

# **Gebäudesanierung Österreich**

## **Betriebs- und volkswirtschaftliche Effekte einer umfassenden Sanierungsstrategie in Österreich**

---

Endbericht

**Technische Universität Wien**

Fachbereich Finanzwissenschaft  
und Infrastrukturpolitik (IFIP)  
im Department für Raumplanung

DI Michael Böhm, Univ. Prof. Dr. Michael Getzner  
Resselgasse 5/2/2, A-1040 Wien  
Web: [www.ifip.tuwien.ac.at](http://www.ifip.tuwien.ac.at)



Wien, 09. Mai 2016

## Impressum

GDI Sanierungsstrategie Österreich – Betriebs- und volkswirtschaftlichen Effekte einer umfassenden Sanierungsstrategie in Österreich, Studie der Technischen Universität Wien (Böhm, Getzner, Fachbereich Finanzwissenschaft und Infrastrukturpolitik, E280-3) im Auftrag der Gemeinschaft Dämmstoff Industrie, Wien, 2015.

## Auftraggeber

### **Gemeinschaft Dämmstoff Industrie**

Mariahilfer Straße 123/3, 1060 Wien

Tel.: +43 1 504 57 71

Fax: +43 1 504 57 71 20

Mail: [gdi@gdi.at](mailto:gdi@gdi.at)

## Auftragnehmer

### **Technische Universität Wien**

Department für Raumplanung (E280)

Fachbereich Finanzwissenschaft und

Infrastrukturpolitik (Ifip, E280-3)

Resselgasse 5/2/2, 1040 Wien

Tel. +43-1-58801-280301

Fax +43-1-58801-280399

E-Mail: [ifip@tuwien.ac.at](mailto:ifip@tuwien.ac.at)

Web: [www.ifip.tuwien.ac.at](http://www.ifip.tuwien.ac.at)

(Ifip-Projektnummer: 191/2012)

DVR: 0005886

Univ.-Prof. Mag. Dr. Michael Getzner

Tel. +43-1-58801-280320

E-Mail: [michael.getzner@tuwien.ac.at](mailto:michael.getzner@tuwien.ac.at)

Dipl.-Ing. Michael Böhm, BSc

Tel. +43-1-58801-280326

E-Mail: [michael.boehm@tuwien.ac.at](mailto:michael.boehm@tuwien.ac.at)

Externer Konsulent: Ass.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Johann Bröthaler

Soweit in diesem Bericht geschlechtsspezifische (männliche oder weibliche) Bezeichnungen gebraucht werden, gelten die entsprechenden andersgeschlechtlichen Bezeichnungen als gleichberechtigt eingeschlossen.

# Inhalt

<b>1. Einleitung</b>	<b>5</b>
<b>2. Grundlagen</b>	<b>6</b>
2.1 Rechtliche Rahmenbedingungen	6
2.2 Gebäude und Wohnungsbestand in Österreich	8
2.3 Heizwärmebedarf und CO <sub>2</sub> -Emissionen in der österreichischen Gebäudetypologie	9
2.4 Energieeinsatz und Kosten der Haushalte	11
2.5 Überblick über Dämmstoffe – Energiekennzahlen, Eigenschaften, Ökobilanz	15
<b>3. Betriebs- und volkswirtschaftliche Rentabilität thermisch-energetischer Sanierungsmaßnahmen</b>	<b>22</b>
3.1 Grundlagen und Rechenmodell	22
3.2 Betriebswirtschaftliche Rentabilität thermisch-energetischer Sanierungstätigkeiten	27
3.3 Volkswirtschaftliche Rentabilität thermisch-energetischer Sanierungstätigkeiten	40
3.4 Vergleich betriebs- und volkswirtschaftliche Rentabilität	50
3.5 Sensitivitätsanalyse	52
3.6 Verbleibende Unsicherheiten	59
<b>4. Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte einer umfassenden Sanierungsstrategie</b>	<b>60</b>
4.1 Eingangsdaten	60
4.2 Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte unterschiedlicher Sanierungsoffensiven	61
4.3 Vergleich der Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte mit alternativen Optionen der Mittelverwendung	63
<b>5. Thermische-energetische Sanierung im Zuge der Klima- und Energiepolitik 2020, 2030 und 2050</b>	<b>65</b>
5.1 Einsparpotenzial im österreichischen Wohngebäudebestand	68
5.2 Einsparpotenzial thermisch-energetischer Sanierungen bei unterschiedlichen Sanierungsraten	70
5.3 Erreichung der österreichischen Klima- und Energieziele	74
<b>6. Praxis-Check: Erfahrungen mit dem Sanierungsscheck</b>	<b>79</b>
6.1 Räumliche Verteilung nach Bundesländern	79
6.2 Kosten und Einsparungen	82
6.3 Rentabilität thermisch-energetischer Sanierungsmaßnahmen im Rahmen der Bundesförderung Sanierungsscheck	88
<b>7. Zusammenfassung – Schlussfolgerungen – Empfehlungen</b>	<b>93</b>
<b>8. Verzeichnisse</b>	<b>99</b>
8.1 Quellenverzeichnis	99
8.2 Abbildungsverzeichnis	100
8.3 Tabellenverzeichnis	103



## 1. Einleitung

Der Sektor Raumwärme & Klimaanlage macht in Österreich noch immer ein Drittel des gesamten energetischen Endverbrauchs aus, mit einer leicht sinkenden Tendenz aber einem Anteil von knapp 50% fossiler Energieträger. Über alle Nutzenergiekategorien gesehen ist der Anteil fossiler Energieträger knapp zwei Drittel. Im Zuge von thermisch-energetischen Sanierungen kann der Energieverbrauch im Gebäudebestand drastisch reduziert werden und somit Energie und Ressourcen eingespart werden.

Das Projekt „Gebäudesanierung in Österreich - Betriebs- und volkswirtschaftliche Effekte einer umfassenden Sanierungsstrategie in Österreich“ untersucht die Rentabilität unterschiedlicher thermisch-energetischer Sanierungsmaßnahmen auf betriebs- und volkswirtschaftlicher Ebene. Im Zuge einer Kosten-Nutzen Analyse soll nicht nur die Wirkung von ausgewählten Wärmedämmungsmaßnahmen, sondern auch die Modernisierung von Heizsystemen in Ein- und Mehrfamilienhäusern einerseits aus Sicht des privaten Nutzers, andererseits die Effekte von thermisch-energetischen Sanierungen für die Republik Österreich (Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte) analysiert werden<sup>1</sup>. Auslöser bietet die ambitionierte vorhandene europäische Klima- und Energiepolitik mit dem Ziel den Einsatz fossiler Ressourcen und Treibhausgasemissionen zu minimieren und den Anteil erneuerbarer Energieträger zu steigern. Der Sektor Gebäude und Raumwärme rückt hier aufgrund seines hohen und leicht umsetzbaren Einsparpotenzials in den Mittelpunkt des politischen Interesses und bietet die Interessensgrundlage für dieses Projekt. Folgende Kernfragen stehen im Vordergrund:

- Ist die Sanierung von Wohngebäuden des Altbestandes für private Akteure bzw. den Staat sowie auch aus umweltökonomischer Sicht insgesamt rentabel?
- Welchen Einfluss haben Barrieren wie beispielsweise Rebound-Effekte oder die Kürzung von staatlichen Förderinstrumenten auf die Bereitschaft in eine Sanierung zu investieren?
- Welche Einsparungspotenziale können mit unterschiedlichen Sanierungsszenarien erreicht werden?
- Welchen Einfluss haben thermisch-energetische Sanierungen im Zuge der Anstrengungen zur Erreichung der Klima- und Energieziele aus?

Das wesentliche Ziel einer thermisch-energetischen Gebäudesanierung ist die Maximierung des Energieeinsparungspotenzials (Reduktion des Heizwärmebedarfs<sup>2</sup>) und Effizienzsteigerung im Gebäudebestand<sup>3</sup>. Eine Sanierung ist nur dann wirtschaftlich und ökologisch erfolgreich, wenn mit den möglichen Maßnahmen der Energieverbrauch und Kosten erheblich gesenkt werden können. Auch dann steht einer Annäherung der Klima- und Energieziele nichts im Weg.

---

<sup>1</sup> Eine volkswirtschaftliche Betrachtung berücksichtigt auch externe Kosten der unterschiedlichen Sanierungsoptionen.

<sup>2</sup> Im Folgenden mit HWB abgekürzt

<sup>3</sup> Nicht zu vergessen sind zusätzliche Komfortgewinne durch thermisch-energetische Sanierungen

## 2. Grundlagen

Das folgende Kapitel gliedert sich in folgende Teilbereiche:

- Rechtlicher Hintergrund
  - Welche gesetzlichen Grundlagen und Förderungen gibt es für thermisch-energetische Sanierungsmaßnahmen in Österreich?
- Gebäudestatistik und Energiebedarf in Österreich
  - Welcher Gebäudebestand ist in Österreich vorzufinden?
  - Welchen durchschnittlichen Heizwärmebedarf hat der Gebäudebestand?
- Energiestatistik – Energieeinsatz und Kosten der Haushalte
  - Welchen Energieverbrauch und Kosten haben die österreichischen Haushalte zu verzeichnen?
- Überblick über Dämmstoffe
  - Kennzahlen, Ökobilanz, Einsatzbereiche

Die wesentlichen Ziele einer TES im Gebäudebestand können unter dem Gesichtspunkt ökonomischer, ökologischer und sozialer Ansprüche verstanden werden:

- Ökonomischer Anspruch: Maximierung des Energieeinsparungspotenzials (Reduktion des Heizwärmebedarfs) und Effizienzsteigerung.
- Ökologischer Anspruch: Verminderung des Ausstoßes an Treibhausgasemissionen und Schädigung der Umwelt.
- Sozialer Anspruch: Verbesserung des Wohnkomforts, Behaglichkeit sowie Akzeptanz in der Bevölkerung.

Der vor einer thermisch-energetischen Sanierung benötigte Energiebedarf einzelner Gebäude hängt sehr stark von Alter und Typ des Gebäudes ab. Ein Blick auf den österreichischen Gebäudebestand und damit verbundenen Energieverbrauch schafft eine Grundlage für die zu sanierenden Gebäude. In anderen Worten: Eine Sanierung ist nur dann wirtschaftlich und ökologisch erfolgreich, wenn mit den möglichen Maßnahmen der Energieverbrauch und Kosten erheblich gesenkt werden können. Und dies hängt nicht nur maßgeblich von der Beschaffenheit des Gebäudes oder (nicht zu vernachlässigen) den klimatischen Bedingungen am Standort ab, sondern auch vom Verhalten und Ansprüche der NutzerInnen in Bezug auf Raumwärme (Reboundeffekt).

### 2.1 Rechtliche Rahmenbedingungen

Neben einer Reihe von Richtlinien und Gesetzen auf EU-Ebene mit dem Ziel die Energieeffizienz bzw. den Anteil erneuerbarer Energieträger zu erhöhen und THG-Emissionen zu senken, in denen auch der Gebäudebereich erwähnt wird, gibt es zwei wesentliche Dokumente für die Förderung der energetischen Sanierung von Gebäuden: *Energy Performance of Building Directive* (EPBD) und *Energy Efficiency Directive*. Ziel ist es den Energieverbrauch aller Gebäude bis 2020 auf einen Super-Niedrigenergiehaus-Standard zu bringen. Dies soll durch den Einsatz von Energieausweisen und festgelegten minimalen Energieanforderungen erreicht werden. In Österreich wurden diese Richtlinien im Rahmen des Energieausweis-Vorlage-Gesetz (EAVG 2012) und der OIB Richtlinie 6<sup>4</sup> „Energieeinsparung und Wärmeschutz“ umgesetzt. Da in Österreich Bauangelegenheiten in die Kompetenz der Länder fallen, konnten durch eine Harmonisierung der Bauordnungen alle Anforderungen eingearbeitet werden. Die OIB Regelung setzt Mindestenergiestandards für Gebäude (Neubau und Sanierungen) fest, die Limits (z.B.: Heizwärmebedarf) bis 2020/2030 werden jedoch in weiteren Revisionen weiter

---

<sup>4</sup> Welche auch Ö-Normen beinhaltet

verschärft<sup>5</sup>. Die folgende Tabelle 1 zeigt Klassengrenzen für die grafische Darstellung in der Energieeffizienzskala auf der ersten Seite des Energieausweises.

**Tabelle 1:** Energieausweis: Klassifizierung der Gebäude nach Energiebedarf

Klasse	HWB <sub>Ref,SK</sub> [kWh/m <sup>2</sup> a]	PEB <sub>SK</sub> [kWh/m <sup>2</sup> a]	CO <sub>2</sub> <sub>SK</sub> [kg/m <sup>2</sup> a]	f <sub>GEE</sub> [-]
A++	10	60	8	0,55
A+	15	70	10	0,70
A	25	80	15	0,85
B	50	160	30	1,00
C	100	220	40	1,75
D	150	280	50	2,50
E	200	340	60	3,25
F	250	400	70	4,00
G	> 250	> 400	> 70	> 4,00

Quelle: OIB Richtlinie 6 [1], 2015

Für ein besseres Verständnis werden in der folgenden Abbildung 1 die Energiekennzahlen nach Gebäuden zugeordnet und einem entsprechenden Heizölverbrauch pro m<sup>2</sup>/Jahr dargestellt.

### Klassifizierung von Wohnhäusern nach der Energiekennzahl

Haustyp	Energiekennzahl	entspr. Heizölverbrauch pro m <sup>2</sup> /Jahr
Altbau (Bestand)	ca. 225 kWh/m <sup>2</sup> a	22,5 Liter
Standardhaus nach OIB Richtlinie 06	< 66,5 kWh/m <sup>2</sup> a	< 6,5 Liter
Niedrigenergiehaus*	< 45 kWh/m <sup>2</sup> a	< 4,5 Liter
Niedrigstenergiehaus*	< 30 kWh/m <sup>2</sup> a	< 3,0 Liter
Passivhaus	< 15 kWh/m <sup>2</sup> a (nach phpp*)	< 1,5 Liter

\* Passivhaus Projektierungs Programm

**Abbildung 1:** Klassifizierung von Wohnhäusern nach Energiezahlen

Quelle: Variobau.at, 2015

Ein Altbau benötigt über 15 Mal so viel Energie wie ein Passivhaus und sollte energietechnisch so gut als möglich thermisch-energetisch saniert werden. Das Standardhaus stellt die Mindestanforderung an die Wärmedämmung laut Bautechnikverordnung dar. In Zukunft ist der Plan Niedrigstenergiehäuser anzustreben (sogenannte 3-Liter-Häuser - 3 Liter Heizöl pro m<sup>2</sup> und Jahr).

Es gibt zwei wichtige Förderinstrumente für thermisch-energetische Sanierungen in Österreich:

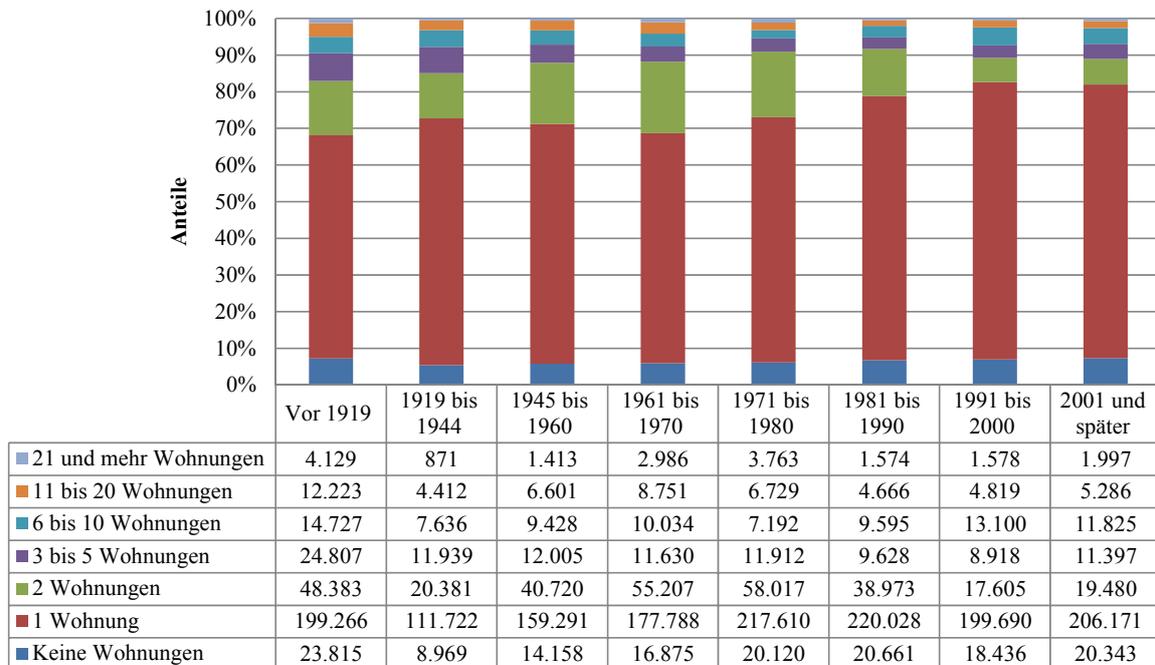
- **Wohnbauförderung der Länder:** Gewährung besonders günstiger Darlehen, Annuitäten- und Zinsenzuschüssen bei der Rückzahlung eines Kredites oder einen einmaligen, nicht rückzahlbaren Baukostenzuschuss.
- **Bundeszuförderung „Sanierungsscheck“** im privaten Wohnbau für Gebäude, die älter als 20 Jahre sind: Seit 2009 (außer 2010) steht jedes Jahr ein Budget für die Förderung thermischer Sanierungen (Teilmaßnahme, Umfassende Maßnahme, Heizkesseltausch) zur Verfügung. Derzeit beträgt

<sup>5</sup> Die derzeitigen Mindeststandards können der aktuellen OIB Richtlinie 6 (2015) entnommen werden: [http://www.oib.or.at/sites/default/files/richtlinie\\_6\\_26.03.15.pdf](http://www.oib.or.at/sites/default/files/richtlinie_6_26.03.15.pdf)

sie 30% der förderungsfähigen Kosten bzw. maximal 6.000 Euro. In einem Antragsformular müssen alle Maßnahmen und Wirkungen berechnet werden und Rechnungen vorgelegt werden.

## 2.2 Gebäude und Wohnungsbestand in Österreich

In Österreich gibt es rund 2,19 Mio. Wohngebäude mit etwa 4,3 Mio. Wohnungen (Registerzählung 2011 Statistik Austria). Rund 88% aller Wohngebäude sind Ein- und Zweifamilienhäuser (60% der Fläche) und 12% fallen unter die Kategorie Mehrfamilienhäuser (40% der Fläche)<sup>6</sup>.



**Abbildung 2:** Gebäudebestand Österreich: Anzahl der Wohnungen im Gebäude nach Bauperiode

Quelle: Statistik Austria, Registerzählung 2011, Eigene Darstellung (Ifip, TU Wien, 2015).

Lediglich 10% aller Gebäude in Österreich fallen unter die Kategorie Nicht-Wohngebäude<sup>7</sup>. Bei der Unterscheidung aller Wohngebäude nach der Anzahl der Wohnungen zeigt sich eine Dominanz der Wohngebäude mit mehr als 11 Wohnungen in der Bundeshauptstadt Wien. In den restlichen Bundesländern dominiert hingegen das Einfamilienhaus (besonders im Burgenland und Niederösterreich) und Gebäude mit 3 bis 10 Wohnungen.

Die Anzahl an Wohngebäuden hat sich in Österreich von 2001 bis 2011 um 6% auf 2,19 Mio., die Zahl der Wohnungen um 13% auf 4,4 Mio. erhöht. Es ist somit ein Trend zunehmender Wohnungszahlen als Gebäudezahlen zu erkennen. Die folgende Abbildung 3 zeigt klar, dass Wohngebäude ab 3 Wohnungen stark zugenommen haben.

Für die Erfüllung der Energie- und Klimaziele der Republik Österreich könnte die potentielle Zunahme von Mehrfamilienhäusern eine Barriere hinsichtlich einer angestrebten Erhöhung der Sanierungsrate bedeuten. Bei Einfamilienhäusern im Eigentum lassen sich Sanierungstätigkeiten generell leichter gestalten als bei Mehrfamilienhäusern, welche die Zustimmung fast aller Wohnungseigentümer ver-

<sup>6</sup> 12,5% aller Wohngebäude ab 3 Wohnungen weisen jedoch einen Wohnungsanteil von 53% auf

<sup>7</sup> Hotels, Bürogebäude, Groß- und Einzelhandel,...

langt. Zusätzlich fallen 39% aller Wohnungen in die Kategorie Hauptmiete<sup>8</sup>. Ein weiterer interessanter Aspekt ist, dass 10% aller Wohnungen in Österreich über keine Heizung verfügen und somit Potenzial für den Einbau eines energieeffizienten Heizsystems haben [1].

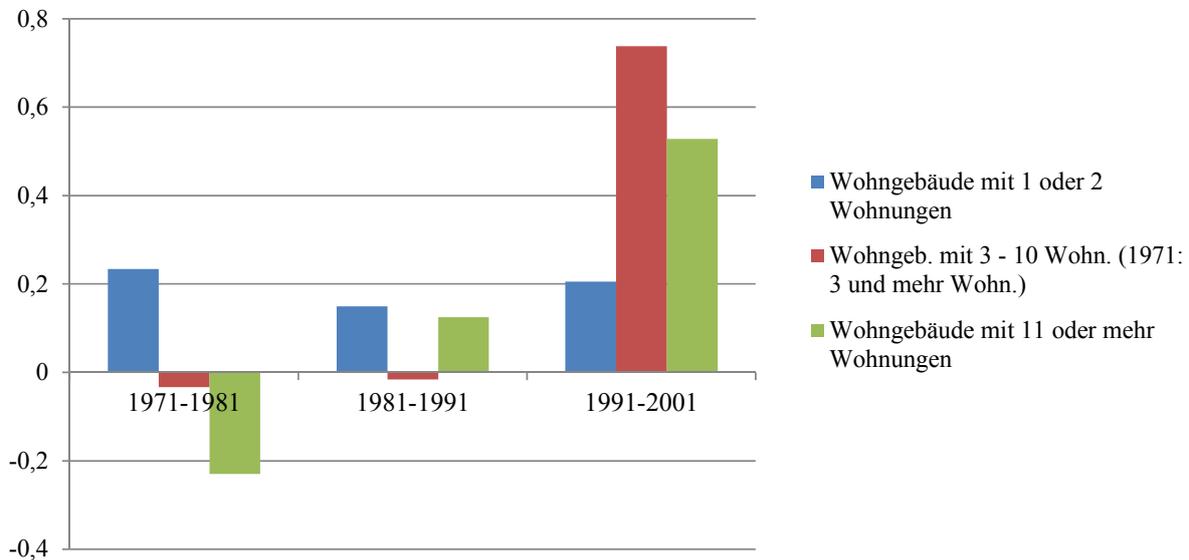


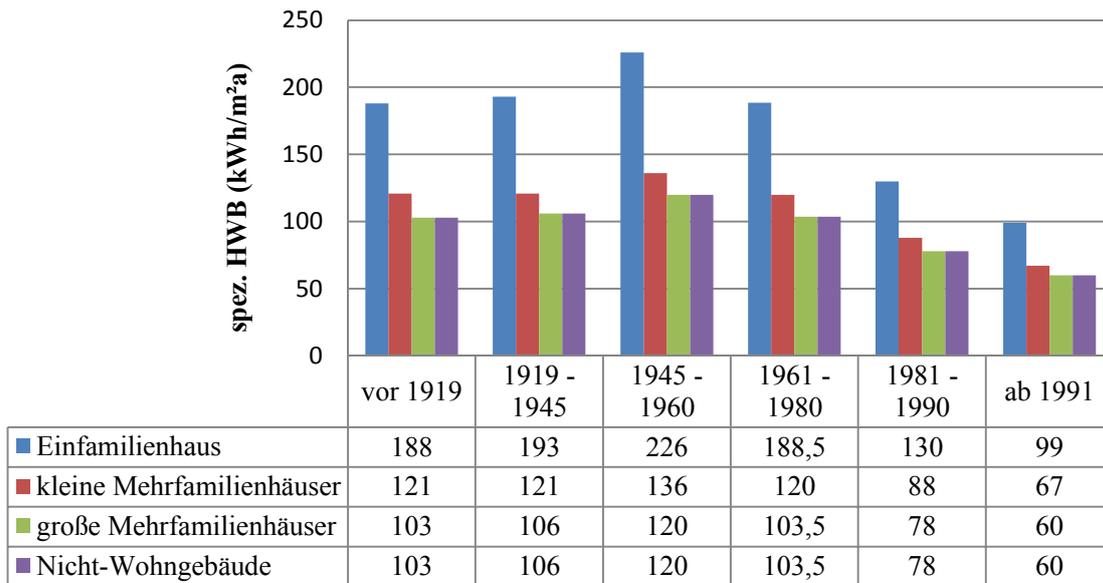
Abbildung 3: Veränderung der Wohngebäudetypen (%)

Quelle: Statistik Austria, Eigene Darstellung (Ifip, TU Wien, 2015).

## 2.3 Heizwärmebedarf und CO<sub>2</sub>-Emissionen in der österreichischen Gebäudetypologie

Der Heizwärmebedarf (in kWh/m<sup>2</sup>a) ergibt sich aus mehreren Einflussgrößen. Jedoch kann der HWB prinzipiell nach unterschiedlichen Gebäudekategorien und Bauperiode klassifiziert werden. Besonders Gebäude, die nach dem 2. Weltkrieg wiederaufgebaut wurden weisen eine besonders schlechte Performance auf. Dies liegt zum Teil an der Verwendung unterschiedlicher zur Verfügung gestandener Materialien. Die folgende Abbildung unterscheidet den spezifischen Heizwärmebedarf (kWh/m<sup>2</sup>a) für verschiedene Gebäudetypen und Bauperiode. Die folgende Abbildung 4 zeigt den spezifischen Heizwärmebedarf unterschiedlicher Gebäudekategorien nach Bauperioden unterschieden.

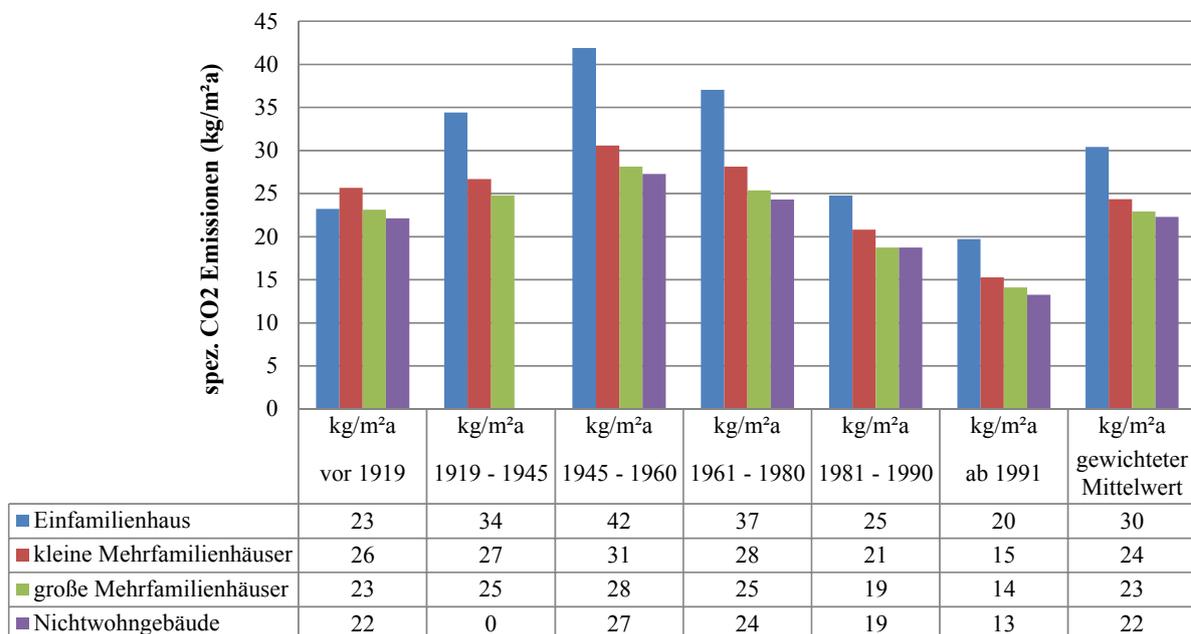
<sup>8</sup> Hier stellt sich prinzipiell die Frage, inwieweit eine Sanierung des Eigentümers erwünscht ist oder nicht. MieterInnen haben generell rechtlich nicht die Möglichkeit eine Sanierung durchzuführen. Es wird angenommen, dass Eigentümer Mietwohnungen nur thermisch sanieren, wenn die MieterInnen die Kosten in Form von Mieterhöhungen tragen. Eine Studie der dena hat gezeigt, dass sich die zusätzlichen Mieterhöhungen nach einer thermischen Sanierung im Rahmen halten [2]. Bei Eigenbenützung einer Wohnung durch den Eigentümer besteht höchstwahrscheinlich ein höherer Anreiz in eine Sanierungsmaßnahme zu investieren.



