26,8% | 83,4% | 61,1% | 87,9% |
| Erbringung von sonstigen Dienstleistungen | 81,1% | 18,9% | 80,6% | 65,4% | 84,3% |
| Gesamtwirtschaft | 90,1% | 9,9% | 58,3% | 52,5% | 62,4% |

4. Aufteilung der Beschäftigungseffekte auf Arbeitnehmer und Selbständige

Die amtliche Statistik veröffentlicht laufend im Internet Daten über die Zahl der Erwerbstätigen im Inland nach Wirtschaftszweigen 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 Wirtschaftszweige für die Jahre bis 2017 vor [Destatis 2018]. Wertet man diese Daten aus (vgl. Tabelle 7), dann erhält man für 2010 in der Gesamtwirtschaft einen Arbeitnehmeranteil von 89,1 %, der sich bis 2017 leicht auf 90,3 % erhöht. Im Baugewerbe ist der Arbeitnehmeranteil in diesem Zeitraum ebenfalls von 79,1 % leicht auf 80,6 % gestiegen. In diesem Wirtschaftssektor ist 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 2010 bis 2017 jedoch nur eine sehr schwache Veränderung, abgesehen vom Wirtschaftszweig Land- und Forstwirtschaft und Fischerei, in dem der Anteil der Arbeitnehmer von 46,7 % in 2010 auf 56,9 % in 2017 deutlich zugenommen hat.

Tabelle 7 Erwerbstätige und Arbeitnehmer nach Wirtschaftsbereichen 2010 bis 2017

| Erwerbstätige, dar. Arbeitnehmer, in 1.000 | Erwerbstätige | | | | | Arbeitnehmer | | | | |
|--|-------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | 2010 | 2012 | 2015 | 2016 | 2017 | 2010 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
| Land- u. Forstwirtschaft, Fischerei | 661 | 667 | 637 | 619 | 617 | 309 | 343 | 350 | 349 | 351 |
| Produzierendes Gewerbe o. Baugewerbe | 7.705 | 7.994 | 8.092 | 8.108 | 8.193 | 7.416 | 7.795 | 7.825 | 7.841 | 7.932 |
| dar. Verarbeitendes Gewerbe | 7.138 | 7.418 | 7.518 | 7.539 | 7.620 | 6.857 | 7.222 | 7.259 | 7.280 | 7.366 |
| Baugewerbe | 2.331 | 2.412 | 2.427 | 2.450 | 2.490 | 1.843 | 1.924 | 1.934 | 1.964 | 2.007 |
| Dienstleistungsbereiche | 30.323 | 30.988 | 31.913 | 32.461 | 32.971 | 26.965 | 28.198 | 28.601 | 29.151 | 29.684 |
| davon | | | | | | | | | | |
| Handel, Verkehr und Gastgewerbe | 9.476 | 9.710 | 9.846 | 9.976 | 10.091 | 8.355 | 8.743 | 8.815 | 8.943 | 9.067 |
| Information, Kommunikation, Finanzierung, Grundstücks- und Wohnungswesen und Unternehmensdienstleister | 8.011 | 8.342 | 8.641 | 8.790 | 8.944 | 6.843 | 7.336 | 7.458 | 7.620 | 7.785 |
| Öffentliche und sonstige private Dienstl. | 12.836 | 12.936 | 13.426 | 13.695 | 13.936 | 11.767 | 12.119 | 12.328 | 12.588 | 12.832 |
| Insgesamt | 41.020 | 42.061 | 43.069 | 43.638 | 44.271 | 36.533 | 38.260 | 38.710 | 39.305 | 39.974 |
| | Arbeitnehmeranteil in % | | | | | | | | | |
| | 2010 | 2012 | 2015 | 2016 | 2017 | | | | | |
| Land- u. Forstwirtschaft, Fischerei | 46,7% | 49,0% | 54,9% | 56,4% | 56,9% | | | | | |
| Produzierendes Gewerbe o. Baugewerbe | 96,2% | 96,4% | 96,7% | 96,7% | 96,8% | | | | | |
| dar. Verarbeitendes Gewerbe | 96,1% | 96,2% | 96,6% | 96,6% | 96,7% | | | | | |
| Baugewerbe | 79,1% | 78,7% | 79,7% | 80,2% | 80,6% | | | | | |
| Dienstleistungsbereiche | 88,9% | 89,0% | 89,6% | 89,8% | 90,0% | | | | | |
| davon | | | | | | | | | | |
| Handel, Gastgewerbe und Verkehr | 88,2% | 88,6% | 89,5% | 89,6% | 89,9% | | | | | |
| Information, Kommunikation, Finanzierung, Grundstücks- und Wohnungswesen und Unternehmensdienstleister | 85,4% | 85,5% | 86,3% | 86,7% | 87,0% | | | | | |
| Öffentliche und sonstige private Dienstl. | 91,7% | 91,5% | 91,8% | 91,9% | 92,1% | | | | | |
| Insgesamt | 89,1% | 89,2% | 89,9% | 90,1% | 90,3% | | | | | |

Quelle: Eigene Berechnungen Fraunhofer IFAM auf Basis [Destatis 2018]

Die oben beschriebene Input-Output-Rechnung liefert den Beschäftigungseffekt der Energiesparinvestitionen differenziert nach 72 Produktionsbereichen in Personenjahren von Erwerbstätigen. 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.