**Abbildung 4:** spezifischer Heizwärmebedarf (HWB) nach Gebäudetyp und Bauperiode in kWh/m<sup>2</sup>a

Quelle: Jungmeier et al. (1996)

Je nach Gebäudetyp, Bauperiode sowie den unterschiedlich eingesetzten Energieträgern für Raumwärme unterscheiden sich auch die Treibhausgasemissionen (folgende Abbildung 5). Einfamilienhäuser weisen über alle Bauperioden die höchsten spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen auf (Mittelwert 30 kg/m<sup>2</sup>a, Mehrfamilienhäuser im Durchschnitt nur 23 kg/m<sup>2</sup>a).

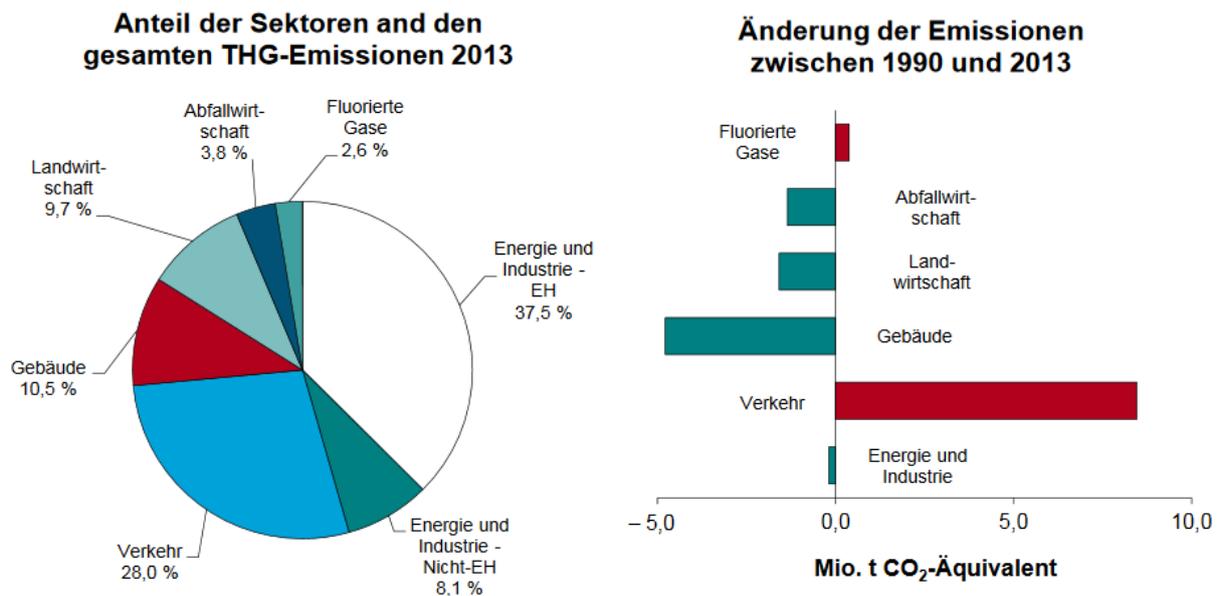


**Abbildung 5:** spezifische CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Gebäudekategorie und Bauperiode in kg/m<sup>2</sup>a

Quelle: Streicher Wolfgang, Universität Innsbruck

Die folgende Abbildung 6 gibt einen Überblick über den Anteil aller Sektoren an den Treibhausgas-Emissionen 2013 und ihre Änderung zwischen 1990 und 2013. Der mit Abstand höchste Rückgang mit 36,5% an THG-Emissionen konnte dem Gebäudesektor zugeordnet werden. Hier lässt sich klar

ableiten, welches hohe Einsparpotenzial im Gebäudesektor durch thermisch-energetische Sanierungen erreicht werden kann<sup>9</sup>.



**Abbildung 6:** spezifische THG-Emissionen nach Anteil der Sektoren für das Jahr 2013 mit Angabe ihrer Änderung zwischen 1990 und 2013

Quelle: Umweltbundesamt, 2015

Weitere Studien, die sich mit der Ermittlung des HWB bzw. CO<sub>2</sub>-Emissionen beschäftigen:

- Projekt TABULA (Typology Approach for Building Stock Energy Assessment) aus dem Jahr 2012 berechnete die Einsparpotenziale, die durch TES entstehen für verschiedene Gebäudetypen und Bauperioden für EU Mitgliedstaaten.
- Die Studie „Thermische Sanierung in Österreich“ (Department für Bauen und Umwelt an der Donau-Universität Krems) hat 2012 die Performance unterschiedlicher Gebäudetypen berechnet und spezifische CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren veröffentlicht. Es hat sich gezeigt, dass besonders Gebäude aus der Bauperiode 1945-1960, bzw. Ein- und Zweifamilienhäuser aus den Perioden vor 1919 bis 1970 über ein hohes Sanierungspotenzial verfügen.

## 2.4 Energieeinsatz und Kosten der Haushalte

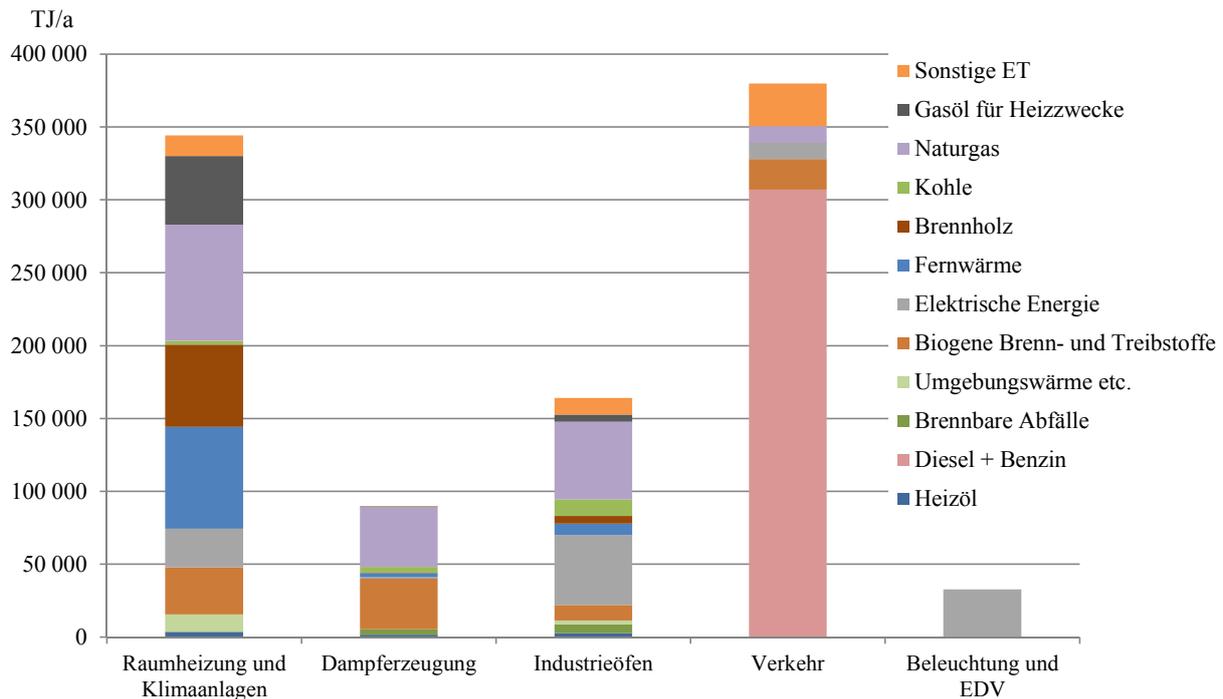
### 2.4.1 Energieeinsatz der Haushalte

Der Gebäudebereich fällt in einigen Darstellungen in den Sektor „Sonstige Energieverbraucher“, die sich in die Bereiche Private Haushalte, Öffentliche und private Dienstleistungen sowie Landwirtschaft unterteilen. Der Energiebedarf von privaten Haushalten gliedert sich in Raumheizung, Warmwasser, Kochen und Sonstiges (z.B.: Strombedarf für Haushaltsgeräte)

Die folgende Abbildung 7 zeigt den energetischen Endverbrauch nach Nutzenergiekategorien und Energieträgern für das Jahr 2013 in TJ/a. Gut zu erkennen ist der hohe Anteil der Nutzenergiekatego-

<sup>9</sup> Der hohe Rückgang sei natürlich nicht nur thermisch-energetischen Sanierungsmaßnahmen gutzuschreiben, es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass Wärmedämmungsmaßnahmen bzw. der Einsatz von modernen und effizienten Heizsystemen einen wesentlichen Anteil der Reduktion mitbestimmen.

rie Raumwärme und Klimaanlage mit einem Anteil von knapp 30% mit nahezu der Hälfte fossile Energieträger im Einsatz.



**Abbildung 7:** Energetischer Endverbrauch 2013 nach Nutzenergiekategorien und Energieträgern in TJ/a

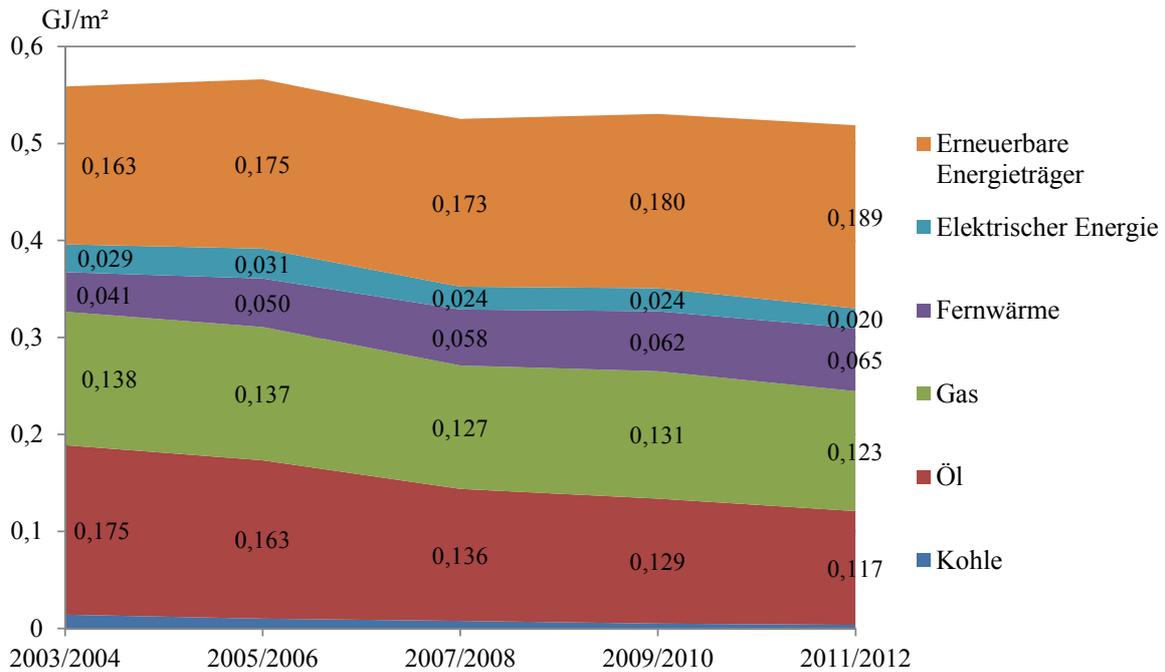
Quelle: Statistik Austria, Eigene Darstellung (Ifip, TU Wien, 2015)

Der Bereich Raumwärme zeigt eine sinkende Tendenz am Anteil der Gesamtenergiebilanz, absolut betrachtet ist der Energieverbrauch jedoch leicht gestiegen (bzw. auch je nach Intensität der Temperaturen in den Wintermonaten auch gesunken). Die Klima- und Energieziele zu erreichen heißt auch im Bereich Mobilität einzusparen, dieser Sektor hatte jedoch in den letzten Jahren einen Anstieg zu verzeichnen.

### Bereich Raumwärme:

Der absolute Energieeinsatz der privaten Haushalte nach Verwendungszwecken (in GJ) lässt sich mit 83% der Kategorie Raumheizung, Warmwasser mit 14% und Kochen mit 3% zuordnen. Der Anteil fossiler Energieträger bei allen Kategorien (Heizen, Kochen: Öl und Gas und teilweise elektrische Energie aus fossilen Quellen) macht über 50% aus. Beim Heizen besteht somit ein hohes Energieeinsparpotenzial durch Erneuerung des Heizkessels (Energieträgerwechsel und Effizienzsteigerung), welches im Zuge einer thermisch-energetischen Sanierung durchgeführt werden kann. Der bereits hohe Anteil erneuerbare Energiequellen beim Heizen ist durchaus erwähnenswert. 2012 verzeichneten im Bereich Raumheizung die 4 Energieträger Holz, Gas, Öl und Fernwärme die größten Anteile (85%, davon 39% erneuerbar). Bei der Warmwassernutzung sind Strom (25%), Gas (22%) Heizöl (13%) und Fernwärme (15%) die meistgenutzten Energieträger.

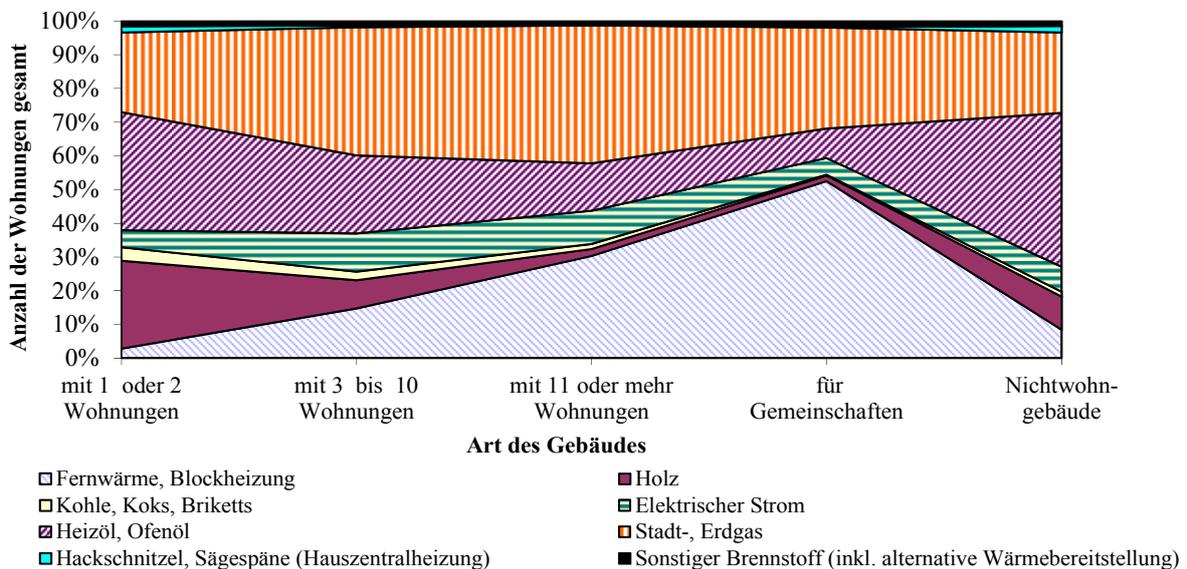
Betrachtet man den Energieeinsatz nach Energieträgergruppen Abbildung 8, so erkennt man ein Steigen erneuerbarer und ein Sinken fossiler Energieträger (besonders Öl) über die letzten 10 Jahre. Absolut betrachtet ist der Energieeinsatz für Raumwärme von 56,2 GJ/m<sup>2</sup> auf 52,1 GJ/m<sup>2</sup> zurückgegangen. In Österreich wird am meisten mit Gas und Öl geheizt, der Anteil der biogenen Ressourcen liegt bei beachtlichen 33% im Jahr 2012.



**Abbildung 8:** Energieeinsatz der Haushalte nach Verwendungszwecken (x-Achse: GJ) Österreich

Quelle: Statistik Austria, Eigene Darstellung (Ifip, TU Wien, 2015).

In Abbildung 9 erkennt man einen hohen Anteil der Energieträger Öl und Gas als Brennstoff bei allen Gebäudekategorien, bei Wohngebäuden mit 11 oder mehr Wohnungen bzw. für Gemeinschaften kommen Fernwärme und Blockheizungen zur Anwendung. Einfamilienhäuser nutzen hauptsächlich Öl, Gas und Holz als Energieträger, bei kleineren Mehrfamilienhäusern ist der Anteil elektrischer Energie nicht zu unterschätzen (hohe Verluste bei Umwandlung).



**Abbildung 9:** Brennstoff/Energieträger nach Gebäudetypen

Quelle: Streicher, Wolfgang [2]

## 2.4.2 Ausgaben der Haushalte - Energiepreise

Die rund 3,69 Mio. privaten Haushalte in Österreich geben im Jahr im Durchschnitt 2.840 Euro brutto für den Energiekonsum aus. Hier fallen 40% auf den Bereich Mobilität, 32% auf Raumwärme/Warmwasser sowie 28% auf elektrische Energie. Für Brennstoffkosten im Bereich Heizung und Warmwasser konnte eine Stabilität beobachtet werden. Bei Betrachtung der Energieträger im Detail zeigt ein 5-Jahresschnitt eine generelle Preissteigerung, wobei Heizöl stärkeren Schwankungen unterliegt und der Preis für Fernwärme im Gegenteil kontinuierlich steigt.

Der Energiepreisindex (EPI) für die Haushalte, welcher aus den Daten des Verbraucherpreisindex (VPI) der Statistik Austria erstellt bringt die Preisentwicklung der im Warenkorb der Statistik Austria enthaltenen Energieträger zum Ausdruck. Im Durchschnitt gab 2013 der EPI um 1,3% im Vergleich zum Vorjahr nach. Maßgeblich verantwortlich für diese Entwicklung war der Rückgang der Preise von Gas, Heizöl, Eurosuper und Diesel. Der größte Rückgang war bei Heizöl mit minus 5,1 % zu verzeichnen. Eine Betrachtung der Ausgaben über alle Haushalte zeigt: Erneuerbare schneiden mit geringen Kosten gut ab, die Ausgaben für Öl, Gas und Strom sind vergleichsweise hoch.

Die aktuellen Energiepreise (Betriebskosten) und durch den Einsatz entstehenden Emissionen lassen sich in der folgenden Tabelle 2 gut zusammenfassen.

**Tabelle 2:** Brennstoffkosten (Betriebskosten) und CO<sub>2</sub>-Emissionen im Vergleich (Österreich)

Brennstoff	Einheit	Kosten cent/kWh	Jahres nutzungsgrad	Jahresverbrauch	Jahresbrennstoffkosten	CO <sub>2</sub> (t/Jahr)
Fernwärme	0,094 €/kWh	9,4	0,95	21.053 kWh	1 979 €	k.A.
Heizöl (EL) Gebläse-Kessel	0,91 €/l	10	0,85	2.401 L	2 185 €	6,1 t
Heizöl (EL) Brennwert-Kessel (Fußboden)	0,91 €/l	10	0,91	2.243 L	2 041 €	5,7 t
Erdgas Kessel, Therme	0,735 €/m <sup>3</sup>	8,6	0,85	2451 m <sup>3</sup>	1 801 €	4,7 t
Erdgas Brennwertgerät (Fußboden)	0,735 €/m <sup>3</sup>	8,6	0,96	2170 m <sup>3</sup>	1 595 €	4,2 t
Stückholz Vergaserkessel mit Puffer, Buche 25% Restf.	78€/rm	3,4	0,78	11,5 rm	900 €	CO <sub>2</sub> -neutral
Stückholz Naturzugkessel ohne Puffer, Buche 25% Restf.	78€/rm	3,4	0,55	16,4 rm	1 276 €	CO <sub>2</sub> -neutral
Pellets lose mit Silo-Pumpwagen	242 €/t	4,7	0,85	4.706 kg	1 139 €	CO <sub>2</sub> -neutral
Strom Tag	0,178 €/kWh	18,8	0,95	21.053 kWh	3 747 €	13,1 t
Strom Nacht	0,178 €/kWh	18,8	0,95	21.053 kWh	3 747 €	13,1 t
Wärmepumpe Wasser/Wasser JAZ 3,1 (Praxis)	0,178 €/kWh	18,8	3,1	6452 kWh	1 148 €	4,0 t
Wärmepumpe (Luft/Wasser), JAZ 2,3 (Praxis)	0,178 €/kWh	18,8	2,3	8696 kWh	1 548 €	5,4 t

Quelle: bodlos.at, Eigene Darstellung (Ifip, TU Wien, 2015). Anmerkungen: Zusammengestellt aus den Quellen www.iwo-austria und www.propellets.at; Jahresnutzungsgrad: Abhängig vom Heizkessel und der Gesamtanlage. Bei Fernwärme und Strom ohne Vorkette ab Hauszähleinrichtung.

## 2.5 Überblick über Dämmstoffe – Energiekennzahlen, Eigenschaften, Ökobilanz

Ein Blick auf die Dämmstoffstatistik 2014 zeigt, dass der bisherige Musterschüler Österreich im Jahr 2014 mit einem Minus von 5,3% im Vergleich zu 2013 zu kämpfen hat. Das Dämmstoffvolumen ist 2014 (mit 5,6 Mio.m<sup>3</sup>) somit erstmals unter das Volumen von 2008 (5,8 Mio. m<sup>3</sup>) gefallen. Das Wachstum des Dämmstoffmarkts allgemein ist einerseits ein Indikator für die anhaltende schwache Konjunktur, aber auch andererseits ein Synonym für die Verbesserung der Energieeffizienz im gesamten Gebäudebereich, ein wichtiger Baustein zur Erreichung der Klima- und Energieziele 2020. Der pro Kopf Verbrauch an Wärmedämmung ist in Österreich doppelt so hoch wie in Deutschland. 2008 betrug dieser in Österreich 0,73m<sup>3</sup>/Kopf, in Deutschland lediglich 0,33m<sup>3</sup>/Kopf<sup>10</sup>.

### 2.5.1 Thermische Wärmegewinne und -verluste in einem Gebäude

Über die thermische Bewertung eines Gebäudes (thermische Gewinne/Verluste) ergibt sich jene Wärmemenge, die dem Objekt entweder zugeführt oder entzogen werden muss, um eine gewünschte Raumtemperatur aufrecht zu erhalten<sup>11</sup>. Im Fall des Heizens wird diese Nutzwärme als Heizwärmebedarf (angegeben in kWh/m<sup>2</sup>a) bereitgestellt und dient als Ausgangskennwert eines Gebäudes vor und nach thermisch-energetischen Sanierungstätigkeiten. Abbildung 10 zeigt beispielhaft Einflussgrößen auf die Wärmebilanz eines Gebäudes.

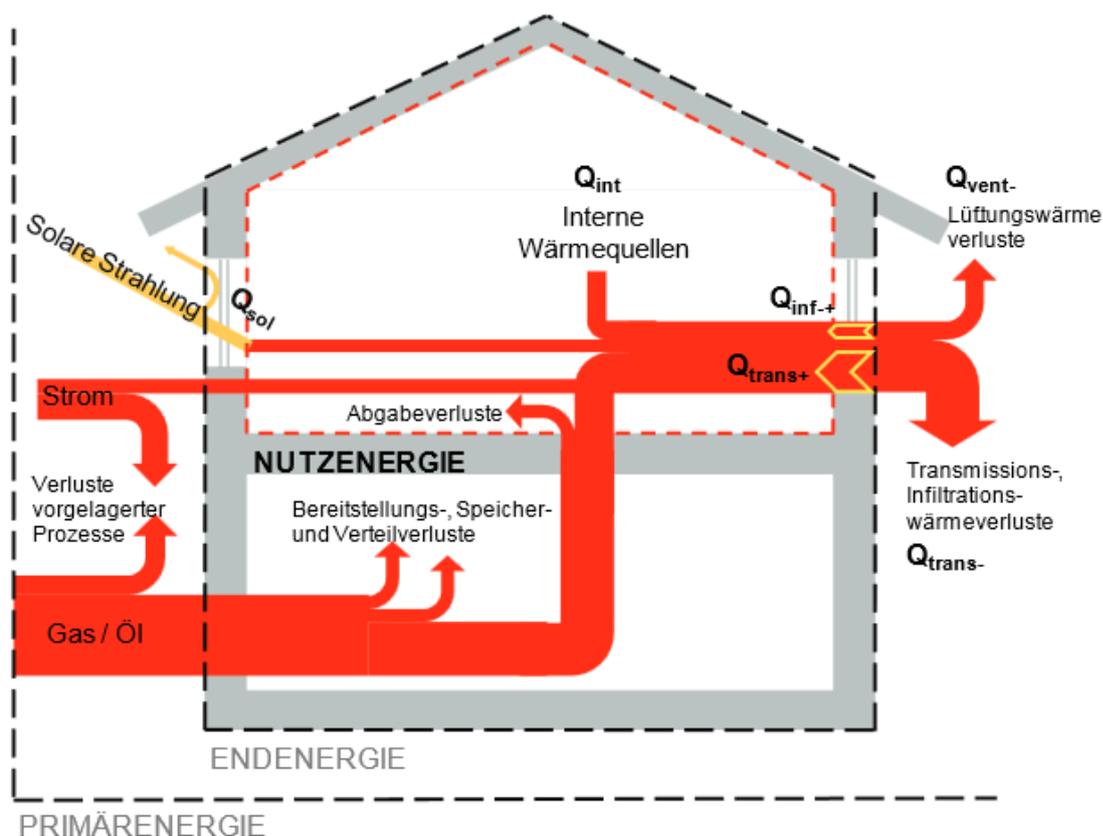


Abbildung 10: Wärmegewinne und Wärmeverluste in einem Gebäude

Quelle: TU-Graz [3, p. 7]

<sup>10</sup> Aus Presseinfo: „GDI Dämmstoffstatistik 2014 zeigt Minus“ der GDI, 2015

<sup>11</sup> Summe von Wärmeverluste und –gewinne muss identisch sein

Bei einer thermisch-energetischen Sanierung ist das Ziel Lüftungs- und Transmissionswärmeverluste zu minimieren. Einflussfaktoren sind die Gebäudegeometrie (A/V-Verhältnis), die Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) sowie die Temperaturdifferenz zwischen Innen- und Außenluft. Solare Einstrahlung durch Sonnenenergie stellt einen wichtigen Wärmegewinn dar. Fenster müssen, neben einer Ausrichtung der Fenster nach Süden jedoch nach einer Sanierungstätigkeit niedrige U-Werte erreichen, um im Winter eine ausreichende Wärmedämmung zu gewährleisten<sup>12</sup>. Bei einer guten Wärmedämmung wird somit nicht nur der Transmissionswärmeverlust infolge des Temperaturgefälles von innen nach außen minimiert, sondern auch in der Heizperiode die Sonnenenergie sinnvoll genutzt werden kann.

### **Wichtige Energiekennzahlen im Überblick:**

In den letzten 30 Jahren hat sich die thermische Dämmqualität von Dämmstoffen zunehmend verbessert, jedoch auch die Dämmstoffdicke aufgrund der gesetzlich gewünschten Dämmleistungen erhöht.

Wärmeleitfähigkeit „ $\lambda$ -Wert (W/mK)“: Je geringer die Wärmeleitfähigkeit eines Dämmstoffes ist, desto bessere Wärmedämmeigenschaften besitzt er. Sie ist generell abhängig von Wärmeleitfähigkeit des Grundstoffs, Anzahl, Anordnung und Größe der Poren, Rohdichte (Gewicht des Dämmstoffs dividiert durch das entsprechende Volumen) sowie der Feuchtigkeit des Rohstoffes. Sie gibt an, welche Wärmemenge in einer Sekunde durch eine 1 m dicke und 1 m<sup>2</sup> große Schicht eines Stoffes dringt, wenn der Temperaturunterschied 1 K beträgt.

Wärmedurchgangskoeffizient „U-Wert“ (W/m<sup>2</sup>K): Der U-Wert oder „Wärmeverlust des Hauses“ (Wärmestrom je Fläche Wand und je Kelvin Temperaturunterschied in W/m<sup>2</sup>K) ist die wichtigste Kennzahl im Zusammenhang mit dem Wärmeschutz eines einzelnen Bauteils und gibt den Wärmedurchgang eines Fluid durch einen festen Körper (z.B. Wand) in ein zweites Fluid an. Zur Erreichung der Zielwerte dürfen bei einem Bauvorhaben wärmeübertragende Bauteile gewisse Höchstwerte nicht überschreiten<sup>13</sup> (siehe OIB-Richtlinie 6 Kapitel 4.4). Je kleiner der U-Wert ist, desto besser dämmt der Bauteil. Der U-Wert ergibt sich aus dem Kehrwert des R-Wertes ( $U=1/R$ ).