Seit 2011 wird in der EU-Statistik eine einheitliche Klassifizierung auf der Grundlage von Rasterbildung (1qkm) vorgenommen. „Danach werden drei Gebietstypen unterschieden:

1. Dichtbevölkerte Gebiete (Großstädte)
benachbarte Gitterzellen mit einer Bevölkerungsdichte von mindestens 1.500 Einwohner je qkm und einer Mindesteinwohnerzahl von 50.000

2. Mittelstark bevölkerte Gebiete (städtische Gebiete)
benachbarte Gitterzellen mit einer Bevölkerungsdichte von mindestens 300 Einwohner je qkm und einer Mindesteinwohnerzahl von 5.000
3. Schwachbesiedelte Gebiete (Ländlicher Raum)
Gitterzellen außerhalb städtischer Gebiete.“ (vgl. [BBR 2015])

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 Großstadt, kann es sowohl städtische Gebiete als auch „Ländlichen Raum“ 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 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 Großstädten, städtischen Gebieten und Ländlichem Raum. Es wurde als „Normalfall“ unterstellt, dass in der Nachbarschaft von Großstädten beide Regionstypen, d. h. sowohl der gering besiedelte „Ländliche Raum“ als auch „städtische Gebiete“ mit mittlerer Bevölkerungsdichte anzutreffen sind. Ansonsten wurde unterstellt, dass an die benachbarten Regionstypen jeweils 10 % der Umsätze abgegeben werden. Aufgrund der Befragungsergebnisse wird für die Umsatzanteile, die vom Ländlichen Raum in Großstädte fließen, nur ein niedrigerer Wert von 5 % unterstellt. Daraus ergibt sich für den Umsatzanteil, der innerhalb des Ländlichen Raumes verbleibt, ein mit 85 % leicht höherer Wert als in Großstädten und in städtischen Gebieten mit jeweils 80 %.

Tabelle 8 Umsatzverflechtung von Regionstypen

| Gebietstyp der Herkunftsregion = Investitionsort | Geschätzte Aufteilung der Umsätze nach der Zielregion = Sitz der ausführenden Unternehmen | | |
|--|--|--------------------|-----------------|
| | Großstädte | Städtische Gebiete | Ländlicher Raum |
| Großstädte | 80% | 10% | 5% |
| Städtische Gebiete | 10% | 80% | 10% |
| Ländlicher Raum | 10% | 10% | 85% |
| Zusammen | 100% | 100% | 100% |

Quelle: Eigene Berechnungen Fraunhofer IFAM

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 Großstädten und städtischen Gebieten wurde hierfür eine andere Verteilung angenommen: Großstädte = 60 %, städtische Gebiete = 30 %, Ländlicher Raum = 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 2010 [VGR 2015], die auch für die Berechnung der Beschäftigungseffekte verwendet wird. Dieses statische Input-Output-Modell bildet die Vorleistungsverflechtungen und Interdependenzen der deutschen Volkswirtschaft im Jahr 2010 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 91,7 % und im Ausbaugewerbe auf 80,8 % des anfänglichen Nettoumsatzes, bei einem Ausgabeimpuls im Dienstleistungsbe- reich Bauleitung/Bauplanung (abgebildet im Sektor „Dienstleistungen von Architektur- und Ingenieurbüros; technische, physikalische und chemische Untersuchungen“) jedoch nur auf 62,2 % 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 Bauen“ angenommen wird, bewirken 100 Mio. Euro Anfangsinvestition einen zusätzlichen indirekten Vorleistungseffekt von 81 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 77 Mio. Euro. Das Bruttoinlandsprodukt liegt also durch die Programme „Energieeffizient Bauen“ um 181 Mio. Euro bzw. „Energieeffizient Sanieren“ um 177 Mio. Euro höher, als wenn es die Investition in diesen Bereichen 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 energieeffizienten Bauen (zur energetischen Sanierung) beträgt somit 1,81 bzw. 1,77.