Wärmedurchgangswiderstand „R-Wert“ (m<sup>2</sup>K/W): Zur Veranschaulichung der Dämmwirkung eines Bauteiles kann der R-Wert herangezogen werden. Er ergibt sich aus dem Kehrwert des U-Wertes ( $R=1/U$ -Wert oder  $R=d/\lambda$ <sup>14</sup>). Je größer der R-Wert, desto besser ist die Wärmedämmeigenschaft des Bauteils.

Oberfläche-zu-Volumen-Verhältnis „A/V-Verhältnis“: Neben der Dämmstärke ist vor allem die Kubatur, Lage, Zonierung des Baukörpers ein entscheidender Parameter für den Heizenergiebedarf. Es ergibt sich aus dem Quotienten aus der Oberfläche A und dem Volumen V eines geometrischen Körpers und besitzt die Dimension 1/Länge. Gebäude mit niedrigem A/V-Verhältnis haben pro Volumen weniger wärmeübertragende Flächen als Gebäude mit hohem A/V-Wert, und damit geringeren Transmissionswärmebedarf. Dafür bieten Gebäude mit hohem A/V-Wert bessere Möglichkeiten der Belichtung.

---

<sup>12</sup> Es ist zu erwähnen, dass Fenster einen höheren U-Wert als Dämmstoffe aufweisen

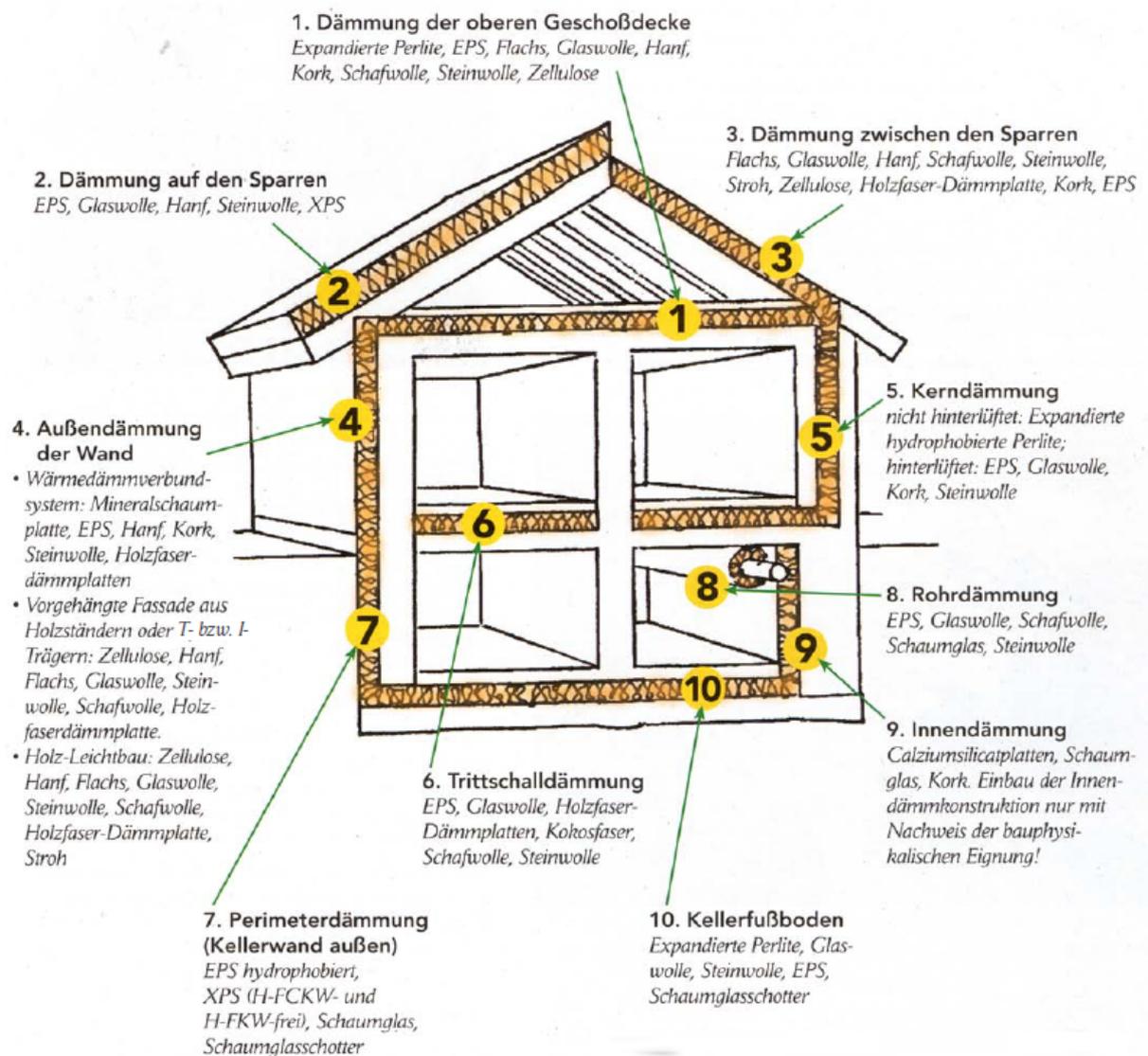
<sup>13</sup> Laut OIB 6 2015 dürfen beispielsweise Wände gegen Außenluft einen U-Wert von 0,35 W/m<sup>2</sup>K nicht überschreiten[11, p. 8]

<sup>14</sup> d: Dämmstoffdicke

## 2.5.2 Anwendbarkeit von Dämmstoffen in einem Gebäude

Bei einer thermisch-energetischen Sanierung des Altbestandes finden die unterschiedlichsten Dämmstoffe ihre Anwendung. Für jeden Bereich im Gebäude eignen sich unterschiedliche Dämmmaterialien. Dabei wird prinzipiell in synthetische, mineralische und naturnahe/erneuerbare Dämmstoffe (Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen NAWARO) unterschieden.

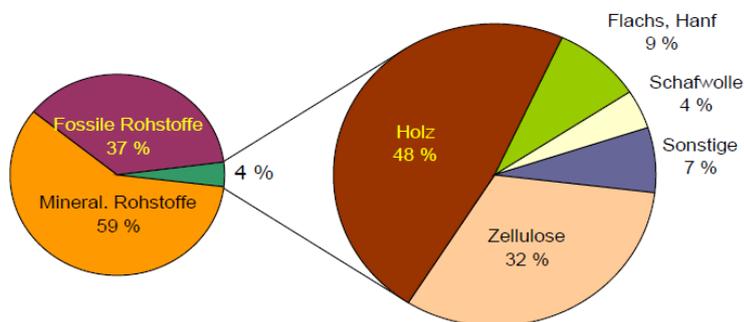
Bereits 1937 wurde eine Richtlinie für die Mauerdicken bei Wohnungsbauten (DIN 4106) definiert, welche die Grundlage für die Anforderungen an Wanddicken nach Klimazonen definierte. In Folge der Energiekrise 1977 erlangten die Entwicklung und der Einsatz von Dämmstoffen ihren Höhepunkt (1. Wärmeschutzverordnung und Energiesparverordnung ENEC in Deutschland). Dämmstoffe werden trotz ihrer vielfältigen Ausführungsvarianten in Platten bzw. Matten, Schäume, Schüttungen, Einblasprodukte und Stopfprodukte angeboten. Dies ist je nach Anwendung und der Materialeigenschaften abhängig. Die Vielfalt an derzeit verfügbaren Dämmstoffen und ihren Einsatzgebieten sind der folgenden Abbildung 11 zu entnehmen.



**Abbildung 11:** Einsatz von Dämmstoffen in Gebäuden

Quelle: die Umweltberatung, 2011 [4, p. 2]

Die folgende Abbildung 12 zeigt, welche Dämmstoffe häufig für thermisch-energetische Sanierungen verwendet worden sind. Zu erkennen ist der hohe Anteil von Dämmstoffen aus fossilen und mineralischen Rohstoffen, ein kleiner Anteil ist den NAWAROs zuzusprechen.



Quelle: Gesamtverband Dämmstoffindustrie [5]

**Abbildung 12:** Marktvolumen Dämmstoffe 2004

### 2.5.3 Ökologie von Dämmstoffen

Je nach Dämmstoffwahl werden für die Erzeugung unterschiedliche Mengen an Rohstoffen und Energie benötigt. Um die Auswirkungen der Dämmstoffproduktion in ihrem gesamten Lebenszyklus zu erfassen wird die Methode des Life-Cycle-Assessment angewandt. Die Umsetzung der Bewertung erfolgt im Rahmen der ISO Normen 14040 und 14044, welche sich mit dem Thema Ökobilanz beschäftigen und gemeinsam den Standard für eine ISO-konforme Ökobilanzierung darstellt. In Österreich wird der Ökoindex OI3 als Instrument zur ökologischen Optimierung von Gebäuden herangezogen. Er beurteilt die Materialwahl anhand von ökologischen Indikatoren. Als Datengrundlage wird das baubook zur Verfügung gestellt, in dessen Datenbank Hersteller die Ökobilanz ihrer Produkte nachzuweisen haben. Der Ökoindex 3 verwendet von der Vielzahl an Umweltkategorien bzw. Stoffgrößen folgende Indikatoren:

- Parameter zur Beschreibung des Ressourceneinsatzes
  - **Primärenergieinhalt (PEIne)** - Bedarf an nicht erneuerbarer energetischen Ressourcen
- Parameter zur Beschreibung der Umweltwirkungen gemäß Frischknecht et. al 2004
  - **Treibhauspotenzial (GWP100<sup>15</sup>)** – Globale Erwärmung durch Treibhausgase (Umweltwirkung) gemäß CML2001
  - **Versäuerungspotenzial (AP)** – Regional wirksam auf Böden, Wald, Gewässer, etc. gemäß CML2001

Zur Modellierung des Lebenszyklus dient die Software SimaPro 7.1, mit Basisdaten von der Datenbank ecoinvent 2.0. Diese werden jeweils zu 1/3 gewichtet und auf die BGF laut OIB-Leitfaden bezogen<sup>16</sup>. Andere, auf das Klima oder Menschen schädliche Stoffe wie beispielsweise VOC und SVOC-Emissionen bei Gebäudesanierungen werden nicht berücksichtigt, aber in der Ökoindex 3 Plattform baubook als relevante Kriterien angeführt. Nähere Informationen, Grundlagen und Anleitungen zur Berechnung des Ökoindex 3 sind in der Plattform baubook unter Grundlagen vorzufinden.

<sup>15</sup> 100 Jahre bezogen auf 1994

<sup>16</sup> Konditionierte Brutto-Grundfläche (BGF): entspricht der Brutto-Grundfläche der ÖNORM B 1800 (Ausgabe Jänner 2002), wobei diese konditioniert (unter Einsatz von Energie beheizt, gekühlt, be- und entlüftet oder befeuchtet) wird.

Die Umwelt-Produktdeklarationen (EPDs, Environmental Product Declarations) bilden die Datengrundlage für die ökologische Produkt- und Gebäudebewertung für Bauprodukte. Sie basiert auf der Europäischen Norm EN 15804. In den EPDs müssen alle maßgeblichen Umweltaspekte des Produkts im Verlauf einzelner Stadien des Lebenszyklus eines Bauprodukts berücksichtigen. Dies ermöglicht die ökologische Bewertung von Baustoffen im Gebäudekontext im Rahmen einer Gebäudeökobilanz, welche von unabhängig Dritten verifiziert werden muss um mehr Transparenz und Anerkennung in anderen europäischen Ländern zu erhalten.

In der folgenden Tabelle 3 erhält man einen Überblick über Dämmstoffe, die in Österreich ihre Anwendung finden. Datengrundlage bildet die Datenbank baubook und untersuchte Dämmstoffe ab einer Änderung ab 1.1.2012. So kann sichergestellt werden, dass Kennzahlen aus früheren Bewertungen nicht berücksichtigt wurden. Die Tabelle enthält neben gängigen Kennzahlen auch Informationen zu Umweltwirkungen und Ressourceneinsatz, welche auf eine gleiche Dämmwirkung ( $R\text{-Wert} = 1^{17}$ ) bezogen sind.

---

<sup>17</sup> Die unterschiedlichen Dämmstoffe variieren in ihrer Dämmwirkung. Ein Vergleich ist nur sinnvoll, wenn von einer gleichen Dämmwirkung aller Dämmstoffe ausgegangen werden kann.

**Tabelle 3:** Überblick über typisch in Österreich eingesetzte Dämmstoffe mit Angabe wichtiger (Energie-)Kennzahlen und Beschreibung des Ressourceneinsatzes bzw. Parameter zur Beschreibung der Umweltwirkungen

	Wärmeleitfähigkeit $\lambda$ W/mK	Dichte kg/m <sup>3</sup>	Durchschnittlicher U- Wert (W/m <sup>2</sup> K) bei einer Dämmstoffstärke von 25 cm	Typische erforderliche Dämm- stoffdicke für U=0,15 W/m <sup>2</sup> K (in cm)**	bezogen auf gleiche Dämmwirkung (R-Wert = 1)			Ausführung***			
					PEI n.e. MJ/m <sup>3</sup>	GWP100 total kg CO2 equ./m <sup>3</sup>	AP kg SO2 equ./m <sup>3</sup>	Platten/Matten	Schüttung	Einblas-/Stopfware	Sandwich, Paneele, Zuschlagstoffe
<b>nachwachsende Rohstoffe</b>											
Flachs lose	0,04-0,042	40-59	0,17	28,00	262,29	1,83	0,08	x		x	
Hanf	0,041-0,042	30-92	0,17	27,78	257,87	-3,51	0,00	x		x	
Holzwole Mehrschicht Dämmplatte	0,0325-0,053	48,25-220	0,15	25,44	520,17	31,75	0,21	x			x
Kork	0,041	120	0,16	27,33	116,36	-22,01	0,00	x	x		
Schafwolle	0,04	22,7	0,16	27,11	72,78	1,99	0,00	x			
Stroh (2010*)	0,05	105,00	0,20	33,33	16,80	-26,25	0,00	x		x	x
Zellulose lose	0,039-0,041	50-60	0,16	26,67	53,50	-8,04	0,00	x	x	x	x
Holzfaser Dämmplatte	0,039-0,055	50-270	0,19	31,32	386,55	-27,50	0,00	x	x		
<b>mineralische Rohstoffe</b>											
Glaswolle	0,034-0,039	13-35	0,14	23,33	132,67	7,32	0,05	x		x	
Mineralschaum-Dämmplatten	0,045	112-115	0,18	30,22	257,76	20,86	0,00	x			
Schaumglas Dämmplatte (2011*)	0,045	138	0,18	30,22	1028,21	60,96	0,25	x			
Schaumglasgranulate	0,12	150	0,44	74,00	415,44	22,79	0,00		x		
Steinwolle	0,035-0,040	27,5-205	0,15	24,67	219,53	19,68	0,10	x		x	
Vakkum (2008*)	0,01	185	0,04	6,67	499,65	26,79	0,15	x			
<b>synthetische Rohstoffe</b>											
EPS	0,030-0,041	11-24	0,14	23,50	255,04	10,75	0,03	x	x		x
XPS	0,0325-0,042	30-38	0,15	24,65	475,74	21,36	0,10	x			x
PUR/PIR Dämmplatten	0,022-0,086	30-550	0,10	17,21	389,67	17,80	0,08	x		x	x

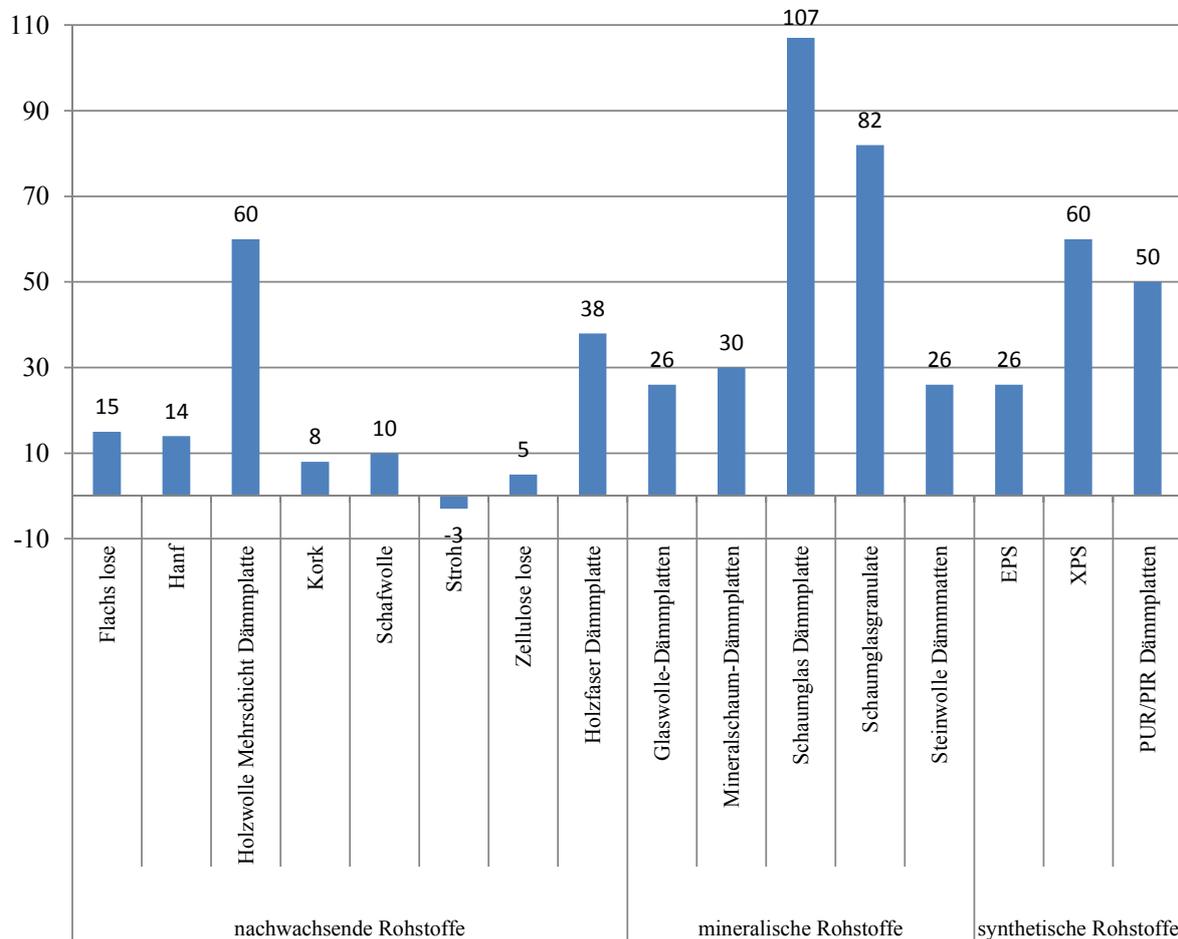
ausgewählt für Dämmstoffe mit Datum der letzten Änderung nach 1.1.2012

\*:Datum der letzten Änderung vor 2012

\*\* : berechnet mit dem durchschnittlichen  $\lambda$ -Wert

\*\*\*: laut Österr. Energieagentur: "Dämmstoffe richtig eingesetzt – Eignung, Anwendung und Umweltverträglichkeit von Dämmstoffen", 2014

Abbildung 13 zeigt den Ökoindex 3 für gängige Dämmstoffe im Vergleich, bezogen auf eine Dämmwirkung, die einem U-Wert von 0,15 W/m<sup>2</sup>K entspricht. Je höher die erreichte Punktezahl, umso gravierender wirkt sich die Konstruktion oder das Gebäude auf die Umwelt aus. Zu erkennen ist eine schlechte Umweltwirkung von Schaumglas (Dämmplatten und Granulate) sowie Holzwolle-Mehrschicht-Dämmplatten. EPS hingegen weist einen durchaus guten Ökoindex 3 auf<sup>18</sup>.



Datengrundlagen aus baubook

**Abbildung 13:** Typischer Richtwert  $\Delta$ OI3 für ausgewählte Dämmstoffe (U-Wert: 0,15 W/m<sup>2</sup>K) in Punkte/m<sup>2</sup><sup>19</sup>

Quelle: Dämmstoffe richtig eingesetzt – Eignung, Anwendung und Umweltverträglichkeit von Dämmstoffen [6]

<sup>18</sup> Bei konventionellen Dämmstoffen könnte es möglicherweise zu einer problematischen Entsorgung nach der Lebensdauer kommen.

<sup>19</sup> Laut Verfasser wurde aufgrund der unterschiedlichen Dichten der Dämmstoffen eine Dämmstärke herangezogen, welche für einen U-Wert von 0,15 W/m<sup>2</sup>K ausreicht, da dies aussagekräftiger ist als die  $\Delta$ OI3-Punkte auf die Masse bezogen zu vergleichen.

### 3. Betriebs- und volkswirtschaftliche Rentabilität thermisch-energetischer Sanierungsmaßnahmen

#### 3.1 Grundlagen und Rechenmodell

Werden größere Summen an Geld in langläufige Projekte, wie es bei der thermisch-energetischen Sanierung der Fall ist, investiert, so möchte der Investor<sup>20</sup> wissen, ob und wann sich seine Entscheidung rentiert. Je nach Ergebnis wird eine Entscheidung getroffen. Daher ist es wichtig die Wirtschaftlichkeit eines Projektvorhabens zu bewerten und auch mit alternativen Varianten (z.B.: Anlage in Anleihen, etc.) zu vergleichen. Für thermisch-energetische Sanierungen gilt jedoch nicht ausschließlich die Rentabilität als oberste Priorität bei Entscheidungen. Faktoren wie eine Verbesserung des Wohnklimas und Behaglichkeit oder sogar energiebewusstes Denken verdrängen die reine Betrachtung auf Amortisationszeiten oder Kapitalwerte. Aber auch für den Staat ist eine Bewertung dieser Maßnahme von Interesse. Bei einer sogenannten volkswirtschaftlichen Betrachtung werden sowohl negative als auch positive externe Kosten (z.B.: Auswirkung thermisch-energetischer Sanierungen auf Umwelt, Flora und Fauna, etc.), die im Zuge von Sanierungstätigkeiten entstehen, berücksichtigt.

Bei thermisch-energetischen Sanierungen im Rahmen der Rentabilitätsrechnung gilt:

- Die Investition muss sich mittelfristig (nach 20-35 Jahren) rechnen.
- Man will etwas von der Einsparung spüren (niedrigere Energierechnung - Geld bleibt für andere Konsumzwecke über).
- Die Investition muss die beste Entscheidung gewesen sein – eine thermisch-energetische Sanierung macht man nur einmal im Leben.
- Aus gesamtstaatlicher Betrachtung sollten die Vorteile gegenüber den Nachteilen eindeutig überwiegen.

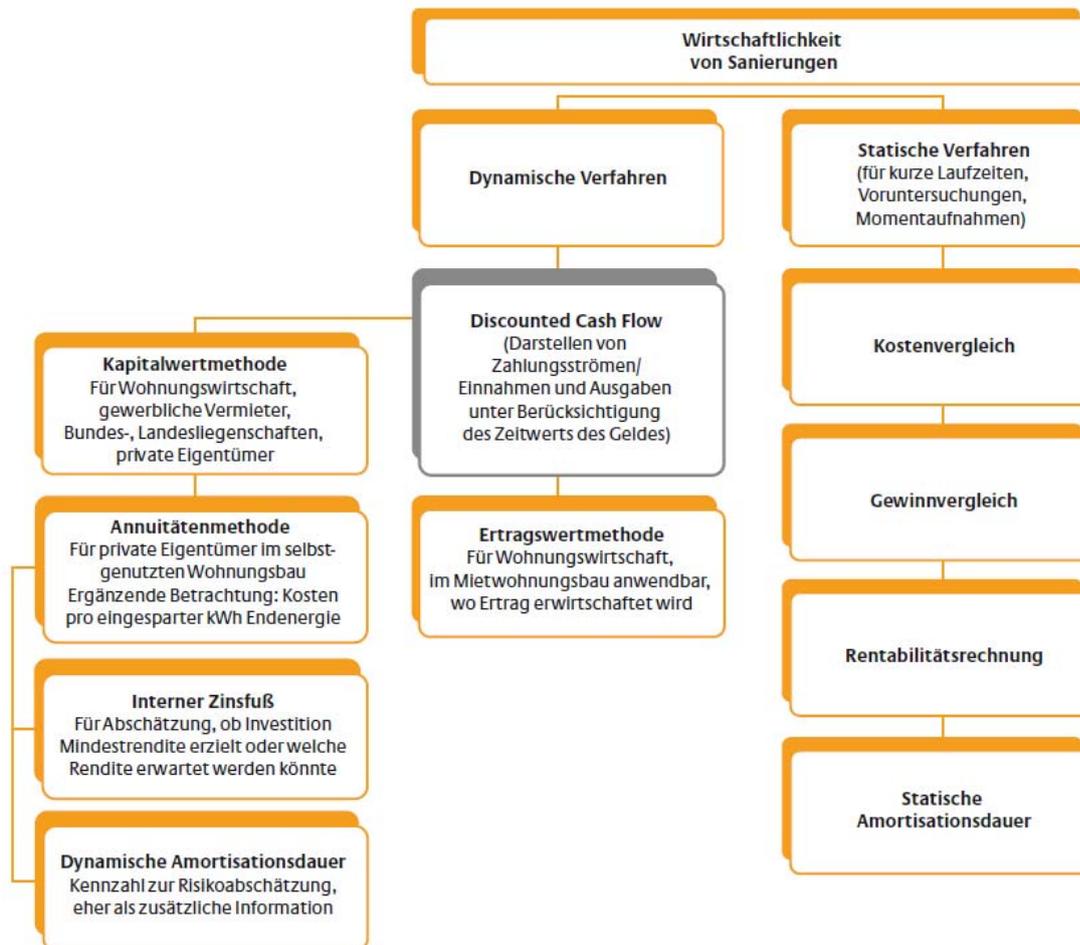
Die Bewertung eines Projektvorhabens soll die Entscheidung des Investors erleichtern und nicht bestimmen. Im Rahmen der betriebswirtschaftlichen Investitionstheorie steht eine Reihe von Verfahren zur Verfügung, welche in der folgenden Abbildung 14 kurz erläutert sind.

Da die Komponenten bzw. die thermische Sanierung eine lange Lebensdauer aufweisen ist es sinnvoll das *discounted cash flow* Verfahren zu verwenden. Hier werden die finanziellen Auswirkungen einer Investitionsentscheidung über den gesamten Betrachtungszeitraum erfasst und ausgewertet. Grundlegenden sind die prognostizierten Zahlungsströme (Einnahmen, Ausgaben) mit Berücksichtigung des Zeitwertes des Geldes (Diskontierung). Unter der Verwendung eines Kalkulationszinssatzes werden die Zahlungsströme auf einen gemeinsamen Vergleichszeitpunkt auf- oder abgezinst. Es kann beispielsweise aus gegenwärtiger Sicht eine Aussage über die Rentabilität der Investition gemacht werden. Der Zeitpunkt des Geldflusses (z.B.: erst im 10. Jahr) hat somit einen Einfluss auf das Ergebnis der Rentabilitätsbetrachtung. Die betriebswirtschaftliche Rentabilität errechnet sich anhand der verminderten Heizkosten (eingesparte Energie nach einer Wärmedämmung, um den Wohnraum über eine Periode auf einer konstanten Temperatur zu halten) bei Anwendung wärmedämmender oder energieeffizienz-verbessernder Maßnahmen (z.B.: moderner Heizkessel). Die betriebswirtschaftliche Modellrechnung soll eine unterstützende Hilfestellung für Investitionsentscheidungen in thermisch-energetische Sanierungen für private Personen bzw. auch EntscheidungsträgerInnen geben. Die volkswirtschaftliche Betrachtung prüft, ob eine Sanierungsoffensive für die gesamte Volkswirtschaft, in diesem Fall Österreich, einen klaren Vorteil bringt, indem beispielsweise umweltrelevante Aspekte mitberücksichtigt werden.

---

<sup>20</sup> kann natürlich auch eine Privatperson sein

Es wurde versucht möglichst alle großen einflussreichen Faktoren zu berücksichtigen. Es kann selbstverständlich zu Abweichungen zu real durchgeführten Projekten kommen. Parameter für die Modellrechnung wurden einerseits aus unterschiedlichster Literatur sowie andererseits aus vorhandenen Erfahrungswerten abgeschätzt<sup>21</sup>.



**Abbildung 14:** Verfahren zur Wirtschaftlichkeitsbetrachtung von Gebäudesanierungen laut dena

Quelle: Dena, 2014 [7]

Im Zuge der betriebs- und volkswirtschaftlichen Rentabilitätsrechnung werden folgende Faktoren ermittelt<sup>22</sup>:

- **Kapitalwert:** Wie rentabel ist meine Investition nach einer bestimmten Laufzeit auf die Gegenwart bezogen?
- **Interner Zinsfuß:** Rendite - Zu welchem Prozentsatz bringt meine Investition einen Vermögenszuwachs? Vergleich mit alternativen Spar-/Investitionsvarianten.
- **Amortisationsdauer:** Ab welchem Jahr rentiert bzw. amortisiert sich meine Investition?

<sup>21</sup> z.B.: Rebound Effekt oder die Wirkung einer Förderung für eine thermisch-energetische Sanierung

<sup>22</sup> Der annuitätische Gewinn (Euro/Periode), welcher aus ökonomischer Sicht den durchschnittlichen Betrag (+/-), den der Investor bei Realisierung der Investition jedes Jahr entnehmen kann angibt, ohne die Vorteilhaftigkeit der Investition zu gefährden, wird nicht berechnet.

- Kosten-Nutzen-Verhältnis: Wie stehen Kosten und Nutzen zueinander?
- Ergänzende Betrachtung
  - Was kostet mich eine eingesparte kWh Endenergie? Vergleich mit den durchschnittlichen Energiekosten.
  - Welche Einsparung bringt mir die Investition von 1 Euro?

Im Rahmen einer umfassenden Sensibilitätsanalyse soll die Empfindlichkeit sich verändernder Parameter und dessen Einfluss auf die Rentabilität näher untersucht werden.

**Kopplungsprinzip: Berücksichtigung der „Energiebedingten Mehrkosten“:**

Eine Differenzierung der verschiedenen Kosten ist die Voraussetzung für eine verlässliche Wirtschaftlichkeitsberechnung. Eine thermisch-energetische Sanierung wird in den meisten Fällen im Zuge einer Instandsetzung und Modernisierung eines Gebäudes durchgeführt. Für diese fallen „*energiebedingte Mehrkosten*“ an, welche nur die Maßnahmen berücksichtigen, die mit der thermischen Sanierung zu tun haben. Instandhaltungs- und Instandsetzungskosten fallen ohnehin an und dürften genaugenommen nicht in die Wirtschaftlichkeitsrechnung gerechnet werden. Diese Kosten werden auch „*Ohnehin-Kosten*“ genannt. Eine Übersicht über unterschiedliche Kosten ist der folgenden Abbildung 15 zu entnehmen.

Vollkosten der Instandhaltung und Modernisierung	Vollkosten der Sanierung	Instandhaltungskosten und Instandsetzungskosten	Anteiliger Erhaltungsaufwand, um Schäden zu beheben bzw. die Zunahme von Schäden zu verhindern und das Gebäude in einem vermietbaren Zustand zu halten
		Energiebedingte Mehrkosten (energiebedingte Modernisierungskosten) <sup>5</sup>	Anteilige Kosten für energetisch wirksame Bestandteile und Mehraufwendungen an einem Bauteil
	Modernisierungskosten <sup>5</sup>		Wohnwertverbessernde Maßnahmen wie Wohnraumerweiterung (z. B. Dachausbau, Balkonanbau) oder Modernisierung des Innenausbaus (z. B. Badmodernisierung)

**Abbildung 15:** Kostengliederung bei Sanierungen laut dena

Quelle: Dena, 2010 [8, p. 12]

In der folgenden Wirtschaftlichkeitsrechnung werden sowohl die Vollkosten der Sanierung als auch rein energiebedingte Mehrkosten betrachtet. Eine Untersuchung der Deutschen Energieagentur hat gezeigt, dass diese zwischen 30% und 55% (je nach Intensität der Wärmedämmung) der Vollkosten liegen. Es wird für eine reine Wärmedämmung ein Richtwert von 40%, bei einer umfassenden thermisch-energetischen Sanierung 50% angenommen.

Im Vergleich zur volkswirtschaftlichen Betrachtung berücksichtigt die betriebswirtschaftliche Rentabilitätsrechnung keine externen Umweltkosten oder Primärenergieeinsparungen. Diese Auswirkungen und mögliche grundsätzlichen Gestaltungsansätze für Förderinstrumente bzw. Erreichung der Klima- und Energieziele werden in einer volkswirtschaftlichen Rentabilitätsrechnung (Ergebnisse siehe Kapitel 3.3) durchgeführt. Das Rechenmodell beruht auf Richtwerten (Bandbreite von Kosten/Nutzen) und Annahmen, die eine gesamte Gebäudekategorie repräsentieren soll. In der Realität sind Gebäude aus einer Kategorie (z.B.: EFH) sehr heterogen bezogen auf Alter, Bauausführung oder Heizwärmebedarf.

## Übersicht über Modellgebäude und Sanierungsmaßnahmen:

Die Rentabilitätsrechnung unterscheidet zwischen 2 Wohng Gebäudetypen, einem Einfamilienhaus (EFH) und einem Mehrfamilienhaus (MFH). Beide Kategorien wurden aus Bauperioden mit schlechter Performance in Bezug auf den Heizwärmebedarf gewählt. In Österreich betrifft dies die Bauperiode ab 1945 bis 1990. Die Nachkriegsperiode schneidet besonders schlecht ab, da hier Rohstoffknappheit herrschte und teilweise willkürlich unterschiedlichste Materialien für den Wiederaufbau verwendet wurden. Die Wahl des Heizwärmebedarfs<sup>23</sup> (in kWh/m<sup>2</sup>a) stellt eine für die damalige Zeit und Zustand typische Kennzahl dar. Die Einsparungspotenziale (eingesparte Heizenergie/Jahr) der unterschiedlichen Maßnahmen wurden einerseits aus der Literatur, real beobachteten Fällen bzw. aus Experteninterviews herangezogen. Die folgende Tabelle 4 gibt einen Überblick über die gewählten Modellgebäude. Bei Einfamilienhäusern wurde eine Bruttogeschoßfläche (BGF) von 210m<sup>2</sup> mit 2 Geschoßen gewählt, welches einer Grundrissfläche von 105m<sup>2</sup> (inklusive Wände) entspricht. Der durchschnittliche spezifische Heizwärmebedarf (HWB) entspricht hier 220 kWh/m<sup>2</sup> und Jahr. Das Mehrfamilienhaus (MFH) hat eine BGF von 1440m<sup>2</sup> mit 4 Geschoßen und einen spezifischen HWB von 150 kWh/m<sup>2</sup> und Jahr.

**Tabelle 4:** Gewählte Gebäudetypen und Kennzahlen für die Rentabilitätsrechnung

Gebäudedaten	Einheit	Einfamilienhaus (EFH)	Mehrfamilienhaus (MFH)
Heizwärmebedarf	kWh/m <sup>2</sup> a	220	150
A/V-Verhältnis		0,69	0,11
<b>Maße (m)</b>			
Länge	m	11,7	30
Breite	m	9	12
Höhe	m	6	15
Anzahl Wohneinheiten		1	25
Bruttogeschoßfläche BGF	m <sup>2</sup>	211	1440
Geschoßzahl (1 Geschoß=3m)		2	4
<b>Zu sanierende Flächen</b>			
Kellerdeckenfläche	m <sup>2</sup>	105,3	360
Deckenflächen/Oberste Geschoßfläche	m <sup>2</sup>	105,3	360
Außenwände (inkl. Kellerwand)	m <sup>2</sup>	224,4	1177
Sparren (Dach)	m <sup>2</sup>	147,42	504
Fensterfläche	m <sup>2</sup>	24	82,5

Quelle: eigene Berechnung, Ifip, 2015

Im Rahmen einer Basisvariante werden für jede Sanierungsmaßnahme gängige Produkte verwendet, wie sie in Österreich vorzufinden sind. Dies sind in Österreich größtenteils Dämmstoffe aus fossilen Rohstoffen (synthetisch: EPS, XPS; mineralisch: Mineralwolle, Mineralschaum-Dämmplatten, Glaswolle). In der Basisvariante werden folgende unterschiedliche Sanierungsmaßnahmen untersucht:

- Heizkesseltausch HK<sup>24</sup>: Reiner Tausch des alten ineffizienten Öl-Heizkessels mit einem Wirkungsgrad von 65% gegen ein modernes Gas-Brennwertgerät mit 90% Wirkungsgrad.

<sup>23</sup> ist die errechnete Energiemenge, die je Gebäudenutzfläche innerhalb einer Heizperiode zuzuführen ist, um eine gewünschte Innentemperatur aufrechtzuerhalten.

<sup>24</sup> Beim Heizungssystem wurden Investitionskosten aus mehreren Studien herangezogen und verglichen. Da die Komponenten eines Heizungssystems unterschiedliche Lebensdauern aufweisen und daher schon früher getauscht werden müssen, haben manche Studien kapitalgebundene Kosten pro Jahr errechnet. Einfachheitshalber wurde in der Modellrechnung darauf verzichtet und einmalige Investitionskosten bzw. jährliche Wartungskosten für die Heizungssysteme gewählt, die aber in der Gegenrechnung den kapitalgebunden Kosten pro Jahr sehr ähnlich sind. Es

- Fenstertausch F: Bei dieser Basissanierung werden die Fenster auf ein Wärmeschutzglas mit 2 Scheiben getauscht (durchschnittlicher U-Wert: 1,3).
- Wärmedämmung WD: Hier fällt die Auswahl auf eine reine Wärmedämmung. Sie umfasst die Dämmung der Außenwände, dem Sparren (Steildach) und der Kellerdecke. Die Wahl der Dämmstoffe fiel auf EPS, XPS, Mineralfaserstoffe (Glas- und Steinwolle) sowie Polyurethan (Dach). Derzeit sind konventionelle Dämmstoffe noch die mit Abstand am häufigsten verwendeten Materialien (siehe Abbildung 12). Durchschnittlich gewählte U-Werte für die Wärmedämmung:
  - Außenwand 0,2 bei (17cm Dämmdicke)
  - Kellerdecke 0,3 (12cm Dämmdicke)
  - Steildachdämmung 0,15 (22cm Dämmdicke)
- Umfassende Sanierung: Kombination der Wärmedämmung mit einem Fenstertausch. Es wird zwischen einer Option mit Heizkesseltausch („Umfassende Sanierung HK [Gas]“) und Erhalt des vorhandenen Heizsystems unterschieden („Umfassende Sanierung [WD + F]“)

Im Rahmen einer umfassenden Sensitivitätsanalyse wird untersucht, wie empfindlich Kennzahlen auf kleine Änderungen von Eingangsparametern (z.B.: teurerer Komponenten, Wegfall von Fördermitteln, anderer Heizkessel, usw.) reagieren.

Die folgende Tabelle zeigt alle Sanierungsmaßnahmen in einem Überblick für Ein- und Mehrfamilienhäuser

**Tabelle 5:** Sanierungsmaßnahmen und Energiekennzahlen für die Rentabilitätsrechnung

Gebäudetyp	Maßnahme	Energiekennzahlen		
		HWB* vorher (kWh/m <sup>2</sup> a)	HWB* nachher (kWh/m <sup>2</sup> a)	Einsparung HWB %
Einfamilienhaus EFH	Heizkesseltausch (Gas-Brennwertgerät)	220	220	-
	Fenstertausch	220	198	10%
	Wärmedämmung WD (Außenwand, Kellerdecke, Dach)	220	66	70%
	Umfassend (WD+F)	220	44	80%
	Umfassend + HK (Gas)	220	44	80%
Mehrfamilienhaus MFH	Heizkesseltausch (Gas-Brennwertgerät)	150	150	-
	Fenstertausch	150	135	10%
	Wärmedämmung WD (Außenwand, Kellerdecke, Dach)	150	50	67%
	Umfassend (WD+F)	150	35	77%
	Umfassend + HK (Gas)	150	35	77%

\*HWB: Heizwärmebedarf in kWh/m<sup>2</sup>a

Quelle: eigene Darstellung, Ifip, 2015

### Randbedingungen für die Wirtschaftlichkeitsrechnung:

Betrachtungszeitraum: Es wird davon ausgegangen, dass bei einem ordnungsgemäßen Einbau die Wärmedämmung mit den dazugehörigen Instandsetzungsarbeiten für gewöhnlich 40-50 Jahre hält, Heizungskomponenten ca. 20 Jahre, Fensterdichtungen 20 Jahre und Verglasungen 30 Jahre. Durch die unterschiedlichen Nutzungsdauern fallen im Betrachtungszeitraum wieder Instandsetzungskosten an. Über eine Laufzeit von 25-30 Jahren Laufzeit Betrachtung werden zusätzlich anfallende Instandsetzungskosten (z.B. des Heizkessels) berücksichtigt.

---

wird davon ausgegangen, dass die Heizsysteme bei ordnungsgemäßer Wartung einer Lebensdauer von 15-20 Jahren standhalten.

Energiepreise und Energiepreissteigerung (nominal): In den letzten 20 Jahren haben sich die Energiepreise fast verdoppelt (Gas, Öl). Daher wird ein höherer Wert als die Inflation angenommen. Um die derzeitige Tendenz sinkender Energiepreise nicht zu vernachlässigen<sup>25</sup> wurde statt einer 4,5% Energiepreissteigerung pro Jahr nur 3 % für den gesamten Betrachtungszeitraum gewählt. Als Energiepreis wurde ein gewichteter Mittelwert aus der Energiepreisstatistik 2011/2012 der Statistik Austria über alle Energieträger (Menge) und Haushalte ermittelt. Es handelt sich um einen berechneten Energiekostensatz von 8,17 Eurocent/kWh. In der Energiepreissteigerung ist die Inflation schon berücksichtigt.

Inflation und Kalkulationszinssatz: Die Teuerungsrate (Inflation) bzw. Entwertung des Geldes wird in der Berechnung berücksichtigt. Eine durchschnittliche Inflation von 1,8% über die letzten Jahre wird angenommen und ein nominaler Kalkulationszinssatz (Zinssatz Fremdkapital, Risiko, Wagnis oder Dauer der Investition) von 4,5% gewählt<sup>26</sup>. In der Rentabilitätsrechnung wird ein bereinigter Diskontsatz von 2% gewählt.

Wohnkomfort und nicht bzw. schwer monetarisierbare Effekte: Diese wurden in der Rechnung nicht berücksichtigt.

## **3.2 Betriebswirtschaftliche Rentabilität thermisch-energetischer Sanierungstätigkeiten**

### **3.2.1 Kosten- und Nutzenkomponenten**

Für die Rentabilitätsrechnung wird zwischen einmaligen Kosten (Investitionskosten) und laufenden Betriebskosten unterschieden. Die Investitionskosten fallen nur im 1. Jahr an, ab dem 2. Jahr die laufenden Kosten (diese bestehen aus anfallenden Wartungs- bzw. Servicekosten<sup>27</sup>). Bei den Einsparungen wird ebenfalls in einmalige und laufende Nutzenkosten unterschieden. Erstere bestehen hauptsächlich aus einmaligen Förderungen<sup>28</sup> für thermisch-energetische Sanierungstätigkeiten. Die jährlichen Nutzen bestehen aus den Energiekosteneinsparungen aufgrund einer besseren Dämmwirkung bzw. einer verbesserten Effizienz<sup>29</sup> (Wirkungsgrad) eines modernen Heizkessels und somit eingesparten Wartungskosten durch das neue Heizsystem im Vergleich zu einer alten Ölheizung im Bestand.

Die *Vollkosten* der Sanierung enthalten alle Instandsetzungskosten einschließlich der Kosten für die energiesparenden Maßnahmen (Systemkomponenten) am Gebäude (Wärmedämmung/Fenster) und den damit verbundenen Nebenkosten. Berücksichtigt wurden somit nicht nur die Materialkosten sondern auch alle relevanten Nebenarbeiten wie die Demontage und alle notwendigen Montagearbeiten, Verputz, Gerüst und auch Planungskosten (7% der Kosten). Für die Nutzung der Sanierungsförderung wurden beispielsweise auch Kosten für die Erstellung eines Energieausweises miteinberechnet<sup>30</sup>. Am

---

<sup>25</sup> Es ist nicht prognostizierbar wie sich die Energiepreise in Zukunft entwickeln. Aufgrund angenommener steigender Nachfrage wird jedoch eine generelle Energiepreissteigerung in den nächsten 50 Jahren erwartet

<sup>26</sup> Ergibt einen um die Inflation bereinigten Diskontsatz von 2-3%

<sup>27</sup> Es wurde ausschließlich zwischen Wartungskosten für die unterschiedlichen Heizsysteme und Komponenten unterschieden. Wartungskosten für Sanierungen an den Gebäuden wurden nicht berücksichtigt.

<sup>28</sup> Förderung der Sanierungs-, Heizkesseltausch- und Energieausweiskosten laut Sanierungsscheck 2014

<sup>29</sup> Inklusiv hydraulischer Abgleich und einer erhöhten Energiekosteneinsparung durch höhere Dämmdicke bei der gediegenen Variante

<sup>30</sup> Datengrundlage sind Sanierungsscheck bzw. für Mehrfamilienhäuser 0,6€/m<sup>2</sup> bei 1000-1800 Wohnnutzfläche (DI Vera Korab ZT GmbH)

Beispiel eines Wärmedämmverbundsystems umfassen die Ohnehin-Kosten üblicherweise das Abdecken von Flächen, Abschlagen des Altputzes, Reinigung der Fassade, die Herstellung eines tragfähigen Untergrundes, erforderliche Demontagen bzw. Erneuerungen von einzelnen Elementen (Elektrik, Fenstergitter), Spenglerarbeiten, Grund- und Armierungsputz sowie Kosten für den Deckputz auf der Fassade<sup>31</sup> [9], [10].

Die *energiebedingten Mehrkosten* entstehen bei einer ohnehin erforderlichen Sanierung für zusätzliche Aufwendungen rein für energiesparende Maßnahmen. Am Beispiel eines Wärmedämmverbundsystems beinhalten diese die Kosten für die Sockelschienen, dem Dämmstoff, Kosten zur Verringerung von Wärmebrückeneffekten, Verdübelung, systemgerechte Fensterbänke oder eventuell erforderlichen Vergrößerung von Dachüberständen und eventuell kleiner Nebenarbeiten (Versetzen von Elektroanschlüssen). Für das Rechenmodell wurde für energiebedingte Mehrkosten 40% der Vollkosten angenommen. Dieser spiegelt einen guten Durchschnitt mehrerer Literaturquellen wider. Zu beachten ist auch, dass mit steigender Dämmleistung sich der Anteil der energiebedingten Mehrkosten erhöhen kann<sup>32</sup> [7]–[10]. Die Betrachtung der energiebedingten Mehrkosten im Zuge einer betriebswirtschaftlichen Rentabilitätsrechnung ist nicht unbedeutend, da im Grunde die Wirtschaftlichkeit der reinen energiesparenden Maßnahmen von Relevanz sind und nicht die der Vollkosten, welche Maßnahmen, die ohnehin durchgeführt werden hätten müssen, inkludiert.

Beim Tausch des Wärmeerzeugungssystems muss einerseits zwischen den Kosten des Heizkessels, der dazugehörigen Komponenten (Wärmeverteilsystem, Lüftungsanlagen, Pelletlager bei Pelletheizung, etc.) inklusive Anschluss, Montage (z.B.: Durchbrüche, Rohrleitungen) bzw. Demontage des alten Systems sowie andererseits die jährlichen Service/Wartungskosten berücksichtigt werden. Da die Nutzungsdauer der unterschiedlichen Komponenten beim Heizsystem unter der Lebensdauer eines thermisch sanierten Gebäudes liegen (manche Teile müssen nach einer Zeit zwischen 5-20 Jahren getauscht werden), fallen neben den einmaligen Investitionskosten noch zusätzliche kapitalgebundenen Kosten in den Folgejahren an. Die im Rechenmodell angenommenen Kostensätze fallen in die Kostenbandbreite anderer einschlägiger Studien. Beim Heizkesseltausch wurden energiebedingte Mehrkosten mit 80% der Vollkosten angenommen, da beispielsweise die Instandsetzung der Innentechnik (Elektrik, Wasser- bzw. Abwasserleitungen) ohnehin gemacht werden müssten.

Die folgenden Tabellen und Abbildungen geben einen Überblick über Nutzen- und Kostenkomponenten der betriebswirtschaftlichen Rentabilitätsrechnung. Die Investitionskosten setzen sich aus den Kosten des Heizkesseltausches (energetische Sanierung) und den Vollkosten der Wärmedämmungsmaßnahmen (thermische Sanierung inkl. Montage) zusammen. Je nach Betrachtung wird in Vollkosten oder energiebedingte Mehrkosten unterschieden. Tabelle 6 gibt einen Überblick über die Eingangsparmeter der Rentabilitätsrechnung unterschieden nach Sanierungsmaßnahme in den betrachteten Wohngebäudekategorien.

Aus der Sicht des privaten Nutzers hat eine umfassende Wärmedämmung mit Modernisierung des Heizkessels in Ein- und Mehrfamilienhäusern die höchsten jährlichen Energiekosteneinsparungen (~5.900 Euro im EFH bzw. ~26.700 Euro im MFH), gefolgt von der umfassenden Sanierung mit Wärmedämmung und Fenstertausch (~4.300 Euro im EFH bzw. 20.000 Euro im MFH). Ein reiner Fenstertausch weist die geringsten jährlichen Heizkosteneinsparungen auf (~700 Euro im EFH bzw. ~3.300 Euro im MFH)

---

<sup>31</sup> Siehe Dena Sanierungsstudie Teil 2: Wirtschaftlichkeit energetischer Modernisierung in selbstgenutzten Wohngebäuden.

<sup>32</sup> Eine Studie der Dena unterscheidet beispielsweise einen Anteil energieeffizienzbedingter Mehrkosten bei einem Effizienzhaus 100 von knapp 29% und beim Effizienzhaus 55 von 46% [17].

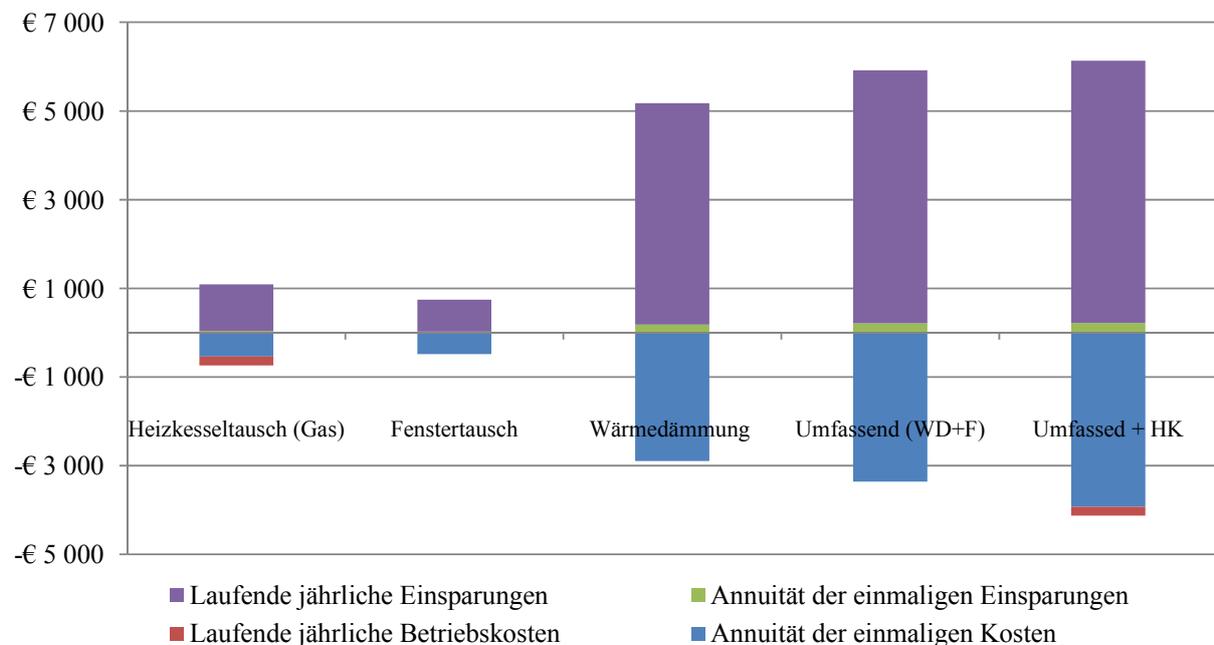
**Tabelle 6:** Kosten und Nutzen der Sanierungsmaßnahmen in Ein- und Mehrfamilienhäusern

	Vollkosten				
	Heizkesseltausch	Fenstertausch	Wärmedämmung	Umfassend (WD+F)	Umfassend + HK
<b>Einfamilienhaus (~210m² BGF; HWB Bestand: 220kWh/m²a)</b>					
HWB nachher kWh/m²a	220	198	66	44	44
jährliche Energieeinsparung kWh/a	0	4 633	32 432	37 066	37 066
einmalige Investitionskosten (Euro)	-14 615 €	-13 118 €	-79 241 €	-91 824 €	-107 462 €
<i>Energiebedingte Mehrkosten (Euro)</i>	<i>-11 692 €</i>	<i>-10 495 €</i>	<i>-31 696 €</i>	<i>-36 730 €</i>	<i>-42 985 €</i>
jährliche Wartungskosten/Betriebskosten (Euro/a)	-201 €				-201 €
einmalige Einsparungen (Euro)	0 €	2 300 €	3 300 €	5 300 €	7 300 €
jährliche Heizkosteneinsparung (Euro/a)	1 052 €	714 €	4 993 €	5 707 €	5 9517 €
<b>Mehrfamilienhaus (~1440m² BG; HWB Bestand: 150 kWh/m²a)</b>					
HWB nachher kWh/m²a	150	135	50	35	35
jährliche Energieeinsparung kWh/a	0	21 600	144720	166 320	166 320
einmalige Investitionskosten (Euro)	-35 709 €	-43 885 €	-337 284 €	-380 245 €	-418 454 €
<i>Energiebedingte Mehrkosten (Euro)</i>	<i>-28 567 €</i>	<i>-35 108 €</i>	<i>-134 914 €</i>	<i>-152 098 €</i>	<i>-167 382 €</i>
jährliche Wartungskosten/Betriebskosten (Euro/a)	-1 371 €				-1 371 €
einmalige Einsparungen (Euro)	0 €	2 300 €	3 300 €	5 300 €	5 300 €
jährliche Heizkosteneinsparung (Euro/a)	4 901 €	3 326 €	22 280 €	25 606 €	26 733 €

\*Ein moderner Heizkessel verfügt über einen höheren Wirkungsgrad. Dies wurde in der Berechnung berücksichtigt.

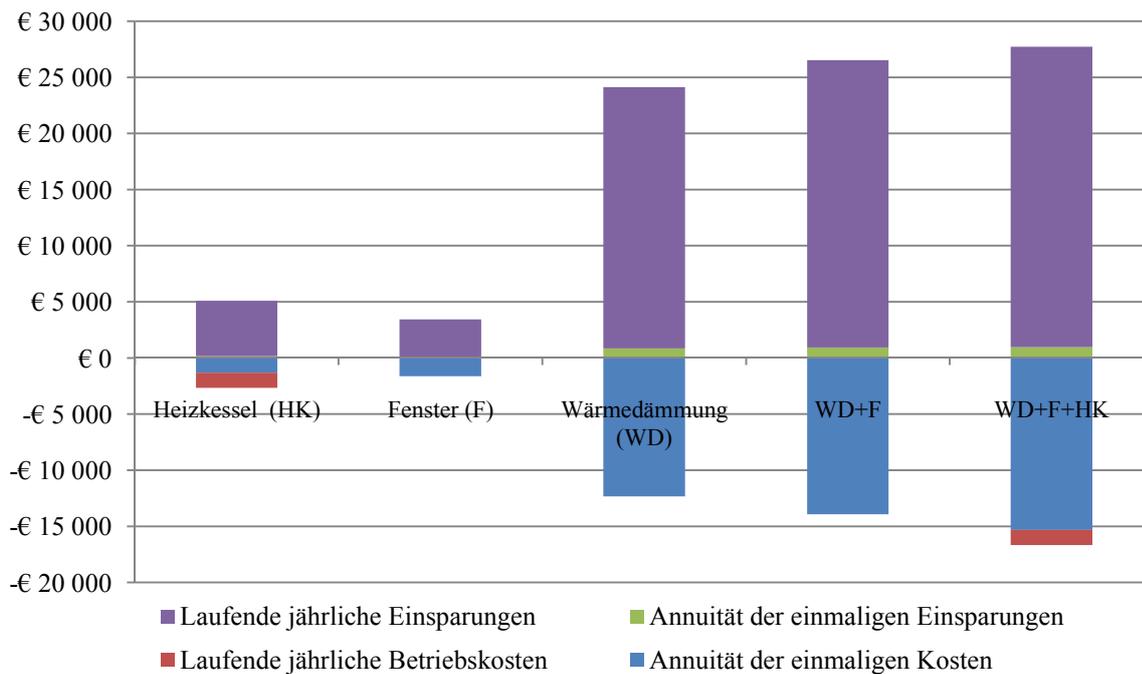
Quelle: eigene Berechnung, Ifip, 2015

Die folgenden zwei Abbildungen zeigen Kosten und Einsparungen in der für Einfamilienhäuser und Mehrfamilienhäuser, wobei bei einmaligen Kosten bzw. Nutzen die Annuität (einmalige Kosten auf mehrere Jahre aufgeteilt) bei einer Laufzeit von 40 Jahren und Diskontierungssatz von 2% errechnet wurde.