Tabelle 9 Monetäre Multiplikatorwirkung von Bauinvestitionen

| Anfangsimpuls im Wirtschaftsbereich ... | Nettoumsatz in Mio. Euro | | | | monetärer Multiplikator |
|---|--------------------------|---------------|------------------------|---------------------|-------------------------|
| | Hoch- und Tiefbau | Ausbaugewerbe | Bauplanung/ Bauleitung | Vorleistungseffekte | |
| Hoch- und Tiefbau | 100,0 | | | 90,0 | 1,90 |
| Ausbaugewerbe | | 100,0 | | 80,8 | 1,81 |
| Bauplanung/Bauleitung | | | 100,0 | 62,2 | 1,62 |
| Verteilter Impuls "Energieeffizient Sanieren" | | 80,0 | 20,0 | 77,1 | 1,77 |
| Verteilter Impuls "Energieeffizient Bauen" | 40,0 | 40,0 | 20,0 | 80,7 | 1,81 |

Quelle: Eigene Berechnungen Fraunhofer IFAM auf Basis [VGR 2015]

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 Einstel-

lung 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)

- [BBR 2015] Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung: „Stadt-Land-Gliederung (Eurostat-Gemeindetyp)“. Zugriff unter http://www.statistik.sachsen.de/regiereg/html/h1_138.xhtml am 29.07.2015.
- [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 2018] Statistisches Bundesamt: Erwerbstätige, Arbeitnehmer, Selbständige und mithelfende Familienangehörige nach Wirtschaftszweigen (im Inland) 1991 bis 2017. Stand: Februar 2018, Abruf: 03.08.2017
- [Destatis 2018a] Statistisches Bundesamt: Erwerbstätige und Arbeitnehmer nach Wirtschaftsbereichen (Inlandskonzept) 2007 bis 2017. Stand: 14.05.2018, Quelle: <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesamtwirtschaftUm-welt/Arbeitsmarkt/Erwerbstaetigkeit/TabellenErwerbstaetigenrechnung/ArbeitnehmerWirtschaftsbereiche.html> Abruf: 02.08.2017.
- [Destatis 2018b] Statistisches Bundesamt: Bruttowertschöpfung nach Wirtschaftsbereichen in Deutschland 2010 bis 2017. Stand: 24.05.2016, Abruf: 02.08.2018.
- [Destatis 2018c] Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung 2017, Stand: 01.06.2018, Abruf: 02.08.2018
- [Destatis 2017d] Statistisches Bundesamt: Beschäftigung und Umsatz der Betriebe des Verarbeitenden Gewerbes sowie des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden nach Bundesländern 2016. Stand: 18.05.2017.
- [Hansen et al 2010] Hansen, P.; Kronenberg, T.; Kuckshinrichs, W.; Müller, M.: Wirtschaftliche Effekte des CO₂-Gebäudesanierungsprogramms der KfW für die Förderjahre

Anlage 5

- 2005 bis 2007. In: Energiewirtschaftliche Tagesfragen 60. Jg. (2010), Heft 4, S. 16-22
- [IfM 2018] Institut für Mittelstandsforschung Bonn: Branchenstruktur der Unternehmen bezogen auf die sozialversicherungspflichtig (SV-)Beschäftigten 2016 in Deutschland, Klassifikation der Wirtschaftszweigsystematik, Ausgabe 2008 (WZ 2008), Ergebnisse aus dem Unternehmensregister des Statistischen Bundesamtes, 2018
- [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 2015] Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung (VGR) des Bundes - Input-Output-Rechnung 2010 (Revision 2014). Statistisches Bundesamt. Fachserie 18 Reihe 2. Wiesbaden, aktualisiert am 23.07.2015.

Tabellarische Übersicht

Die folgende tabellarische Übersicht lehnt sich an das Schema an, das von der Expertenkommission zum Monitoringprozess „Energie der Zukunft“ in ihrer Stellungnahme zum 4. Monitoringbericht der Bundesregierung vorgegeben wurde (A. Löschel, G. Erdmann, F. Staiß, H.-J. Ziesing: Stellungnahme zum vierten Monitoring-Bericht der Bundesregierung zum Berichtsjahr 2014, Berlin / Münster / Stuttgart, November 2015).