**Abbildung 16:** Jährliche Kosten und Einsparungen bei Einfamilienhäusern in Euro

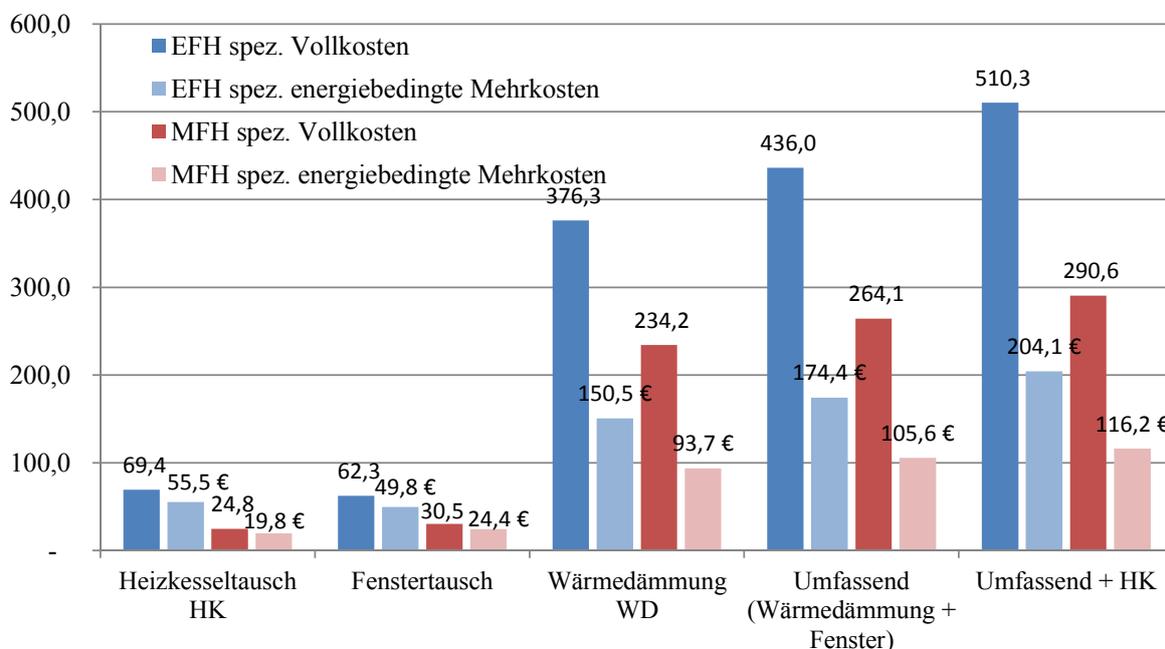
Quelle: eigene Berechnung, Ifip, 2015



**Abbildung 17:** Jährliche Kosten und Einsparungen bei Mehrfamilienhäusern in Euro

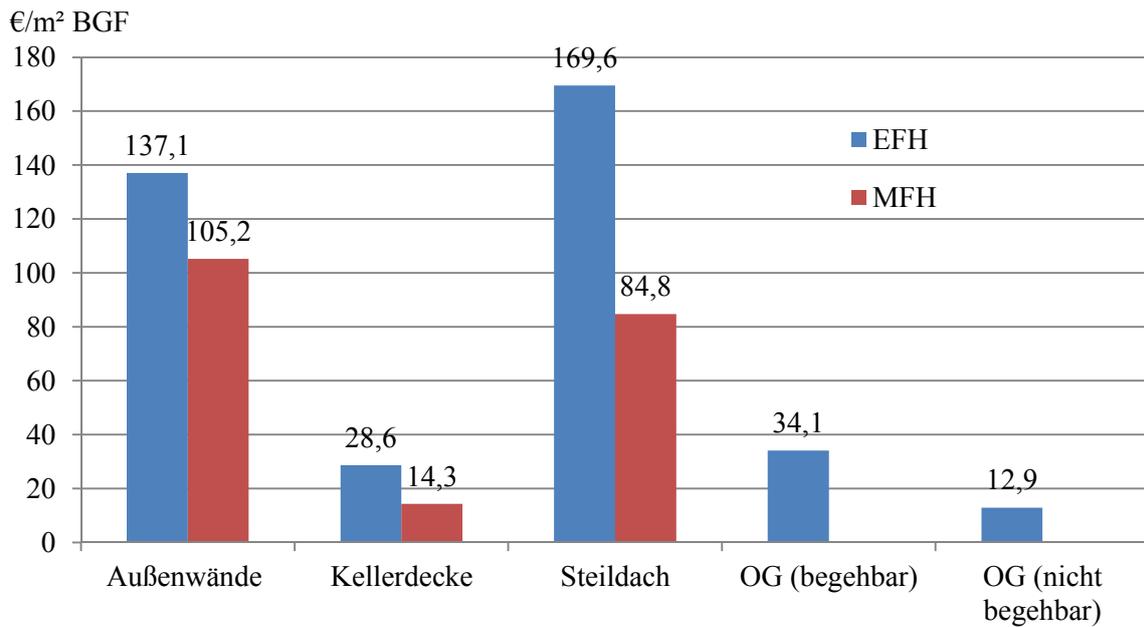
Quelle: eigene Berechnung, Ifip, 2015

Ein Vergleich der spezifischen Vollkosten (in Euro/m<sup>2</sup> BGF) für die unterschiedlichen Sanierungsmaßnahmen unterschieden nach Ein- und Mehrfamilienhäusern ist in Abbildung 18 dargestellt. MFH schneiden mit günstigen Kosten je m<sup>2</sup> BGF besonders gut ab. Abbildung 19 zeigt Detailkosten für einzelne Komponenten der Wärmedämmung, wobei die Dämmung der obersten Geschosßdecke im Rechenmodell nicht angewandt wird.



**Abbildung 18:** spezifische Vollkosten und energiebedingte Mehrkosten für alle Sanierungsmaßnahmen in EFH und MFH in Euro/m<sup>2</sup>BGF

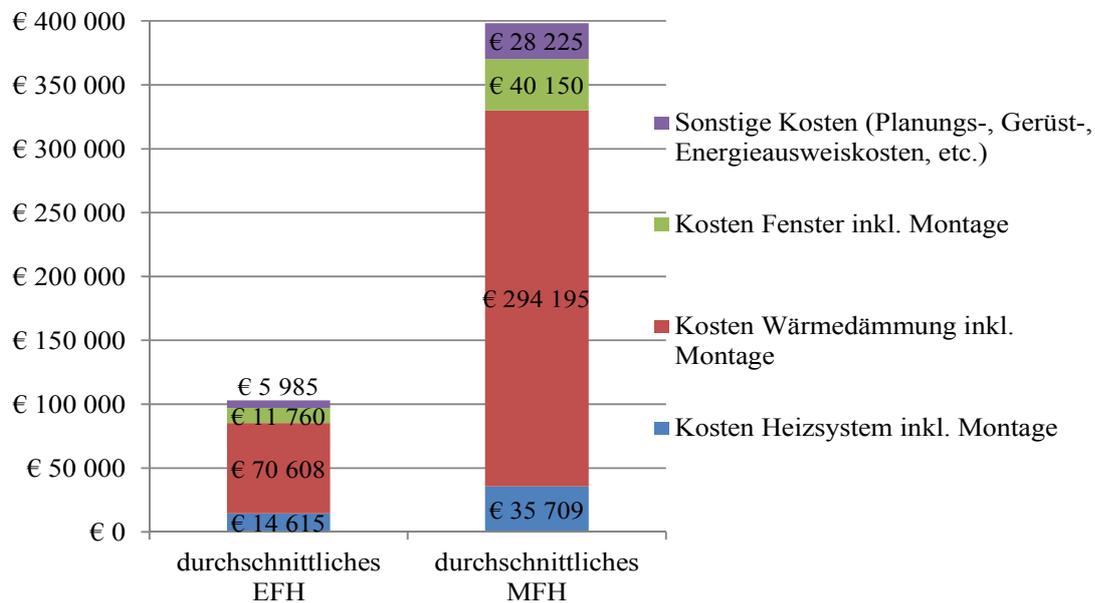
Quelle: eigene Berechnung, Ifip, 2015



**Abbildung 19:** Spezifische Vollkosten der einzelnen Wärmedämmungskomponenten der thermisch-energetischen Sanierung in Euro/m<sup>2</sup>

Quelle: eigene Berechnung, Ifip, 2015

Für die gesamten unterschiedlichen Sanierungsvarianten sind die absoluten Kosten (in Euro) in einzelne Kategorien unterschieden und für die zwei untersuchten Wohngebäudetypen dargestellt (Abbildung 20).



**Abbildung 20:** Aufteilung der absoluten Vollkosten der umfassenden thermisch-energetischen Sanierungsmaßnahme nach Ein- und Mehrfamilienhäusern (y-Achse: in Euro)

Quelle: eigene Berechnung, Ifip, 2015

### 3.2.2 Vergleich der Modellgebäudeannahmen mit realen Sanierungsfällen

Die für die Modellrechnung angenommenen Werte wurden hinsichtlich ihrer Plausibilität und Anwendbarkeit überprüft. Für einen Vergleich wurden Daten, welche im Rahmen der Förderaktion Sanierungsscheck verfügbar waren (ca. 86.000 Datensätze) herangezogen und aufbereitet<sup>33</sup>. Die folgende

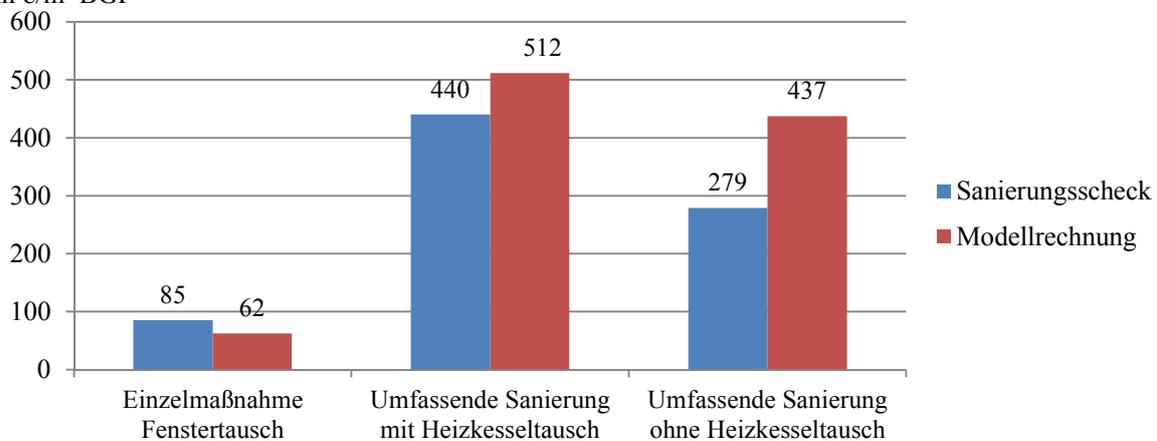
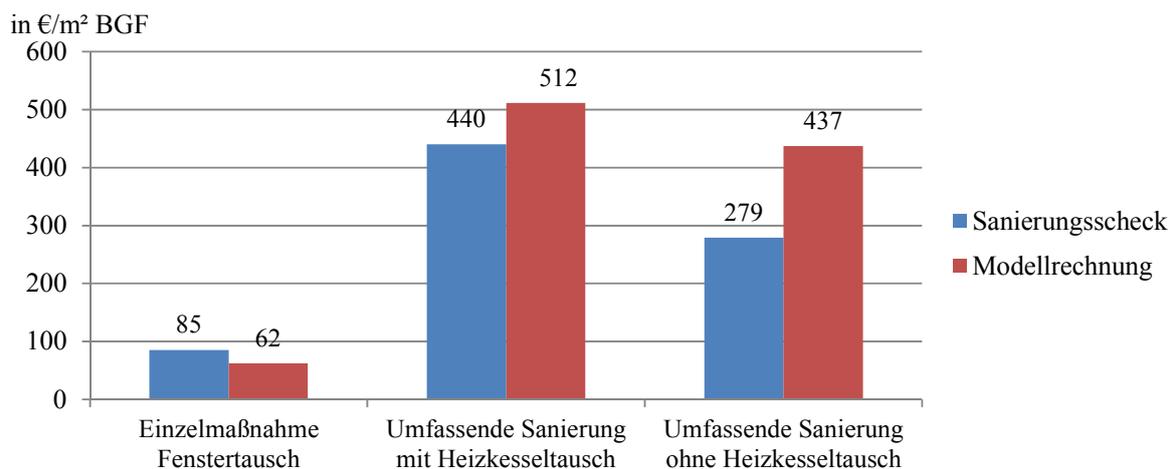


Abbildung 21 bzw. Tabelle 7 vergleichen Annahmen von Kennzahlen für die Modellrechnung mit den real beobachteten Fällen. Hier ist eine Ähnlichkeit der Eingangsparameter bei den unterschiedlichen Sanierungsmaßnahmen zu erkennen, es herrschen lediglich nur geringe Abweichungen vor. Kosten wurden in der Modellrechnung eine Spur höher angesetzt.



**Abbildung 21:** Vergleich der spezifischen Vollkosten für ausgewählte Sanierungsmaßnahmen mit Daten der Bundesförderung Sanierungsscheck in EFH (y-Achse: in Euro/m²BGF)

**Tabelle 7:** Vergleich typischer Kennzahlen für unterschiedliche Sanierungsmaßnahmen aus der Modellrechnung mit real beobachteten Fällen im Rahmen der Sanierungsscheckförderung

		BGF m²	HWB vor Sanierung kWh/m²a	HWB nach Sanierung kWh/m²a	Reduktion HWB %	absolut		spezifisch	
						Kosten €	CO2 t/a	Kosten €/m²	CO2 t/m²a
<b>Einfamilienhaus</b>									
Einzelmaßnahme Fenstertausch	Sanierungsscheck	209	165	149	9,17%	17.790	1,07	€ 85,08	0,005
	Modellrechnung	210	220	198	10,00%	13.118	1,44	€ 62,47	0,007

<sup>33</sup> Da im Rahmen der Bundesförderung in MFH nur einzelne, jedoch aber alle Wohnungen in einem Haus um Förderung beantragen müssen (entspricht der Kategorie „Mehrgeschossiger Wohnbau“) wurden alle notwendigen Kennzahlen auf ein Gebäude aggregiert.

Umfassende Sanierung mit Heizkesseltausch	Sanierungsscheck	209	202	40	75,84%	92.107	14,11	€ 440,32	0,067
	Modellrechnung	210	220	44	80,00%	107.462	12,22	€ 511,72	0,058
Umfassende Sanierung ohne Heizkesseltausch	Sanierungsscheck	210	177	41	70,60%	58.669	8,54	€ 279,25	0,041
	Modellrechnung	210	220	44	80,00%	91.824	11,53	€ 437,26	0,055
<b>Mehrfamilienhaus</b>									
Einzelmaßnahme Fenstertausch	Sanierungsscheck	1443	95	86	-9,31%	€ 107.496	3,67	€ 74,49	0,003
	Modellrechnung	1440	150	135	10,00%	€ 43.885	6,72	€ 30,48	0,005
Umfassende Sanierung mit Heizkesseltausch	Sanierungsscheck	1025	126	32	-68,72%	€ 361.498	27,58	€ 352,72	0,027
	Modellrechnung	1440	150	35	77,00%	€ 418.454	55,45	€ 290,59	0,039
Umfassende Sanierung ohne Heizkesseltausch	Sanierungsscheck	1335	108	36	-62,75%	€ 376.658	27,50	€ 282,13	0,021
	Modellrechnung	1440	150	35	77,00%	€ 380.245	51,73	€ 264,06	0,036

Quelle: eigene Berechnung, Ifip, 2015

### 3.2.3 Ergebnisse der betriebswirtschaftlichen Rentabilitätsrechnung

Dieses Kapitel liefert die Ergebnisse aus dem Rechenmodell für jede Sanierungsmaßnahme in der Basisvariante in Form von Rentabilitätskennzahlen. In einer weiterführenden Sensitivitätsanalyse werden die Einflüsse unterschiedlicher sich ändernder Eingangsparameter (z.B. der Einfluss teurerer Komponenten) auf die Rentabilität näher beleuchtet und sind in Kapitel 3.5 vorzufinden.

#### 3.2.3.1 Betriebswirtschaftliche Rentabilität bei Einfamilienhäusern

Die folgende Tabelle 8 liefert die aus dem Modell berechneten Rentabilitätskennzahlen für alle Sanierungsvarianten in Einfamilienhäusern.

Die Amortisationszeit der unterschiedlichen Sanierungsmaßnahmen reicht von 20 bis 24 Jahren. Die umfassende Sanierung ist mit 20 Jahren Amortisationszeit als besonders effizient und überraschend rentabel anzusehen. Zieht man ein Farbbewertungsschema heran (grün wird als gute, rot als schlechte Performance [Vergleich der Maßnahmen innerhalb der gleichen Kategorie] angesehen), so erkennt man den Vorteil der Maßnahme „Umfassenden (WD+F)“, welche eine Kombination von Wärme-

**Tabelle 8:** Betriebswirtschaftliche Rentabilität im EFH unter Berücksichtigung der Vollkosten und energiebedingten Mehrkosten mit Farbbewertungsschema

Betriebswirtschaftliche Rentabilität EFH: (~210m <sup>2</sup> BGF; HWB Bestand: 220 kWh/m <sup>2</sup> a)		Heizkessel-tausch (Gas)	Fenstertausch	Wärme-dämmung	Umfassend (WD+F)	Umfassend + HK	
<i>Reduktion Heizwärmebedarf %</i>		<i>0%</i>	<i>10%</i>	<i>70%</i>	<i>80%</i>	<i>80%</i>	
<i>spez. HWB nach Sanierung kWh/m<sup>2</sup>a</i>		<i>220</i>	<i>198</i>	<i>66</i>	<i>44</i>	<i>44</i>	
Betrachtung Vollkosten	einmalige Investitionskosten Euro	14 615 €	13 118 €	79 241 €	91 824 €	107 462 €	
	spez. Einmalige Investitionskosten Euro/m <sup>2</sup> BGF)	69,40 €	62,29 €	376,26 €	436,01 €	510,26 €	
	Amortisation Jahre	23	20	20	20	23	
	25 Jahre Laufzeit	Kapitalwert (Euro)	1 458 €	2 635 €	18 142 €	20 993 €	7 801 €
		Interner Zinssatz (% real p.a.)	2,87%	4,06%	4,02%	4,05%	2,69%
		Nutzen-Kosten Verhältnis	1,08	1,20	1,23	1,23	1,07
	40 Jahre Laufzeit	Kapitalwert (Euro)	8 126 €	8 228 €	57 250 €	65 688 €	52 572 €
		Interner Zinssatz (% real p.a.)	4,94%	5,89%	5,86%	5,89%	4,79%
		Nutzen-Kosten Verhältnis	1,41	1,64	1,74	1,73	1,48
	Kosten je eingesparter kWh			0,10 €	0,09 €	0,09 €	0,11 €
Eingesparte kWh je investierten Euro			9,66	11,20	11,04	9,44	
be-	einmalige Investitionskosten Euro	11 692 €	10 495 €	31 696 €	36 730 €	42 985 €	

spez. Einmalige Investitionskosten Euro/m <sup>2</sup> BGF)		24,80 €	30,48 €	234,23 €	264,06 €	290,59 €
Amortisation Jahre		18	15	8	7	8
25 Jahre Laufzeit	Kapitalwert (Euro)	4 324 €	5 208 €	64 754 €	75 007 €	71 014 €
	Interner Zinssatz (% real p.a.)	5,05%	6,99%	17,19%	17,80%	15,52%
	Nutzen-Kosten Verhältnis	1,28	1,51	3,08	3,08	2,55
40 Jahre Laufzeit	Kapitalwert (Euro)	10 991 €	10 800 €	103 862 €	119 702 €	115 785 €
	Interner Zinssatz (% real p.a.)	6,70%	8,33%	17,55%	18,13%	15,97%
	Nutzen-Kosten Verhältnis	1,66	2,05	4,34	4,32	3,44
Kosten je eingesparter kWh			0,08 €	0,04 €	0,04 €	0,04 €
Eingesparte kWh je investierten Euro			12,08	27,99	27,61	23,59

Standard Szenario: Diskontrate 2%, Laufzeit 40 Jahre, Förderungen Sanierungsscheck 2014, Energiepreissteigerung 3% pro Jahr, ohne Kredit

"Kosten je eingesparter kWh" bzw. "eingesparte kWh je invest. Euro": Investitionskosten in regelmäßige jährliche Zahlungen mit 2% Diskontzinssatz und 40 Jahre Laufzeit berechnet

dämmung und Fenstertausch darstellt. Bei reiner Betrachtung der energiebedingten Mehrkosten ist der reine Heizkesseltausch betriebswirtschaftlich nicht effizient, die Amortisationszeit liegt lediglich bei 23 Jahren. Wichtig ist die Kombination und Interpretation mehrerer Kennzahlen. Auf 40 Jahre Laufzeit gerechnet erreicht die umfassende thermisch-energetische Sanierung bei Betrachtung der Vollkosten eine Rendite von 5,89% (ohne Heizkesseltausch) bzw. 4,79% (mit Heizkesseltausch), was einer, im Hinblick auf die derzeitige Finanzlage, sehr guten Rate entspricht. Mit durchschnittlich 5,9% über einen Zeitraum von 40 Jahren ist dies weitaus mehr als wenn man die gleiche Summe Geld über den gleichen Zeitraum auf einem Sparbuch „arbeiten“ lässt.

Ist die Finanzierung eine mögliche Barriere, so sind zuerst die thermische Sanierung (Wärmedämmung – Einsparung an Heizwärme) und nachträglich erst der Heizkesseltausch (Verbesserung des Wirkungsgrades und Anpassung an geringeren Heizwärmebedarf nach der Wärmedämmungsmaßnahme) zu empfehlen. Umgekehrte Reihenfolge würde in einer Überdimensionierung des neuen Heizkessels enden. Die umfassende Sanierung (WD+F) schneidet nach 40 Jahren bezüglich Nutzen-Kosten-Verhältnis (1,73), Kapitalwert (65.688 Euro), den Kosten von 2,48 Euro je eingesparter kWh Energie bzw. 0,4 kWh eingesparte Energie je investierten Euro wiederum am besten ab.

Betrachtet man rein die energiebedingten Mehrkosten (Kosten, die nur mit der Energiesparmaßnahme zu tun haben), so schneiden die reine Wärmedämmungsmaßnahme (15,01% Rendite) bzw. die umfassenden Sanierungen (18,13% bzw. 15,97% mit Heizkesseltausch Rendite) sehr gut ab - die Rentabilität verbessert sich zugunsten der Wärmedämmungsmaßnahmen. Die Betrachtung der reinen energiebedingten Mehrkosten kann als „wahre“ Rentabilität von thermisch-energetischen Sanierungen gesehen werden, da eine Instandsetzung am Gebäude ohnehin gemacht und bezahlt werden hätte müssen (siehe auch Abbildung 22).

### 3.2.3.2 Betriebswirtschaftliche Rentabilität bei Mehrfamilienhäusern

Die betriebswirtschaftliche Rentabilität der unterschiedlichen Sanierungsvarianten ist bei Mehrfamilienhäusern aufgrund der höheren absoluten, jedoch aber günstigeren spezifischen Investitionskosten (Kosten je m<sup>2</sup> BGF) effizienter als bei Einfamilienhäusern. Hohe Kapitalwerte bieten die Grundlage für zukünftige Rücklagen, für weitere Sanierungsmaßnahmen oder geplante zukünftige Energiesparprojekte. Am schlechtesten schneidet bei Mehrfamilienhäusern der reine Fenstertausch ab, da dieser, ähnlich beim Heizkesseltausch nur geringe Energieeinsparungen hervorruft, jedoch verhältnismäßig hohe Investitionskosten verursacht (siehe Tabelle 9) und den MieterInnen bzw. EigentümerInnen nur geringe Heizkosteneinsparungen einbringt. Der Einfluss der Kosten des Heizkesseltausches an den Gesamtkosten ist bei Sanierungen in MFH deutlich geringer, somit rentiert sich der Heizkesseltausch

im Rahmen einer umfassenden Sanierung (Umfassend+HK) bereits nach 21 Jahren. Die Kombination Wärmedämmung mit Fenstertausch ist, unter Betrachtung aller Kennzahlen, bei Mehrfamilienhäusern die Maßnahme mit der besten Performance bzw. Rentabilität. Hier spart man jährlich sich die höchsten Heizkosten ein.

Rechnet man wiederum die Ohnehin-Kosten (Kosten der Instandsetzung exkl. Kosten für Wärmedämmungsmaßnahmen) weg, so verringert sich bei allen Maßnahmen die Amortisationszeit, besonders bei der umfassenden Sanierung um mehr als die Hälfte (von 21 auf 8 bzw. 19 auf 8 Jahre). Der interne Zinsfuß (d.h. die jährliche Rendite) entspricht selbst bei 40-jähriger Betrachtung dem einer hochrisikanten Anlageform auf dem Finanzmarkt.

**Tabelle 9: Betriebswirtschaftliche Rentabilität im MFH unter Berücksichtigung der Vollkosten**

Betriebswirtschaftliche Rentabilität MFH (~1440m <sup>2</sup> BGF; HWB Bestand: 150 kWh/m <sup>2</sup> a)		Heizkessel-tausch (Gas)	Fenster-tausch	Wärmedäm-mung	Umfassend (WD+F)	Umfassend + HK	
<i>Reduktion Heizwärmebedarf %</i>		0%	10%	67%	77%	77%	
<i>spez. HWB nach Sanierung kWh/m<sup>2</sup>a</i>		150	135	50	35	35	
<b>Betrachtung Vollkosten</b>	einmalige Investitionskosten Euro	35 709 €	43 885 €	337 284 €	380 245 €	418 454 €	
	spez. Einmalige Investitionskosten Euro/m <sup>2</sup> BGF)	55,52 €	49,83 €	150,50 €	174,40 €	204,11 €	
	Amortisation Jahre	13	16	19	19	21	
	25 Jahre Laufzeit	Kapitalwert (Euro)	30 441 €	20 908 €	85 710 €	107 215 €	65 224 €
		Interner Zinssatz (% real p.a.)	8,48%	6,04%	4,17%	4,40%	3,36%
		Nutzen-Kosten Verhältnis	1,50	1,49	1,26	1,29	1,15
	40 Jahre Laufzeit	Kapitalwert (Euro)	58 085 €	46 958 €	260 210 €	307 759 €	263 854 €
		Interner Zinssatz (% real p.a.)	9,61%	7,53%	5,98%	6,17%	5,33%
		Nutzen-Kosten Verhältnis	1,82	2,09	1,79	1,83	1,59
	Kosten je eingesparter kWh			0,07 €	0,09 €	0,08 €	0,09 €
Eingesparte kWh je investierten Euro			13,46	11,74	11,97	10,87	
<b>Betrachtung energiebedingten Mehrkosten</b>	einmalige Investitionskosten Euro	28 567 €	35 108 €	134 914 €	152 098 €	167 382 €	
	spez. Einmalige Investitionskosten Euro/m <sup>2</sup> BGF)	19,84 €	24,38 €	93,69 €	105,62 €	116,24 €	
	Amortisation Jahre	10	13	8	8	8	
	25 Jahre Laufzeit	Kapitalwert (Euro)	37 443 €	29 513 €	284 112 €	330 889 €	311 373 €
		Interner Zinssatz (% real p.a.)	11,44%	8,80%	16,49%	17,04%	15,11%
		Nutzen-Kosten Verhältnis	1,70	1,86	3,14	3,22	2,64
	40 Jahre Laufzeit	Kapitalwert (Euro)	65 087 €	55 563 €	458 612 €	531 433 €	510 004 €
		Interner Zinssatz (% real p.a.)	12,22%	9,88%	16,89%	17,41%	15,59%
		Nutzen-Kosten Verhältnis	2,01	2,61	4,46	4,56	3,55
	Kosten je eingesparter kWh			0,06 €	0,03 €	0,03 €	0,04 €
Eingesparte kWh je investierten Euro			16,83	29,34	29,91	27,18	

Standard Szenario: Diskontrate 2%, Laufzeit 40 Jahre, Förderungen Sanierungsscheck 2014, Energiepreissteigerung 3%

pro Jahr, ohne Kredit

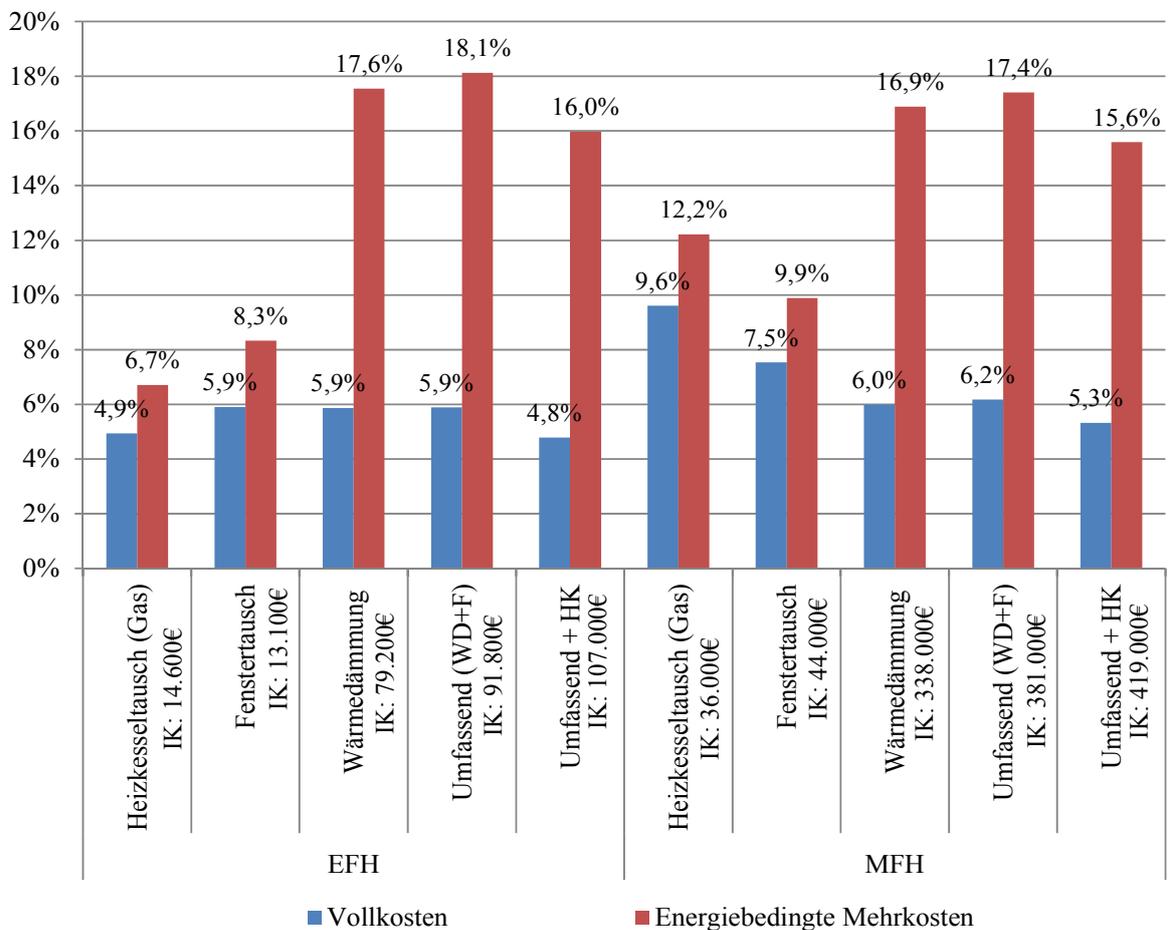
"Kosten je eingesparter kWh" bzw. "eingesparte kWh je invest. Euro": Investitionskosten in regelmäßige jährliche Zahlungen mit 2%

Diskontzinssatz und 40 Jahre Laufzeit berechnet

### 3.2.4 Ergebnisse der betriebswirtschaftlichen Rentabilitätsrechnung im Vergleich

#### Renditen der einzelnen Maßnahmen (Abbildung 22):

Die folgende Abbildung 22 zeigt die jährlichen zu erwartenden Renditen (interner Zinssatz) der unterschiedlichen Sanierungsmaßnahmen in beiden untersuchten Gebäudekategorien in der Basisvariante. Unter Betrachtung der energiebedingten Mehrkosten weisen die umfassenden Sanierungsmaßnahmen sowohl bei EFH und MFH die besten Renditen, gefolgt von der reinen Wärmedämmungsmaßnahme (Dämmung der Außenwände, Kellerdecke bzw. Dach [Sparren]) auf. Die Instandsetzungskosten mit einem Anteil von durchschnittlich 50% dürfen nicht komplett vernachlässigt werden, da bei einer Sanierung auch diese Kosten anfallen und berücksichtigt werden müssen. Daher unterscheidet die Unterscheidung zwischen Vollkosten und energiebedingten Mehrkosten. Die Betrachtung der Vollkosten ist zusätzlich immer anzuraten, wenn es um einen Vergleich von energiesparenden bzw. wärmedämmenden Maßnahmen geht.

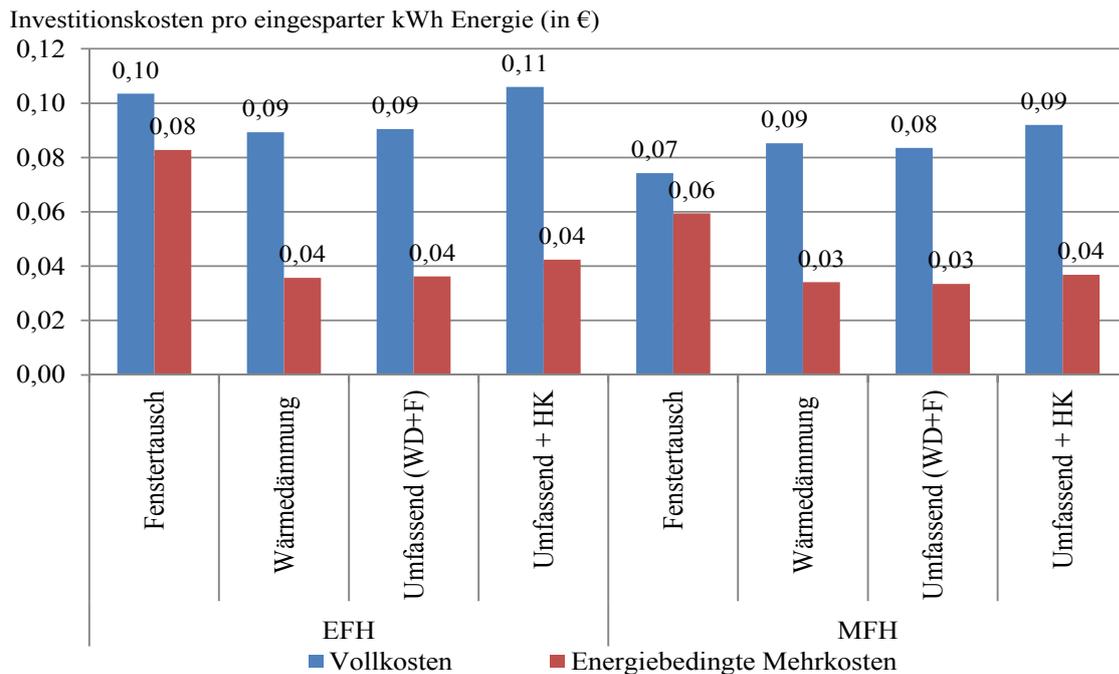


**Abbildung 22:** Jährliche Rendite aller Sanierungsmaßnahmen in der Basisvariante für EFH und MFH in Prozent (y-Achse: jährliche Rendite % real p.a.)

Quelle: eigene Berechnung, Ifip, 2015

#### Investitionskosten pro eingesparter kWh an Heizkosten (Abbildung 23):

Bei Betrachtung der Investitionskosten pro eingesparter kWh Energie erkennt man ebenfalls die gute Performance der reinen Wärmedämmungsmaßnahme. Diese liegen bei 9 Eurocent (EFH Vollkosten) bzw. 4 Eurocent (EFH energiebedingte Mehrkosten) In Mehrfamilienhäusern ist die Performance aufgrund des Preisvorteils (niedrigere spezifische Investitionskosten) geringfügig besser.

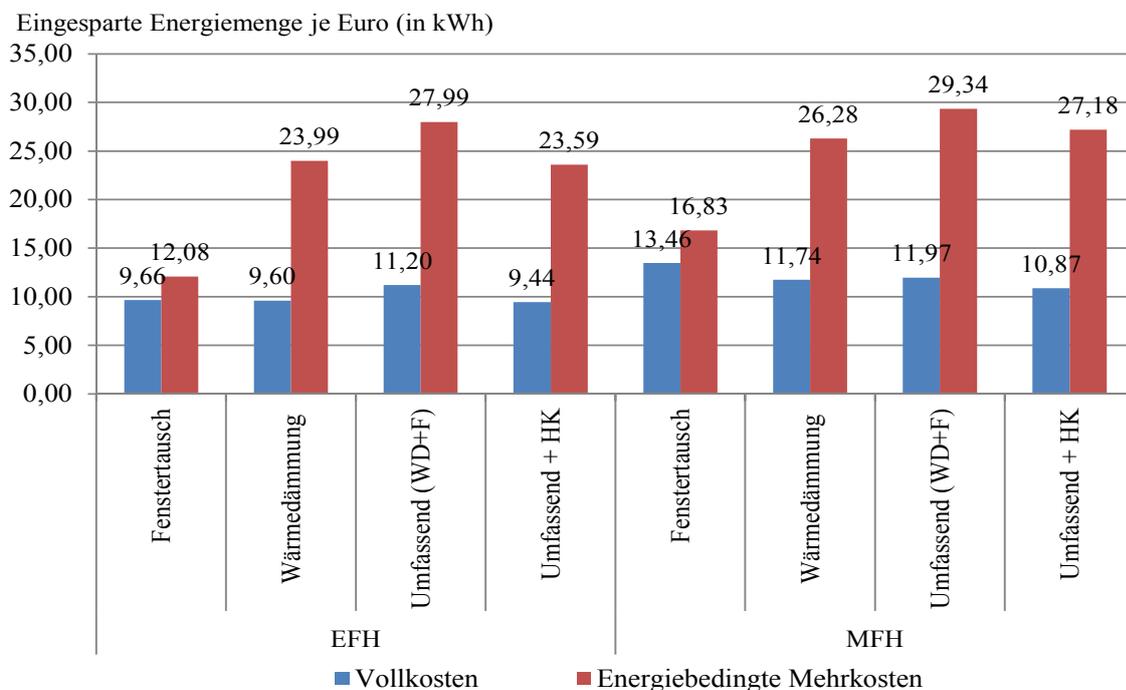


**Abbildung 23:** Investitionskosten pro eingesparter kWh an Heizkosten

Quelle: eigene Berechnung, Ifip 2015

**Was spare ich durch die Investition eines Euros (Abbildung 24):**

Die Investition von 1 Euro bringt unter Betrachtung der energiebedingten Mehrkosten den meisten Effekt bei den Wärmedämmungsmaßnahmen (mit bzw. ohne Fenster/Heizkesseltausch). Ein reiner Tausch des alten Heizkessels gegen ein modernes Gas-Brennwertgerät (nicht in Abbildung dargestellt) zeigt nur eine geringe Energieeinsparung auf 1 Euro gerechnet (Verbesserung des Wirkungsgrades und somit Einsparung an Energie).

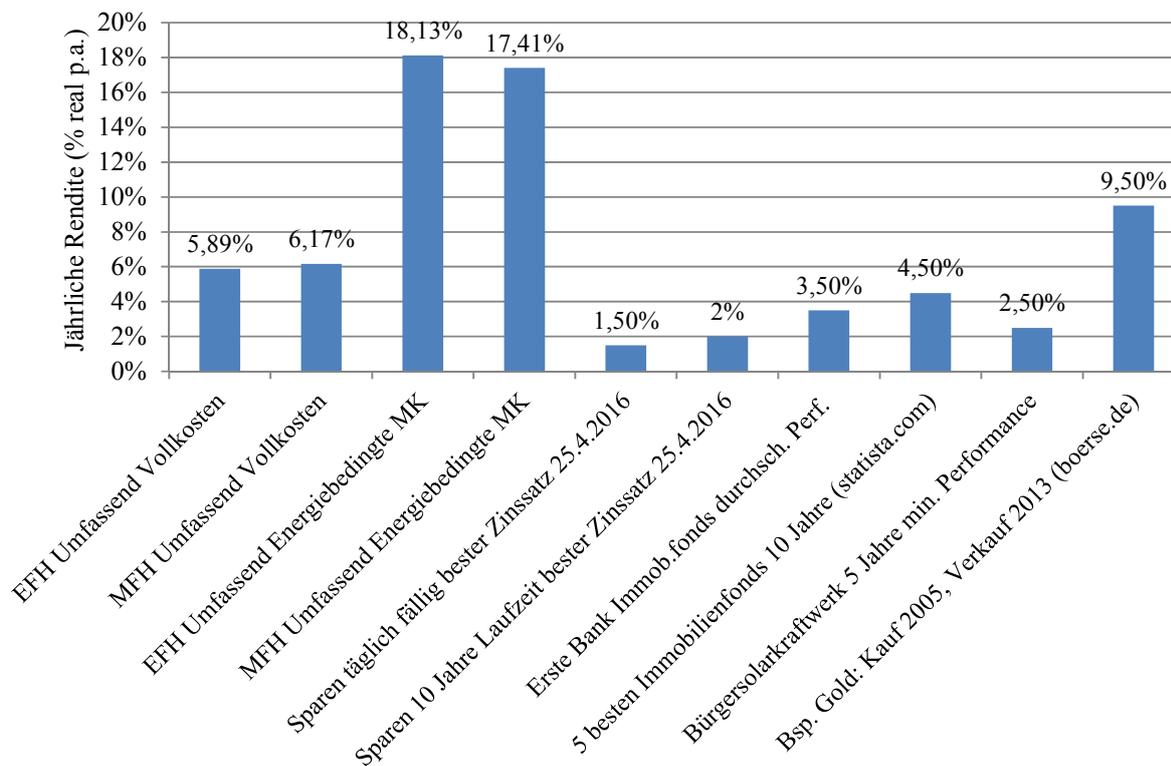


**Abbildung 24:** Eingesparte Energiemenge je investierten Euro in kWh

Quelle: eigene Berechnung, Ifip 2015

## Thermisch-energetische Sanierung im Vergleich zu anderen Anlageformen:

Vergleicht man die durchschnittliche Performance einer umfassenden Sanierung (Wärmedämmung und Fenstertausch) mit anderen Anlageformen, so erkennt man klar den Vorteil: Ein Sparbuch bringt derzeit einen Zinssatz von durchschnittlich 1,5% (täglich fällig) bzw. 2% bei 10 Jahren Laufzeit und einer Einlage von 50.000 Euro. Immobilienfonds zeigen im Schnitt zwar mit 4% eine bessere Performance, jedoch liegt die umfassende Wärmedämmung, bei Betrachtung der reinen energiebedingten Mehrkosten, mit 18% weitaus höher.



**Abbildung 25:** Thermisch-energetische Sanierung im Vergleich zu üblichen Anlageformen (y-Achse: Jährliche Rendite % real p.a.)

Quelle: eigene Berechnung, Ifip 2015

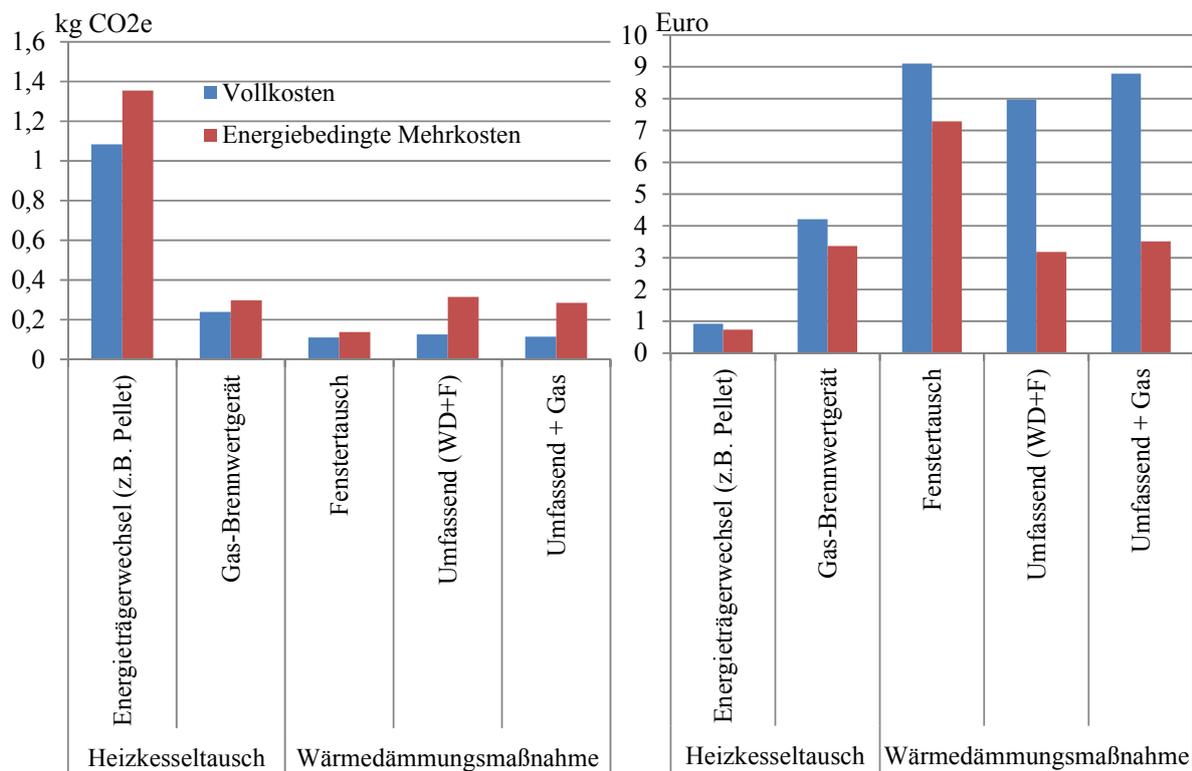
## Gegenüberstellung von Kosten und THG-Emissionen:

Werden Kosten und eingesparte Menge an THG-Emissionen gegenübergestellt<sup>34</sup>, so lässt sich zunächst der Vorteil des reinen Heizkesseltausches (besonders auf einen klimaneutralen Energieträger) erkennen, jedoch reduziert diese Maßnahme nicht den Heizwärmebedarf. Durch eine Wärmedämmungsmaßnahme steigen zwar die Kosten im Verhältnis zur THG-Emissionseinsparung, sie ist jedoch insgesamt sinnvoller, da zusätzlich der Heizwärmebedarf reduziert und Heizkosten gespart werden können.

Betrachtet man rein die Einsparung an THG-Emissionen, dann erkennt man den Vorteil von nahezu klimaneutralen Heizsystemen (Energieträgerwechsel). Der Wechsel auf einen erneuerbaren (d.h. klimaneutralen) Energieträger erfüllt sofort alle Klimabedingungen, jedoch gibt es hier nur geringe Energieeinsparungen (Verbesserung des Wirkungsgrades eines modernen Heizsystems) und Verbesserungen im Wohnkomfort bzw. Behaglichkeit. Der reine Fenstertausch weist die höchsten Kosten pro ein-

<sup>34</sup> Die eingesparte Menge an kWh sagt nämlich nichts über die produzierte Menge an THG-Emissionen aus.

gesparte Menge an THG-Emissionen auf, die umfassende Maßnahme „WD+F“ mit dem besten Resultat bei Betrachtung reiner Wärmedämmungsmaßnahmen (siehe Abbildung 26).



**Abbildung 26:** Links: Eingesparte THG-Emissionen je investierten Euro (in kg CO<sub>2</sub>e); Rechts: Investitionskosten pro eingesparten kg CO<sub>2</sub>e am Beispiel des EFH in Euro (betriebswirtschaftliche Betrachtung)

Quelle: eigene Berechnungen, Ifip 2015

### 3.3 Volkswirtschaftliche Rentabilität thermisch-energetischer Sanierungstätigkeiten

Die volkswirtschaftliche Rentabilität beruht auf den Prinzipien der betriebswirtschaftlichen Kosten-Nutzen-Rechnung (discounted cash-flow). Sie berücksichtigt zusätzlich externe Kosten, welche bei durchgeführten Sanierungstätigkeiten in der gesamten Laufzeit auftreten und eine Auswirkung auf Umwelt, Klima und Mensch verüben. Für den Staat ist es von Bedeutung, dass sich nicht nur betriebswirtschaftliche Aspekte, sondern die vollen Kosten und Nutzen (Kosten des Klimawandels, Versäuerung des Bodens, etc.) im Rahmen der Rentabilitätsrechnung eine Berücksichtigung finden. Ein Beispiel für eine negative Auswirkungen wäre ein erhöhter Ausstoß an THG-Emissionen aufgrund des vermehrten Einsatzes fossiler Energieträger beim Heizen (alte Ölheizung und hoher Heizwärmebedarf), welche einen negativen Einfluss auf Umwelt und Klima haben, sowie infolge auch eine Beeinträchtigung der menschlichen Gesundheit (erhöhtes Gefahr von Krankheiten an der Lunge bei Feinstaub) verursachen können. Am Beispiel Gesundheit entstehen dem Staat zusätzliche Behandlungskosten für mehr erkrankte Menschen aufgrund des erhöhten Ausstoßes an THG-Emissionen. Nachdem die Bewertung von externen Effekten mit einigen Unsicherheiten verbunden ist (Höhe des Klimakostensatzes, tatsächliche Umweltwirkungen der Dämmstoffe, usw.), wird in der Modellrechnung ein möglichst einfacher, jedoch sehr genauer Ansatz gewählt. Nachdem die Berechnung aller Umweltwirkungen der Dämmstoffe selbst nur erschwert möglich ist (in diesem Fall wäre nur das GWP zum Vergleich möglich und andere Umweltindikatoren würden nicht berücksichtigt) und diese im Vergleich zu

den THG-Einsparungen eines verminderten Heizwärmebedarfs durch die Dämmwirkung selbst nur relativ gering geschätzt werden, werden diese in der Modellrechnung nur bedingt<sup>35</sup> berücksichtigt.

Die volkswirtschaftliche Betrachtung berücksichtigt somit:

- Abzug der MWSt. (20%) bzw. jeglicher Arten von Transferzahlungen wie Steuern und Förderungen für Sanierungstätigkeiten.
- Eingesparten jährlichen Einsparungen an Emissionen durch verminderten Heizwärmebedarf<sup>36</sup>.
- Eingesparte Umweltkosten durch Nutzung moderner Heizsysteme nach einer thermisch-energetischen Sanierung (Effizienzverbesserungen oder geringere Emissionsfaktoren der eingesetzten Energieträger).

Es sollte nicht nur allein die Heizkostensenkung (Energieeinsparung durch verminderten Heizwärmebedarf) vorrangiges Ziel einer thermisch-energetischen Sanierung sein, sondern ebenfalls<sup>37</sup> eine Senkung der seitens der Allgemeinheit aufzubringenden externen Kosten (Vermeidungskosten, Reparaturkosten). Zusätzlich sind nach einer Sanierung auftretende Reboundeffekte nicht zu vernachlässigen. Die Auswirkung von Reboundeffekten wird in der Studie nur im Rahmen der Sensibilitätsanalyse näher betrachtet.

### **3.3.1 Umweltrelevante Faktoren bei thermisch-energetischen Sanierungsmaßnahmen im Zuge der gesamtwirtschaftlichen Betrachtungsweise**

Die durch Produktion und Entsorgung benötigte bzw. zurückgewonnene Energie der verwendeten Materialien bei thermisch-energetischen Sanierungen und die daraus entstehenden Auswirkungen auf die Umwelt (ausgedrückt in externen Kosten) müssen bei einer volkswirtschaftlichen Betrachtung berücksichtigt werden<sup>38</sup>. In dieser Analyse werden hauptsächlich laufende externe Nutzen der Wärmedämmung (geringerer Heizwärmebedarf in der Nutzungsphase eines Gebäudes nach einer thermisch-energetischen Sanierung) berücksichtigt. Der Einsatz von NAWARO-Dämmstoffen kann die Emission von THG-Emissionen weiter (die genaue Höhe ist jedoch unbekannt) verringern.

#### **3.3.1.1 Einsparungspotenzial an THG-Emissionen unterschiedlicher thermisch-energetischer Sanierungsmaßnahmen**

Zur Berechnung des Einsparpotentials an Treibhausgasemissionen wurden die Emissionsfaktoren aus der OIB Richtlinie 6 herangezogen. Diese dienen für die Umrechnung in CO<sub>2</sub>-äquivalente.

- Heizöl: 0,311 kg/kWh
- Biomasse: 0,004 kg/kWh
- Erdgas: 0,236 kg/kWh

Die Ermittlung der THG-Emissionseinsparungen für die Wärmedämmungsvarianten in der Basisvariante lässt sich wie folgt berechnen:

- Dämmung Außenwand: EPS
- Dämmung Dach (Sparren): XPS
- Dämmung Kellerdecke: EPS/Steinwolle

---

<sup>35</sup> Reine Bewertung des Greenwarming-Potentials

<sup>36</sup> Umweltkosten für Dämmstoffe/Montagetätigkeiten werden nicht berücksichtigt, da diese nur einen geringen Anteil im Vergleich zur Höhe der THG-Emissionen eines verminderten Heizwärmebedarfs ausmachen.

<sup>37</sup> aufgrund effizienter Wärmenutzung

<sup>38</sup> Dies gilt auch bei einer Änderung des Energieträgers beim Heizsystem.

## Jährliche Einsparung an THG-Emissionen durch verminderten Heizwärmebedarf:

Die folgende Tabelle 10 zeigt für jede berechnete Sanierungsmaßnahme in der Basisvariante die jährlich eingesparten THG-Emissionen durch Sanierungstätigkeiten (in t CO<sub>2</sub>e und Jahr)<sup>39</sup>. Die größten Einsparungen sind bei den Maßnahmen mit Wärmedämmung (8,7 t/a bei reiner Wärmedämmung bis 12,2 t/a bei umfassender Sanierung mit Heizkesseltausch im EFH) zu verzeichnen. Der reine Heizkesseltausch auf ein Gas-Brennwertgerät weist nur geringe jährliche Einsparungen an THG-Emissionen auf, wobei hingegen bei einem Wechsel auf den Energieträger Biomasse die jährlichen Einsparungen um das 4-fache liegen (14,2 t/a im EFH bzw. ist Biomasse klimaneutral). Ein wesentlicher Faktor ist somit der Energieträger, mit dem nach einer thermischen Sanierung geheizt wird.

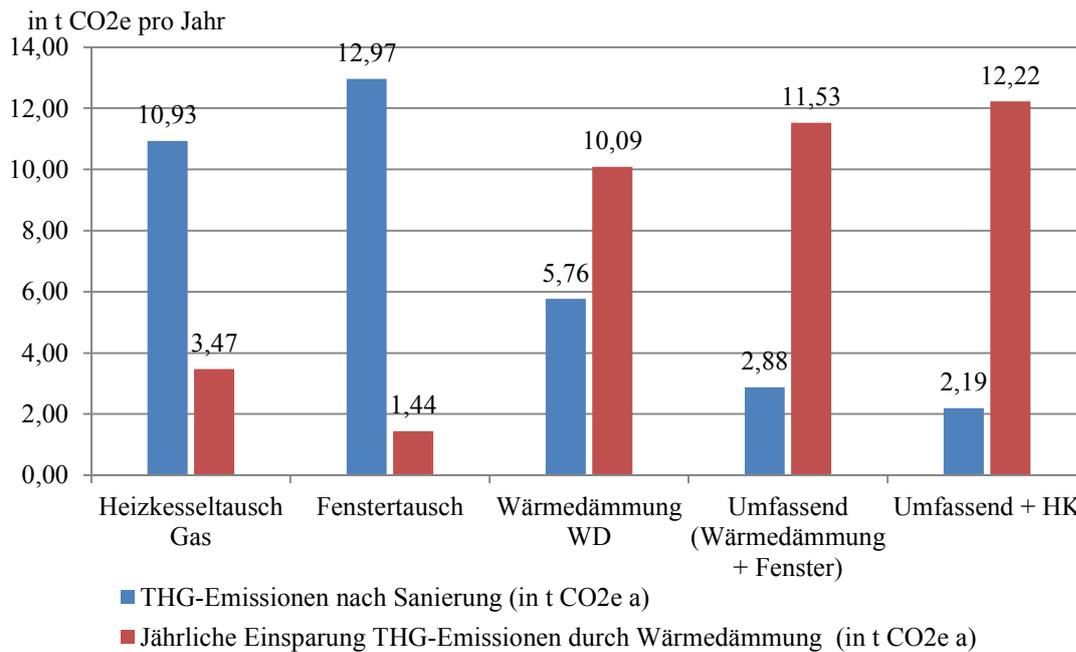
Abbildung 27 zeigt grafisch am Beispiel eines EFH mit 210m<sup>2</sup> BGF jährliche THG-Emissionseinsparungen durch unterschiedliche Sanierungstätigkeiten. Bringt der Tausch des alten Heizkessels auf ein modernes Gas-Brennwertgerät (laut Basisvariante) zwar nur geringe THG-Einsparungen, zeigen alle Wärmedämmungsmaßnahmen ein enormes Emissionseinsparpotenzial.