| | KfW-Förderprogramme „Energieeffizient Sanieren“ (EES) und „Energieeffizient Bauen“ (EEB) |
|---|--|
| Teil 1: Merkmale und erwartete Resultate der Maßnahmen / Instrumente | |
| Kurzbeschreibung | Förderung von energiesparenden Modernisierungs- und Neubaumaßnahmen für Wohnimmobilien |
| Charakter des Instruments | Finanzielle Anreize (zinsverbilligte Kredite bzw. Zuschüsse) für energiesparende Investitionen bei Wärmeschutz und Wärmeversorgung, und zwar für Gebäude-Gesamtkonzepte (KfW-Effizienzhaus-Standards, EES und EEB) oder Einzelmaßnahmen (EES) |
| Zielgruppe | Eigentümer bzw. Bauherren von Wohngebäuden |
| Betroffene Energieträger | Alle |
| Stand des Instruments | Die Programme werden unter aktuellem Namen seit 2009 durchgeführt, in früheren Jahren gab es bereits ähnliche Vorgängerprogramme |
| Weitere Schritte | Regelmäßige Anpassung der Förderbedingungen. Zusätzliche Maßnahmenpakete Heizung/Lüftung wurden im Programm EES sowie die Förderung von Brennstoffzellensystemen (EES und EEB) wurden im Rahmen des „Aktionsprogramms Energieeffizienz (APEE)“ 2016 eingeführt. |
| erwartete Energieeinsparung in PJ | Jährliche Endenergieeinsparung (Fernwärme, Strom, fossile Energieträger, Biomasse) der 2017 geförderten Maßnahmen: 6,25 PJ (5,19 PJ EES, 1,06 PJ EEB) Jährliche Einsparung an nicht-erneuerbarer Primärenergie der 2016 geförderten Maßnahmen: 7,27 PJ (5,77 EES, 1,50 EEB) |
| erwartete THG-Minderung in Mio. t CO ₂ -Äquivalente | Jährliche THG-Minderung der 2017 geförderten Maßnahmen: 0,62 Mio. t CO ₂ -Äquivalente (0,48 Mio. t EES, 0,14 Mio. t EEB) |
| Evaluierung / Monitoring geplant | Ein Monitoring der geförderten Neubau- und Modernisierungsmaßnahmen und eine Abschätzung der dadurch erreichten Energieeinsparungen und THG-Minderungen findet statt, eine Evaluierung der Programmwirkungen dagegen nicht. |

| Teil 2: Leitsätze für ein Effizienz-Monitoring | |
|--|---|
| Adressierung relevanter Handlungsfelder | Ja: Gesamter Bereich der Wohngebäude (Wärmeschutz und Wärmeversorgung) |
| Verfügbarkeit geeigneter Indikatoren | Ja: Empirische Strukturdaten zu den von den Fördermittelempfängern durchgeführten Maßnahmen sowie darauf basierende Modell- und Hochrechnungen über die resultierenden Energieeinsparungen, THG-Emissionsminderungen, Heizkosteneinsparungen und Arbeitplatzeffekte |
| Belastbare und aktuelle Datenbasis | Jährlich durchgeführte Stichprobenerhebung unter den Fördermittelempfängern sowie Förderstatistik der KfW |
| Methoden zur Bewertung der Effektivität der Maßnahmen/Instrumente unter Einbezug endogener und exogener Faktoren | Eine Bewertung der Effektivität der Maßnahmen und Instrumente findet nicht statt. Der Einfluss endogener bzw. exogener Faktoren ist nicht bekannt. |
| Differenzierung zwischen direkten und indirekten Wirkungen | Betrachtet werden im Monitoring die direkten Wirkungen der umgesetzten Maßnahmen. Die direkten und indirekten Programmwirkungen können nicht analysiert werden, da einerseits nicht ermittelt werden kann, ob die Maßnahmen auch ohne die Programme und – trotz hoher Anforderungen – in gleicher Qualität durchgeführt worden wären und andererseits erhebliche, aber in der Höhe ebenfalls unbekannt, indirekte Programmwirkungen dadurch zu erwarten sind, dass verbesserte Standards sowohl bei Einzelmaßnahmen als auch bei Gesamt-Gebäudekonzepten (Effizienzhausstandards) allgemein in den Markt eingeführt bzw. dort etabliert werden. |
| Berücksichtigung von Verteilungswirkungen | Verteilungswirkungen werden nicht analysiert. Es ist aber festzuhalten, dass die Förderung nicht nur für Hauseigentümer, sondern indirekt auch für Mieter aller Einkommensstufen wirksam ist, da z. B. bei Modernisierungsmaßnahmen im Bestand die Mieterhöhung durch die Förderung reduziert wird. |
| Berücksichtigung langfristiger Wirkungen | Bei den geförderten Maßnahmen vor allem des Wärmeschutzes aber auch der Wärmeversorgung handelt es sich um langfristig wirksame Energiesparinvestitionen. |
| Effizienz der Maßnahmen und Instrumente | Die Effizienz wird im Monitoring nicht bewertet. |
| Effizienz des Monitorings | Geringe Monitoringkosten (2017: < 0,001 %) bezogen auf die jährlich ausgereichten Zuschüsse/Darlehen. |
| Transparenz und Neutralität des Monitorings | Hohe Transparenz (ausführlicher jährlicher Monitoringbericht), Durchführung durch unabhängige Forschungsinstitute |