**Tabelle 10:** Jährliche THG-Emissionseinsparungen aller untersuchten Sanierungsoptionen im Überblick in CO<sub>2</sub>e

		HWB nach Sanierung (in kWh/m <sup>2</sup> a)	Reduktion HWB %	jährliche Energieeinsparung (in kWh/a)	jährliche Heizkosteneinsparung (Euro/a)	THG-Emissionen vor Sanierung (in t CO <sub>2</sub> e a)	THG-Emissionen nach Sanierung (in t CO <sub>2</sub> e a)	Jährliche Einsparung THG-Emissionen durch Wärmedämmung (in t CO <sub>2</sub> e)
EFH	Heizkesseltausch Gas	198	0%	0	1 051 €	14,41	10,93	3,47
	Fenstertausch	198	10%	4 633	713 €		12,97	1,44
	Wärmedämmung WD	66	70%	32 432	4 993 €		4,32	10,09
	Umfassend (Wärmedämmung + Fenster)	44	80%	37 066	5 706 €		2,88	11,53
	Umfassend + HK	44	80%	37 066	5 917 €		2,19	12,22
MFH	Heizkesseltausch HK	150	0%	0	4 900 €	67,18	50,98	16,20
	Fenstertausch	135	10%	21 600	3 325 €		60,46	6,72
	Wärmedämmung WD	50	67%	144 720	22 280 €		22,17	45,01
	Umfassend (Wärmedämmung + Fenster)	35	77%	166 320	25 605 €		15,45	51,73
	Umfassend + HK	35	77%	166 320	26 732 €		11,72	55,45

Quelle: eigene Berechnung, Ifip 2015

<sup>39</sup> Berechnet über die Emissionsfaktoren des Energieträgers vor und nach den jeweiligen Sanierungsmaßnahmen nach OIB Richtlinie 6.



**Abbildung 27:** Jährliche THG-Emissionen und -einsparungen der unterschiedlichen Sanierungsmaßnahmen in der Basisvariante im EFH (in t CO2e/a)

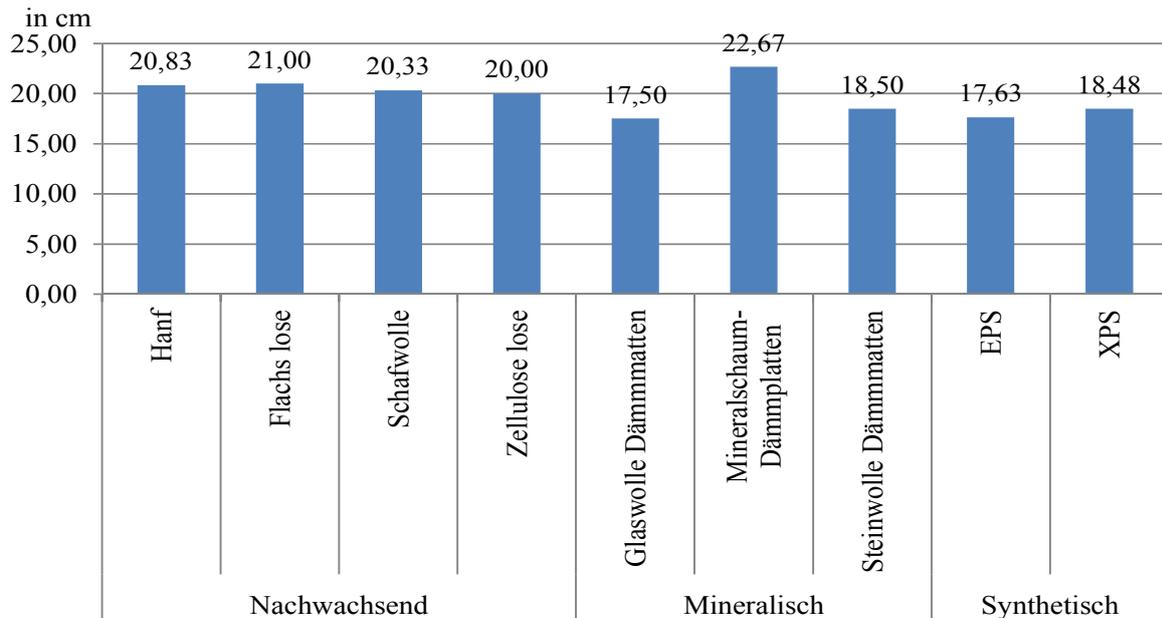
Quelle: eigene Berechnungen, Ifip 2015

### Einmalige Umweltwirkungen des gesamten Lebenszyklus der Dämmstoffe:

Bei einer thermisch-energetischen Sanierung entstehen durch die Produktion, den Transport, der Nutzung und des Recyclingvorgangs der Dämmstoffe einmalig THG-Emissionen. In Abbildung 28 sind die erforderlichen Dämmstoffdicken (in cm) für ausgewählte Dämmstoffe dargestellt, die man zur Erreichung eines U-Wertes von 0,2 W/m<sup>2</sup>K benötigt. Da beispielsweise EPS eine bessere Dämmwirkung als eine Mineralschaum-Dämmplatte aufweist, benötigt man für den Einsatz des Dämmstoffes EPS nur eine Dämmstoffdicke von 17,6 cm anstatt 22,7 cm, wie es bei Mineralschaum-Dämmplatten der Fall wäre, um auf eine gleiche Dämmwirkung zu kommen. Es ist zu erwähnen, dass nicht alle Umweltwirkungen, die der Life-Cycle von Dämmstoffen verursacht, abgebildet, sondern lediglich das Greenwarming-Potential (GWP100), welches im baubook ersichtlich ist.

Die benötigte Dämmstoffdicke ist ausschlaggebend für die Berechnung der einmalig auftretenden THG-Emissionen der Dämmstoffe<sup>40</sup>. Als Datengrundlage dient die baubook Deklarationszentrale, in dessen Datenbank Hersteller die Ökobilanz ihrer Produkte nachzuweisen haben (untersuchte Dämmstoffe ab einer letzten Änderung ab 1.1.2012). Berechnet wird, wie schon erwähnt das Treibhausgaspotenzial (GWP100 – Globale Erwärmung durch Treibhausgase gemäß CML2001) laut baubook Deklarationszentrale.

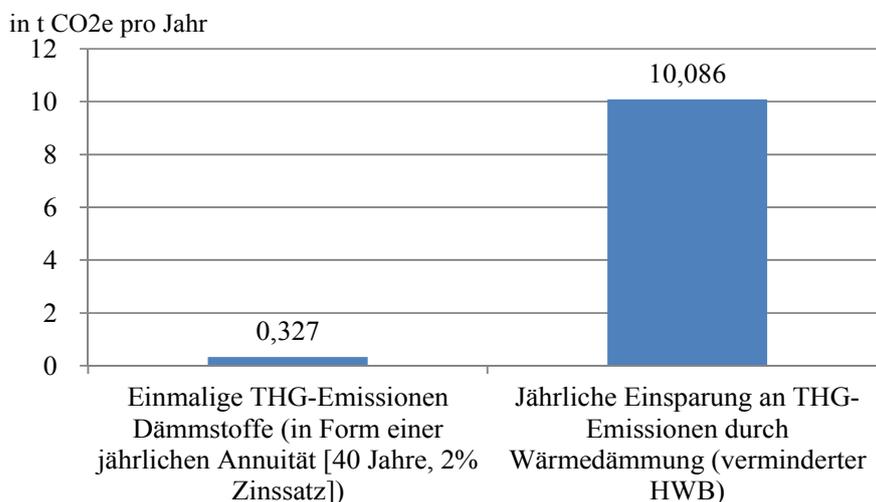
<sup>40</sup> Für jede Wärmedämmungsmaßnahme (Außenwand, Dach, Kellerdecke) wurde die benötigten m<sup>3</sup> berechnet und anschließend mit dem Faktor GWP100 total (kg CO2e/m<sup>3</sup>) laut baubook, je nachdem, welcher Dämmstoff für welches Gebäudeteil eingesetzt wird multipliziert.



**Abbildung 28:** Erforderliche Dämmstoffdicken für einen zu erreichenden U-Wert von  $0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$  für ausgewählte Dämmstoffe (in cm)

Quelle: eigene Berechnung, Ifip 2015

Vergleicht man die einmalig entstehenden THG-Emissionen der Dämmstoffe (GWP100) mit Annahme der verwendeten Dämmstoffe in der Basisvariante<sup>41</sup> mit den jährlichen THG-Emissionseinsparungen durch die Dämmwirkung (laufende Einsparung durch verminderten HWB), so erkennt man den marginalen Anteil der Umweltwirkungen der Dämmstoffe in der Gesamtwirkungskette (siehe folgende Abbildung 29). Es wurden die einmalig entstehenden THG-Emissionen (umgerechnet in eine jährliche Annuität<sup>42</sup>) den jährlichen Einsparungen gegenübergestellt.



**Abbildung 29:** Vergleich der einmaligen entstehenden THG-Emissionen durch die Dämmstoffe und der jährlichen THG-Emissionseinsparungen durch verminderten Heizwärmebedarf (in t CO2e pro Jahr) – Basisvariante im EFH

Quelle: eigene Berechnung, Ifip 2015

<sup>41</sup> Basisvariante: Außenwand (EPS), Dach (XPS), Kellerdecke (EPS/Steinwolle)

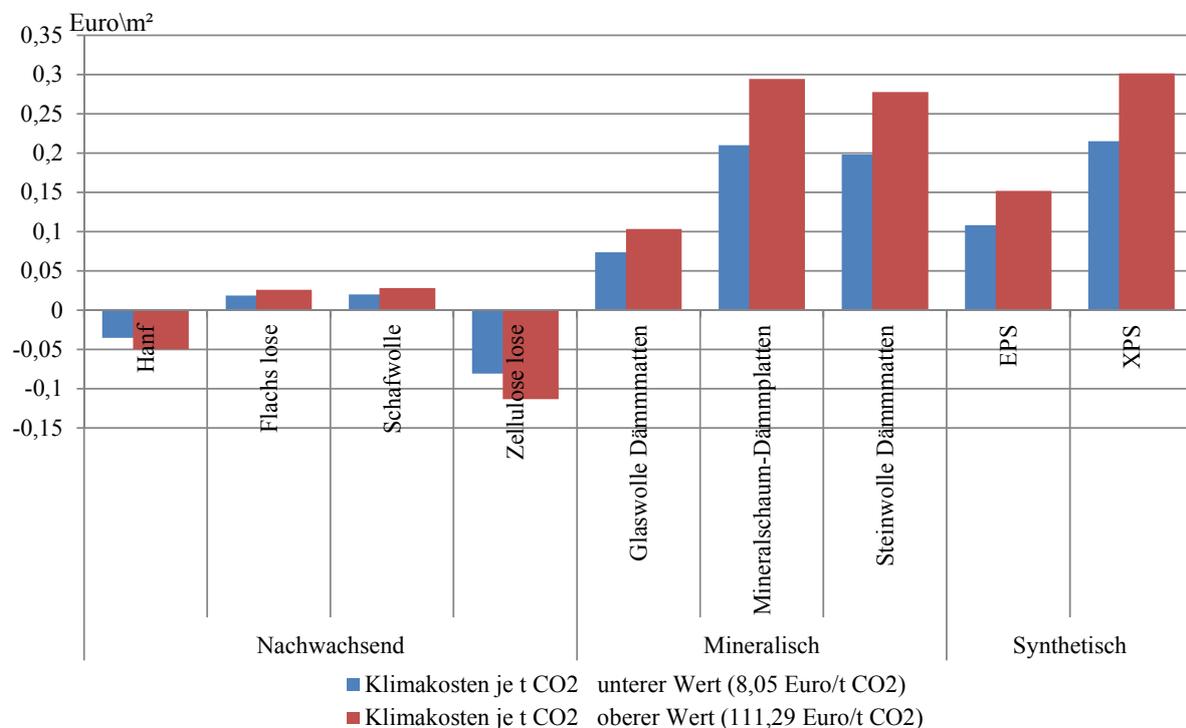
<sup>42</sup> Auf die gewählte Laufzeit von 40 Jahre und einem Kalkulationszinssatz von 2% berechnet.

### 3.3.1.2 Schätzung externe Kosten

Die monetäre Bewertung von gesetzten Maßnahmen kann sich je nach Methode und Studie sehr unterscheiden. Die unterschiedlichen Wirkungen auf Umwelt und somit entstehenden Umweltkosten werden mittels einer Vielzahl von Bewertungsmethoden (direkte bzw. indirekte Bewertungsmethoden) ermittelt. Angenommene Kostensätze sind demnach nur Richtwerte und keine exakte Darstellung. Wie hoch die Kosten von Umweltwirkungen (Flora, Fauna, Boden Wasser, Luft) in der Realität sind ist schwer abzuschätzen. Somit sind die Berücksichtigung von externen Kosten (ihre Höhe) und ihr Einfluss auf die Rentabilität im Rahmen der Sensitivitätsanalyse nachträglich zu prüfen.

#### Einmalige auftretende externe Kosten durch Dämmstoffe bei Sanierungstätigkeiten

Bei einer thermisch-energetischen Sanierung müssen entstehende externe Kosten der Dämmstoffproduktion, -nutzung und -recyclings (nur GWP100) beachtet werden. Für ausgewählte Dämmstoffe (je m<sup>2</sup> zu dämmender Fläche bei gleicher Dämmwirkung<sup>43</sup> [U-Wert: 0,2 W/m<sup>2</sup>K]) wurden externe Kosten mit jeweils dem untersten von 8,05 Euro/t CO<sub>2</sub>e und obersten in der Literatur recherchierten Kostensatz (siehe Anhang) von 111,29 Euro/t CO<sub>2</sub>e berechnet (siehe Abbildung 30).



**Abbildung 30:** Einmalige auftretende externe Kosten ausgewählter Dämmstoffe durch Sanierungstätigkeiten je m<sup>2</sup> Dämmfläche bei gleicher Dämmwirkung (U-Wert: 0,2) in t CO<sub>2</sub>e je m<sup>2</sup>

Quelle: eigene Berechnung, Ifip 2015

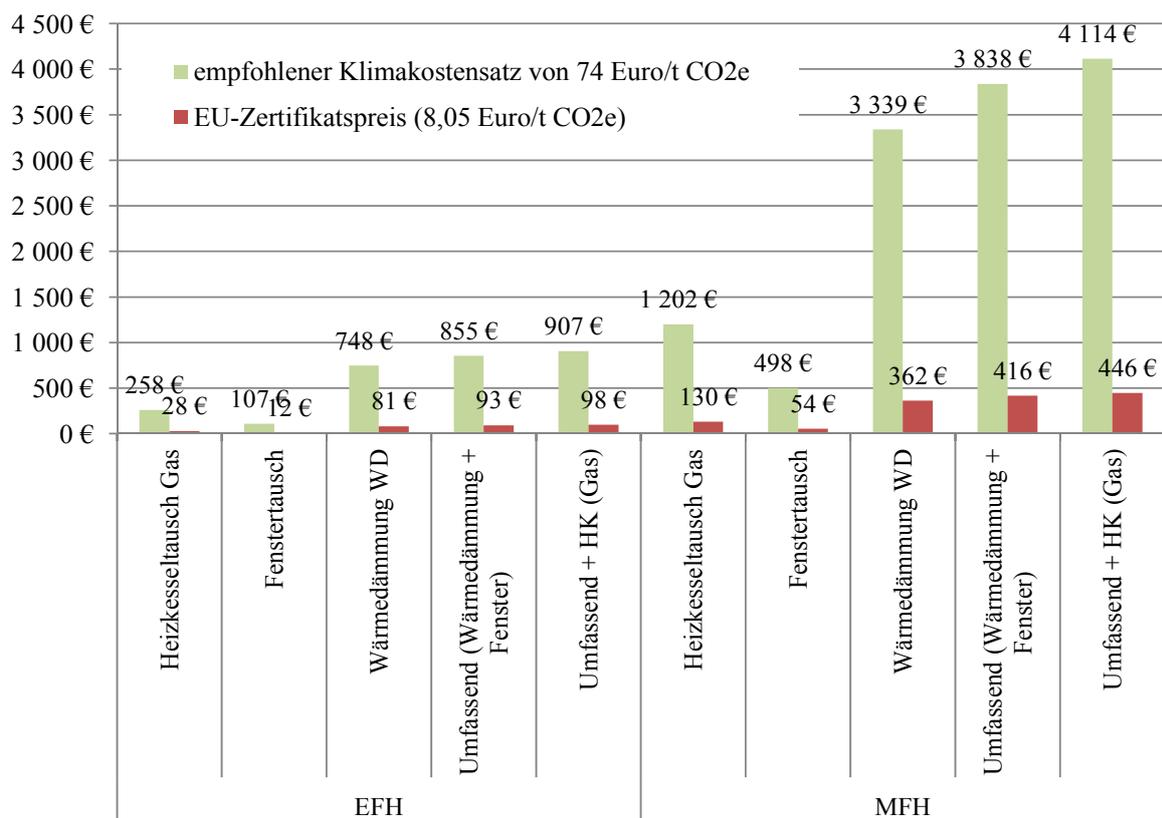
#### Jährlicher externer Nutzen durch verminderten Heizwärmebedarf bzw. Energieträgerwechsel:

Den einmaligen entstehenden THG-Emissionen stehen viel höhere laufende THG-Emissionseinsparungen (aufgrund eines verminderten Heizwärmebedarfs nach einer Wärmedämmung) durch Sanierungsmaßnahmen gegenüber. Für alle Sanierungsmaßnahmen in der Basisvariante

<sup>43</sup> Da die unterschiedlichen Dämmstoffe in ihrer Dämmwirkung variieren, wurde für die Berechnung die jeweils benötigte Menge an Dämmstoffen bei gleicher Dämmwirkung herangezogen.

wurden externe Nutzen (in Euro/Jahr) mit unterschiedlichen Klimakostensätzen<sup>44</sup> berechnet und in der folgenden Abbildung 31 dargestellt. Zu erkennen ist auch das Problem der Monetarisierung durch die unterschiedliche Annahme von Kostensätzen. Der EU Zertifikatspreis von derzeit 8 Euro/t CO<sub>2</sub>e widerspiegelt zwar reale Zahlungen der Republik Österreich, jedoch kaum die realen Verhältnisse des Wertes der Umwelt und unseres Klimas. Selbst der hohe Satz von 74 Euro/t CO<sub>2</sub>e erscheint aus Sicht der Autoren nicht den wahren Kosten, die durch Zerstörung der Umwelt durch unterschiedliche Maßnahmen entstehen, zu entsprechen. Die Quantifizierung bzw. Monetarisierung externer Effekte ist somit mit großen Unsicherheiten verbunden.

Bei einer umfassenden Sanierung (WD + F) entstehen bei EFH jährlich, je nach Kostensatz betrachtet, externe Nutzen in der Höhe von 93 Euro bis 855 Euro, die bei einer Betrachtung zusätzlich zur jährlichen Heizkosteneinsparung gerechnet werden müssen.



**Abbildung 31:** Jährlicher externer Nutzen der Sanierungsmaßnahmen in der Basisvariante mit unterschiedlichen Kostensätzen (in Euro)

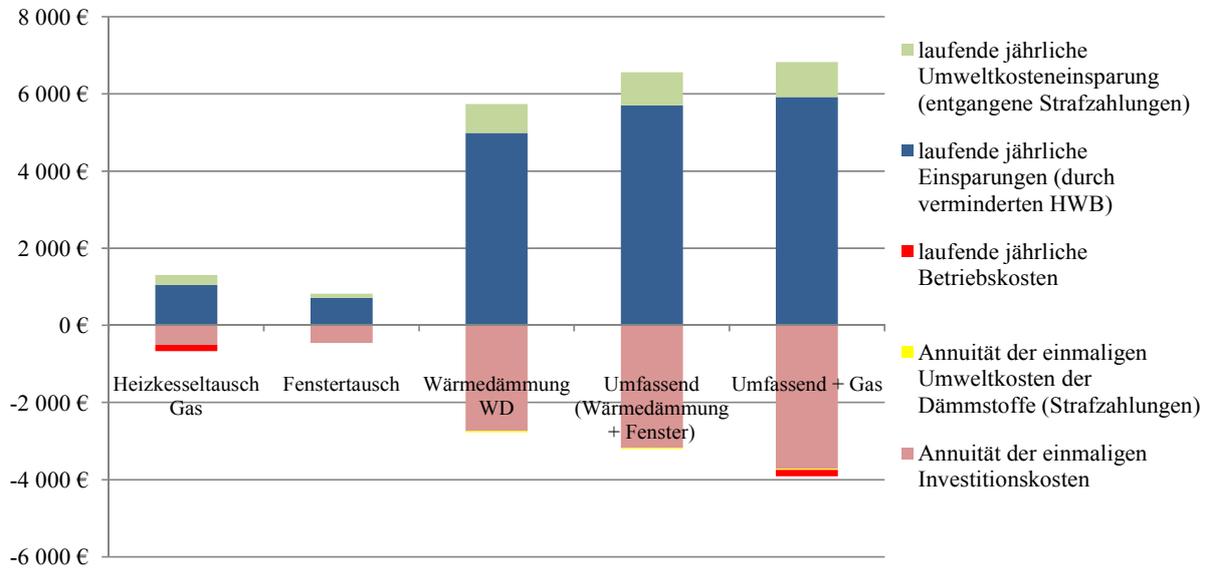
Quelle: eigene Berechnungen, Ifip 2015

### 3.3.2 Kosten- und Nutzenkomponenten

Wie in der betriebswirtschaftlichen Rentabilitätsrechnung werden bei einer gesamtwirtschaftlichen Betrachtung lediglich die Kosten um Transferzahlungen und nicht volkswirtschaftlich relevanten Aspekten bereinigt und mit zusätzlich auftretende externe Kosten und Nutzen ergänzt. In den darauf folgenden zwei Abbildungen werden alle gesamtwirtschaftlich relevanten Kosten- und Nutzenkompo-

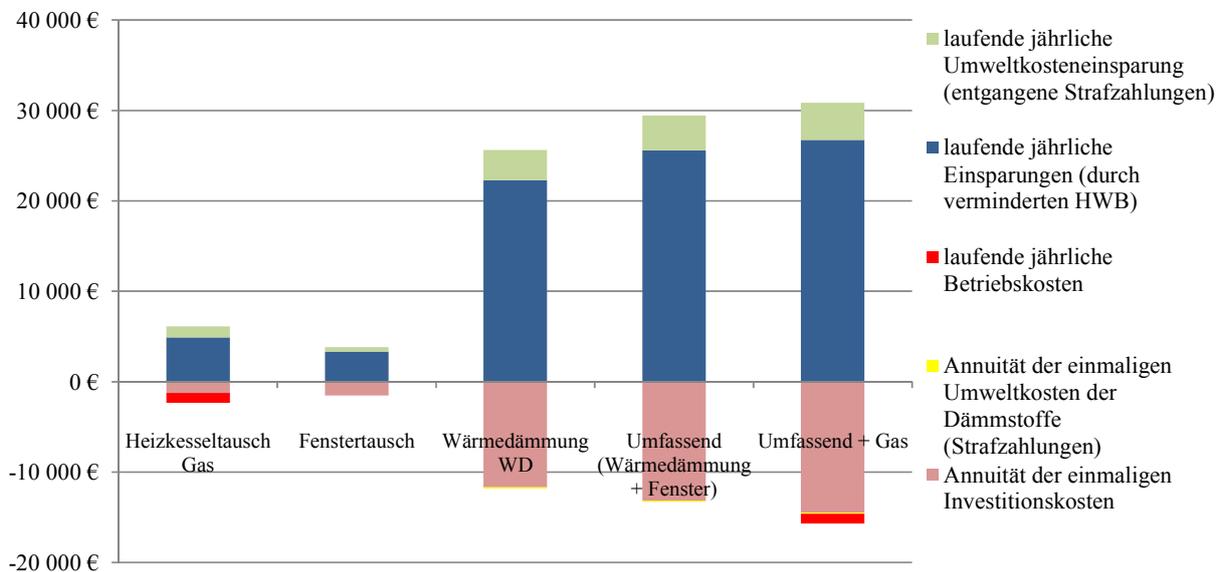
<sup>44</sup> Kostensätze von 8,05€/t CO<sub>2</sub>e (EU-Zertifikatspreis 2015) und 74 €/t CO<sub>2</sub>e (angeratener Klimakostensatz für Bewertung externer Kosten)

nennten dargestellt<sup>45</sup>. Für die Monetarisierung externer Kosten und Nutzen wurde der empfohlene Klimakostensatz von 74 (Euro/t CO<sub>2</sub>e) angewandt<sup>46</sup>. Zu den bereinigten Kosten der Sanierungstätigkeit kommen die durch die Sanierung entstehenden externen Kosten (Annuität der einmaligen Umweltkosten der Dämmstoffe) hinzu. Auf der Nutzenseite werden zur jährlichen Heizkosteneinsparung noch die jährlich eingesparten Umweltkosten (externe Nutzen) addiert. Diese könnten als entgangene Strafzahlungen des Staates zur Regeneration der Umweltschäden verstanden werden.



**Abbildung 32:** Kosten- und Nutzenkomponenten der gesamtstaatlichen Betrachtung im EFH (Euro)

Quelle: eigene Berechnungen, Ifip 2015



**Abbildung 33:** Kosten- und Nutzenkomponenten der gesamtstaatlichen Betrachtung im MFH (Euro)

Quelle: eigene Berechnungen, Ifip 2015

<sup>45</sup> Umrechnung der einmaligen Kosten auf Annuitäten mit 40 Jahre Laufzeit und 2% Kalkulationszinssatz

<sup>46</sup> In der Sensitivitätsanalyse werden die Auswirkungen der Heranziehung des geringen EU-Zertifikatspreises von 8 Euro/t CO<sub>2</sub>e überprüft.

### 3.3.3 Ergebnisse der volkswirtschaftlichen Rentabilitätsrechnung

Im Gegensatz zur betriebswirtschaftlichen Rentabilitätsrechnung erkennt man bei Betrachtung der volkswirtschaftlichen Rentabilität eine deutliche Effizienzverbesserung bei allen Sanierungsmaßnahmen in der Basisvariante. Für die Republik Österreich lohnen sich somit thermisch-energetische Sanierungen mehr als für den privaten Nutzer. Die folgenden Tabelle 11 und Tabelle 12 geben einen Überblick über alle berechneten Rentabilitätskennzahlen der unterschiedlichen Sanierungsmaßnahmen laut Basisvariante mit Berücksichtigung aller externen Kosten- und Nutzenkomponenten. Bei Betrachtung der energiebedingten Mehrkosten schneiden sowohl in EFH und MFH die umfassende Sanierung (Kombination Wärmedämmung und Fenstertausch) bzw. die reine Wärmedämmungsmaßnahme am effizientesten ab. Sie amortisieren sich nach rund 6 Jahren bzw. 14 Jahren bei Betrachtung der Vollkosten.

**Tabelle 11:** Volkswirtschaftliche Rentabilität im EFH unter Berücksichtigung der Vollkosten und energiebedingten Mehrkosten mit Bewertungsschema

Volkswirtschaftliche Rentabilität EFH: (~210m <sup>2</sup> BGF; HWB Bestand: 220 kWh/m <sup>2</sup> a)		Heizkessel-tausch (Gas)	Fenstertausch	Wärmedämmung	Umfassend (WD+F)	Umfassend + HK Gas	
<i>Reduktion Heizwärmebedarf %</i>		0%	10%	70%	80%	80%	
<i>spez. HWB nach Sanierung kWh/m<sup>2</sup>a</i>		220	198	66	44	44	
Betrachtung Vollkosten	einmalige Kosten ohne Steuern und Förderungen + einmalige Umweltkosten	11 692 €	10 495 €	64 056 €	74 123 €	86 633 €	
	Amortisation Jahre	13	16	14	14	17	
	25 Jahre Laufzeit	Kapitalwert (Euro)	9 848 €	4 935 €	43 670 €	49 009 €	38 623 €
		Interner Zinssatz (% real p.a.)	8,42%	5,80%	7,32%	7,17%	5,62%
		Nutzen-Kosten Verhältnis	1,68	1,48	1,70	1,67	1,44
	40 Jahre Laufzeit	Kapitalwert (Euro)	18 849 €	11 365 €	88 639 €	100 403 €	90 810 €
		Interner Zinssatz (% real p.a.)	9,55%	7,33%	8,61%	8,48%	7,18%
		Nutzen-Kosten Verhältnis	2,20	2,10	2,41	2,38	2,02
	Kosten je eingesparter kWh			0,08 €	0,07 €	0,07 €	0,09 €
	Eingesparte kWh je investierten Euro			12,08	13,85	13,68	11,70
Betrachtung energiebedingten Mehrkosten	einmalige Kosten ohne Steuern und Förderungen + einmalige Umweltkosten	9 353 €	8 396 €	26 020 €	30 047 €	35 051 €	
	Amortisation Jahre	10	13	6	6	7	
	25 Jahre Laufzeit	Kapitalwert (Euro)	12 141 €	6 993 €	80 959 €	92 221 €	89 193 €
		Interner Zinssatz (% real p.a.)	11,36%	8,35%	21,87%	21,64%	18,70%
		Nutzen-Kosten Verhältnis	2,00	1,85	4,17	4,13	3,39
	40 Jahre Laufzeit	Kapitalwert (Euro)	21 142 €	13 423 €	125 929 €	143 614 €	141 380 €
		Interner Zinssatz (% real p.a.)	12,15%	9,49%	22,06%	21,83%	18,99%
		Nutzen-Kosten Verhältnis	2,58	2,63	5,94	5,88	4,66
	Kosten je eingesparter kWh			0,07 €	0,03 €	0,03 €	0,03 €
	Eingesparte kWh je investierten Euro			15,10	34,10	33,75	28,93

Standard Szenario: Diskontrate 2%, Laufzeit 40 Jahre, Förderungen Sanierungsscheck 2014, Energiepreissteigerung 3% pro Jahr, ohne Kredit

"Kosten je eingesparter kWh" bzw. "eingesparte kWh je invest. Euro": Investitionskosten in regelmäßige jährliche Zahlungen mit 2% Diskontzinssatz und 40 Jahre Laufzeit berechnet

Die Einbeziehung von externen Kosten und Nutzen zeigt deutlich, dass die Nutzenkomponenten überwiegen und sich thermisch-energetische Sanierungsmaßnahmen besser rechnen und für die gesamte Gesellschaft einen enormen Nutzen aufweisen. Die Argumentation mit rein energiebedingten Kosten ist zwar aus Sicht des Nutzers kein Gewinn (die Ohnehin-Kosten müssen auch bezahlt werden), jedoch für einen energiepolitischen Diskurs relevant. Unter diesen Gesichtspunkt zahlt sich die

Investition in eine umfassende Energieeffizienzmaßnahme (umfassende Sanierung mit Heizkesseltausch auf klimaneutralen Energieträger<sup>47</sup>) ökonomisch und ökologisch immer aus.

**Tabelle 12:** Volkswirtschaftliche Rentabilität im MFH unter Berücksichtigung der Vollkosten und energiebedingten Mehrkosten mit Bewertungsschema

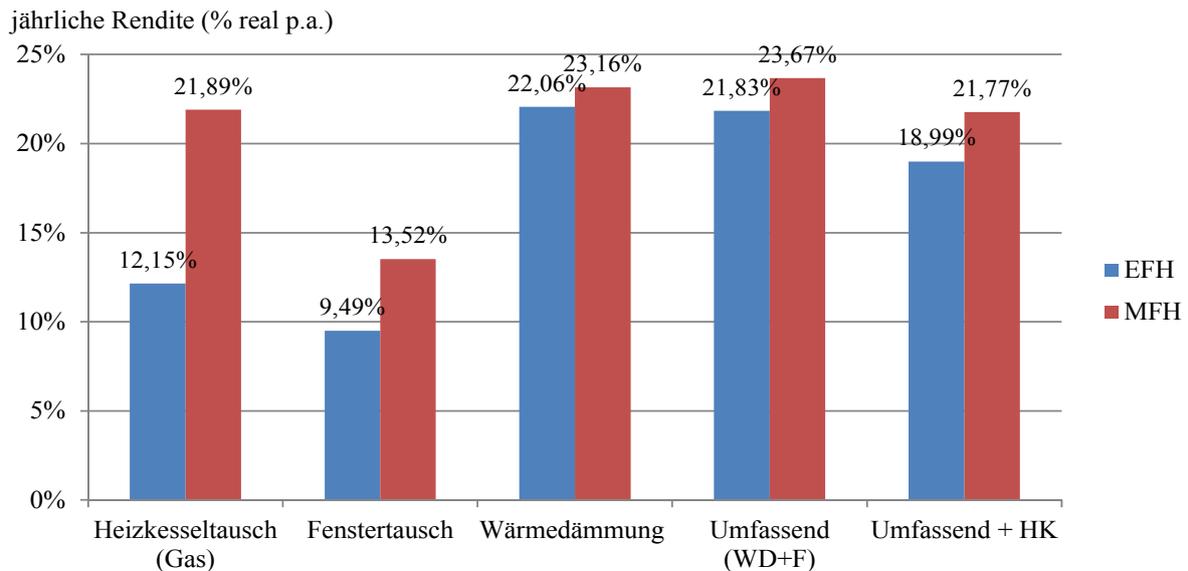
Volkswirtschaftliche Rentabilität MFH (~1440m <sup>2</sup> BGF; HWB Bestand: 150 kWh/m <sup>2</sup> a)		Heizkesseltausch (Gas)	Fenstertausch	Wärmedämmung	Umfassend (WD+F)	Umfassend + HK Gas	
<i>Reduktion Heizwärmebedarf %</i>		0%	10%	67%	77%	77%	
<i>spez. HWB nach Sanierung kWh/m<sup>2</sup>a</i>		150	135	50	35	35	
Betrachtung Vollkosten	einmalige Kosten ohne Steuern und Förderungen + einmalige Umweltkosten	28 567 €	35 108 €	272 505 €	306 873 €	337 440 €	
	Amortisation Jahre	9	12	14	13	14	
	25 Jahre Laufzeit	Kapitalwert (Euro)	64 815 €	36 499 €	207 902 €	245 111 €	220 824 €
		Interner Zinssatz (% real p.a.)	17,13%	9,72%	7,88%	8,12%	7,13%
		Nutzen-Kosten Verhältnis	2,34	2,06	1,78	1,81	1,63
	40 Jahre Laufzeit	Kapitalwert (Euro)	104 021 €	66 453 €	408 554 €	475 711 €	453 823 €
		Interner Zinssatz (% real p.a.)	17,49%	10,69%	9,08%	9,29%	8,44%
		Nutzen-Kosten Verhältnis	2,83	2,93	2,53	2,58	2,26
	Kosten je eingesparter kWh			0,06 €	0,07 €	0,07 €	0,07 €
	Eingesparte kWh je investierten Euro			16,83	14,53	14,83	13,48
Betrachtung energiebedingten Mehrkosten	einmalige Kosten ohne Steuern und Förderungen + einmalige Umweltkosten	22 854 €	28 086 €	110 608 €	124 356 €	136 582 €	
	Amortisation Jahre	6	10	6	6	6	
	25 Jahre Laufzeit	Kapitalwert (Euro)	70 417 €	43 383 €	366 624 €	424 050 €	417 744 €
		Interner Zinssatz (% real p.a.)	21,71%	12,87%	23,00%	23,53%	21,58%
		Nutzen-Kosten Verhältnis	2,65	2,58	4,38	4,48	3,71
	40 Jahre Laufzeit	Kapitalwert (Euro)	109 622 €	73 337 €	567 276 €	654 650 €	650 743 €
		Interner Zinssatz (% real p.a.)	21,89%	13,52%	23,16%	23,67%	21,77%
		Nutzen-Kosten Verhältnis	3,14	3,66	6,23	6,37	5,00
	Kosten je eingesparter kWh			0,05 €	0,03 €	0,03 €	0,03 €
	Eingesparte kWh je investierten Euro			21,04	35,79	36,59	33,31

Standard Szenario: Diskontrate 2%, Laufzeit 40 Jahre, Förderungen Sanierungsscheck 2014, Energiepreiserhöhung 3% pro Jahr, ohne Kredit

"Kosten je eingesparter kWh" bzw. "eingesparte kWh je invest. Euro": Investitionskosten in regelmäßige jährliche Zahlungen mit 2% Diskontzinssatz und 40 Jahre Laufzeit berechnet

Aus betriebs- und volkswirtschaftlicher Sicht sind Investitionen in thermisch-energetische Sanierungsmaßnahmen in Ein- und Mehrfamilienhäusern zu empfehlen und alle vorhandenen Barrieren zu entschärfen. Die jährlichen Renditen liegen bei der Maßnahme „Umfassend“ bei 8-9% (Vollkosten) bzw. 22-24% (Energiebedingte Mehrkosten). Dies entspricht dem Zinssatz von hochriskanten Anlageformen, jedoch mit geringem Risiko. Die folgende Abbildung 34 vergleicht die jährlichen Renditen der unterschiedlichen Sanierungsmaßnahmen aus Sicht der energiebedingten Mehrkosten (tatsächliche Kosten der Energiesparmaßnahmen).

<sup>47</sup> Der Wechsel auf einen anderen Energieträger (Gas auf Biomasse) wird in der Sensitivitätsanalyse näher behandelt.



**Abbildung 34:** Jährliche Rendite der einzelnen Sanierungsmaßnahmen unter Betrachtung der energiebedingten Mehrkosten (in % real p.a.) Quelle: eigene Berechnungen, Ifip 2016

### 3.4 Vergleich betriebs- und volkswirtschaftliche Rentabilität

In der ökonomischen Theorie wird angenommen, dass aus Sicht des Individuums (betriebswirtschaftliche Rentabilität) keine Präferenzen bzgl. Umweltbewahrung vorhanden sind. Aus Sicht der Gesamtgesellschaft spielen diese Faktoren jedoch eine große Rolle. Negative externe Effekte sollen so gut wie möglich vermieden werden, positive externe Nutzen sind von Interesse. Eine höhere Erkrankungsrate/Sterberate durch erhöhte Luftverschmutzung (durch den Einsatz fossiler Energieträger) führt beispielsweise zu hohen Behandlungskosten (negativen externen Kosten), für die die Republik Österreich aufkommen muss. Tabelle 13 gibt einen gesamtheitlichen Überblick über alle wesentlichen Rentabilitätskennzahlen der betriebs- und volkswirtschaftlichen Rentabilitätsrechnung.

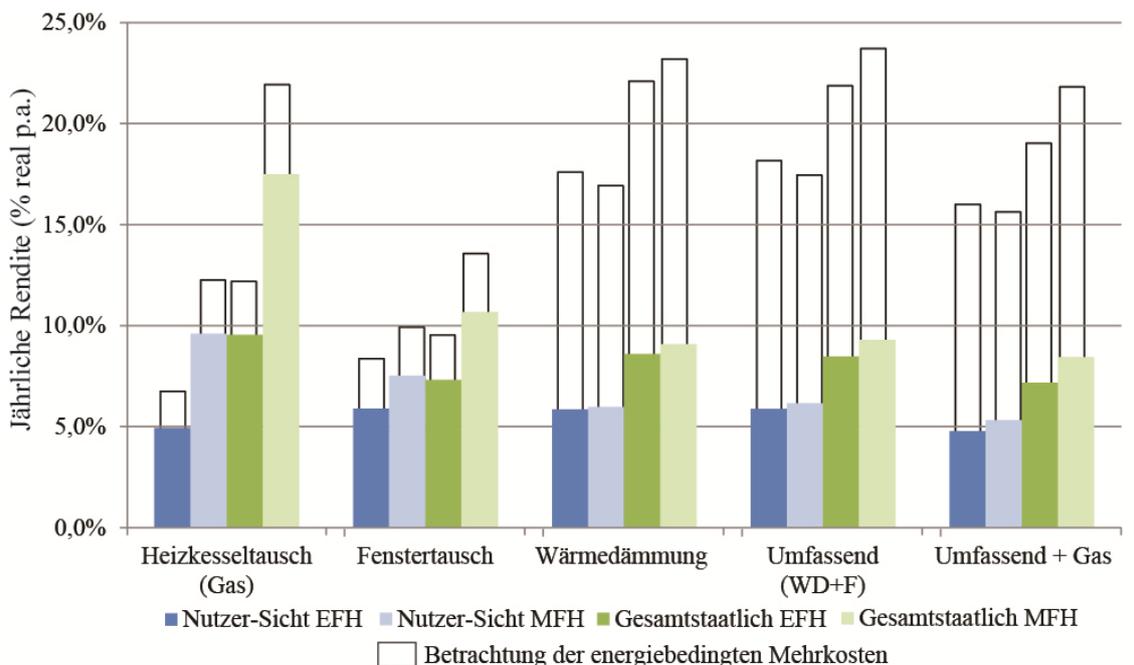
**Tabelle 13:** Wesentlicher Rentabilitätskennzahlen im Vergleich

Betriebswirtschaftliche Rentabilität						
EFH (210,6m <sup>2</sup> BGF; HWB vor Sanierung: 220 kWh/m <sup>2</sup> a)						
		Heizkesseltausch (Gas)	Fenstertausch	Wärmedämmung	Umfassend (WD+F)	Umfassend + Gas
<b>Vollkosten</b>	Jährliche Rendite (% real p.a.)	4,94%	5,89%	5,86%	5,89%	4,79%
	Amortisation Jahre	23	20	20	20	23
	Kapitalwert (Euro)	8 126 €	8 228 €	57 250 €	65 688 €	52 572 €
<b>Energiebedingte Mehrkosten</b>	Jährliche Rendite (% real p.a.)	6,70%	8,33%	17,55%	18,13%	15,97%
	Amortisation Jahre	18	15	8	7	8
	Kapitalwert (Euro)	10 991 €	10 800 €	103 862 €	119 702 €	115 785 €
MFH (1440m <sup>2</sup> BGF; HWB vor Sanierung: 150 kWh/m <sup>2</sup> a)						
		Heizkesseltausch (Gas)	Fenstertausch	Wärmedämmung	Umfassend (WD+F)	Umfassend + HK
<b>Vollkosten</b>	Jährliche Rendite (% real p.a.)	9,61%	7,53%	5,98%	6,17%	5,33%
	Amortisation Jahre	13	16	19	19	21
	Kapitalwert (Euro)	58 085 €	46 958 €	260 210 €	307 759 €	263 854 €
<b>Energiebedingte Mehrkosten</b>	Jährliche Rendite (% real p.a.)	12,22%	9,88%	16,89%	17,41%	15,59%
	Amortisation Jahre	10	13	8	8	8
	Kapitalwert (Euro)	65 087 €	55 563 €	458 612 €	531 433 €	510 004 €

Volkswirtschaftliche Rentabilität						
EFH (210,6m²BGF; HWB vor Sanierung: 220 kWh/m²a)						
		Heizkessel-tausch (Gas)	Fenstertausch	Wärmedämmung	Umfassend (WD+F)	Umfassend + HK
<b>Vollkosten</b>	Jährliche Rendite (% real p.a.)	9,55%	7,33%	8,61%	8,48%	7,18%
	Amortisation Jahre	13	16	14	14	17
	Kapitalwert (Euro)	18 849 €	11 365 €	88 639 €	100 403 €	90 810 €
<b>Energiebedingte Mehrkosten</b>	Jährliche Rendite (% real p.a.)	12,15%	9,49%	22,06%	21,83%	18,99%
	Amortisation Jahre	10	13	6	6	7
	Kapitalwert (Euro)	21 142 €	13 423 €	125 929 €	143 614 €	141 380 €
MFH (1440m²BGF; HWB vor Sanierung: 150 kWh/m²a)						
		Heizkessel-tausch (Gas)	Fenstertausch	Wärmedämmung	Umfassend (WD+F)	Umfassend + HK
<b>Vollkosten</b>	Jährliche Rendite (% real p.a.)	17,49%	10,69%	9,08%	9,29%	8,44%
	Amortisation Jahre	9	12	14	13	14
	Kapitalwert (Euro)	104 021 €	66 453 €	408 554 €	475 711 €	453 823 €
<b>Energiebedingte Mehrkosten</b>	Jährliche Rendite (% real p.a.)	21,89%	13,52%	23,16%	23,67%	21,77%
	Amortisation Jahre	6	10	6	6	6
	Kapitalwert (Euro)	109 622 €	73 337 €	567 276 €	654 650 €	650 743 €

Quelle: eigene Berechnungen, Ifip 2015

Die Maßnahme „Wärmedämmung inklusive Fenstertausch“ zeigt sowohl aus betriebs- und volkswirtschaftlicher Betrachtung die beste Performance und höchsten Einsparungspotenziale (Abbildung 35). Der zusätzliche Tausch des Heizkessels verschlechtert die Performance zwar, ist aber auf jeden Fall entweder direkt mit der Wärmedämmungsmaßnahme oder nachträglich zu empfehlen. Ein reiner Heizkesseltausch, selbst ein Energieträgerwechsel auf Biomasse (d.h. klimaneutral) vor einer zukünftig geplanten Wärmedämmungsmaßnahme ist nicht zu empfehlen, da erst bei einer Wärmedämmungsmaßnahme die hohen Energieeinsparungen zu trage kommen.



**Abbildung 35:** Vergleich der jährlichen Rendite der Sanierungsmaßnahmen in EFH und MFH aus Sicht der Vollkosten und energiebedingten Mehrkosten (y-Achse: jährliche Rendite in % real p.a.)

Quelle: eigene Berechnungen, Ifip 2015

### 3.5 Sensitivitätsanalyse

Eine umfassende Sensitivitätsanalyse soll bewerten, wie empfindlich die Rentabilitätskennzahlen auf Änderungen der Eingangsparameter reagieren. Sie gibt dem Modell zusätzliche Stabilität und Sicherheit. Die folgenden Tabellen und Abbildungen zeigen, wie stabil die betriebswirtschaftliche und volkswirtschaftliche Rentabilität am Beispiel der Maßnahme „umfassende Sanierung (Kombination Wärmedämmung und Fenstertausch)“ im Einfamilienhaus hinsichtlich

- der Variation des Diskontierungszinssatzes
- Änderung der Energiepreise
- Veränderung der Dämmstoffdicken
- Einfluss veränderter Förderkonditionen und
- Änderung der internen Kosten (Dämmstoffpreise, Montagekosten) ist.

Es erfolgt die Sicht auf die Vollkosten, also Kosten, die zusätzlich zur Wärmedämmung wie beispielsweise die Neuanbringung der Fassade bzw. Instandhaltungsarbeiten anfallen. In der folgenden Tabelle 14 erkennt man die Sensitivität der betriebswirtschaftlichen Rentabilität durch Änderung von ausgewählten Eingangsparametern. Eine Veränderung des Diskontsatzes bzw. Variation einer jährlich angenommenen Energiepreissteigerung zeigt hohe Veränderungen in den Rentabilitätskennzahlen. Ersteres lässt sich aber aufgrund des langen Zeithorizonts von 40 Jahren erklären. Veränderungen von Energiepreissteigerungen reagieren sensibel, da die jährliche Energieeinsparung (in kWh) die Nutzenkomponente mit dem größten Einfluss darstellt. Ein Entfall der Förderungen schmälert die Rendite nur geringfügig (5,42% anstatt 5,89%). Eine Verdoppelung der Dämmdicken und gleichzeitige bessere Dämmleistung (höhere Energieeinsparung) verändert die Performance im Vergleich zum Ausgangsszenario nur minimal. Ein interessanter Aspekt ist der Einfluss eines warmen Winters auf die Rentabilität. Angenommen wurden überdurchschnittlich warme Winter, welche die jährliche Heizkosteneinsparung (bedeutet weniger Heiztage) um ein Fünftel verringern. Selbst in diesem fiktiven Beispiel erhöht sich die Amortisationszeit nur um 3 von 20 auf 23 Jahre und die Rendite verringert sich auf 4,23%.

**Tabelle 14:** Variation ausgewählter Eingangsparameter im Rahmen der Sensitivitätsanalyse

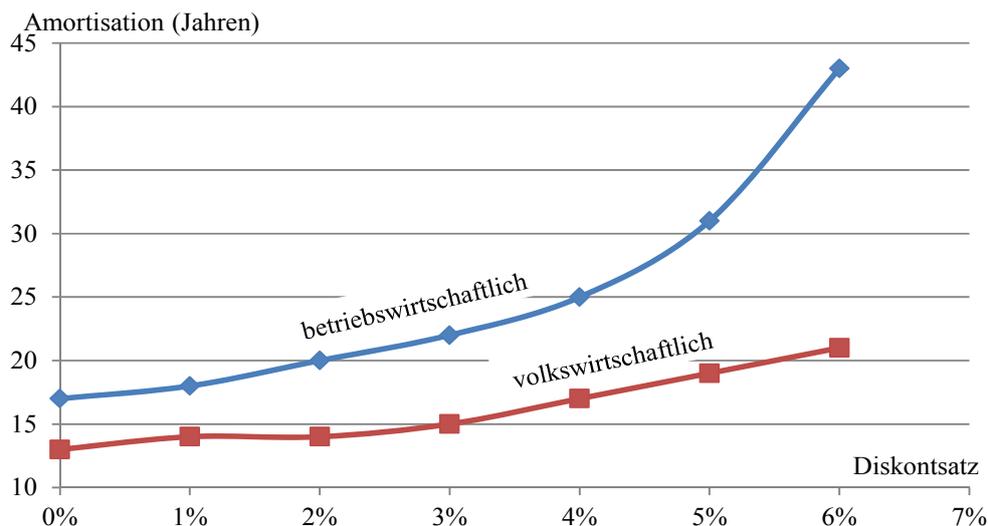
Umfassende Wärmedämmung (inkl. Fenstertausch) - Vollkosten			
		Betriebswirtschaftliche Betrachtung (inkl. Bundesförderung)	Volkswirtschaftliche Betrachtung (exkl. Steuern bzw. Bundesförderung)
Ausgangsgrößen: Diskontsatz 2%, Energiepreissteigerung 3%/a, Laufzeit 40 Jahre	Jährliche Rendite (% real p.a.)	5,89%	8,48%
	Amortisationszeit (Jahre)	20	14
	Kapitalwert (Euro)	€ 65 688	€ 100 403
Diskontierungszinssatz 4% (anstatt 2%)	Jährliche Rendite (% real p.a.)	5,89%	8,48%
	Amortisationszeit (Jahre)	25	17
	Kapitalwert (Euro)	€ 24 269	€ 52 298
Energiepreissteigerung 1,5% (anstatt 3%)	Jährliche Rendite (% real p.a.)	3,51%	6,01%
	Amortisationszeit (Jahre)	29	19
	Kapitalwert (Euro)	€ 23 505	€ 58 219
Entfall der Bundesförderung	Jährliche Rendite (% real p.a.)	5,42%	n.V.
	Amortisationszeit (Jahre)	21	n.V.
	Kapitalwert (Euro)	€ 60 492	n.V.
zusätzlicher Heizkesseltausch (Gas-Brennwertgerät)	Jährliche Rendite (% real p.a.)	4,79%	7,18%
	Amortisationszeit (Jahre)	23	17
	Kapitalwert (Euro)	€ 52 572	€ 90 810

Umfassende Wärmedämmung (inkl. Fenstertausch) - Vollkosten			
		Betriebswirtschaftliche Betrachtung (inkl. Bundesförderung)	Volkswirtschaftliche Betrachtung (exkl. Steuern bzw. Bundesförderung)
zusätzlicher Heizkesseltausch Pellet statt Gas	Jährliche Rendite (% real p.a.)	3,34%	5,76%
	Amortisationszeit (Jahre)	€ 30	20
	Kapitalwert (Euro)	€ 29 062	€ 75 848
Dämmung auf HWB von 30kWh/m <sup>2</sup> a (Investitionskosten ca. 110.000 Euro)	Jährliche Rendite (% real p.a.)	4,80%	7,09%
	Amortisationszeit (Jahre)	23	17
	Kapitalwert (Euro)	56 634 €	€ 95 200
Dämmung auf Passivhausstandard (HWB 10kWh/m <sup>2</sup> a) (Investitionskosten ca. 135.000 Euro)	Jährliche Rendite (% real p.a.)	3,22	5,98%
	Amortisationszeit (Jahre)	31	20
	Kapitalwert (Euro)	32 545 €	€ 91 448
Verdoppelung der Dämmdicken bei Wärmedämmung (anstatt 17cm bei WDVS, 12cm bei Kellerdecke bzw. 22cm Dach)	Jährliche Rendite (% real p.a.)	5,27%	6,61%
	Amortisationszeit (Jahre)	22	€ 20
	Kapitalwert (Euro)	€ 67 529	€ 56 917
Einfluss eines warmen Winters: jährliche Einsparung 25.000 kWh anstatt 37.065 kWh	Jährliche Rendite (% real p.a.)	4,23%	5,12%
	Amortisationszeit (Jahre)	26	€ 25
	Kapitalwert (Euro)	€ 35 587	€ 26 121
Klimakostensatz entspricht EU-Zertifikatspreis von 8 Euro/t CO <sub>2</sub> e anstatt dem empfohlenen Satz von 74 Euro/t CO <sub>2</sub> e	Jährliche Rendite (% real p.a.)	n.V.	7,40%
	Amortisationszeit (Jahre)	n.V.	16
	Kapitalwert (Euro)	n.V.	€ 80 873

Quelle: eigene Berechnung, Ifip 2015

### Variation der Diskontrate:

In der folgenden Abbildung 36 wird der Diskontzinssatz variiert und Veränderungen des internen Zinssatzes (Rendite) bei der umfassenden Sanierungsmaßnahme (Wärmedämmung + Fenstertausch) dargestellt. Diskonraten ab 4,5% verschlechtern die Performance der Sanierungsmaßnahme maßgeblich. Bei einem Kalkulationszinssatz von 5% amortisiert sich die Maßnahme erst nach 31 Jahren.

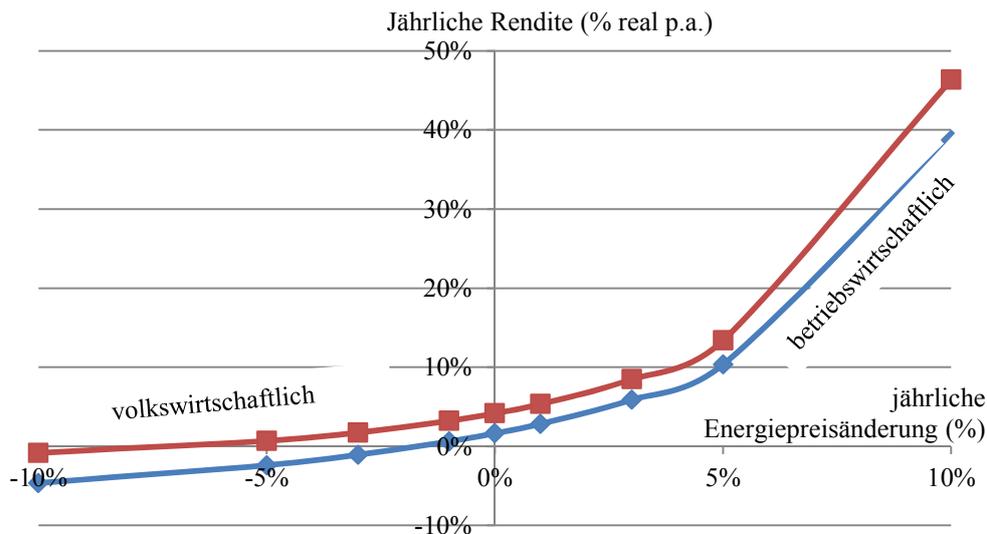


**Abbildung 36:** Variation des Diskontsatzes (umfassende Sanierung, Wärmedämmung + Fenstertausch)

Quelle: eigene Berechnung, Ifip 2015

### Variation der Energiepreise:

Die folgende Abbildung 37 zeigt den Verlauf der Rentabilität (Rendite) bei einer Veränderung der jährlichen Energiepreise. Ab einer jährlichen Steigerung des Preisniveaus um 5% beginnt die Rentabilität enorm zu wachsen. Dies zeigt, dass positive Energiepreisänderungen und schlussendlich Energiepreise einen hohen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit der Sanierungsinvestitionen haben. Eine Erhöhung des Energiepreinsniveaus macht eine verstärkte Dämmung rentabler. Preissenkungen sind weniger sensibel und wirken sich somit weniger stark auf die Ergebnisse der Rentabilitätsrechnung aus. Fällt die jährliche Energiepreissteigerung von jährlich 3% auf 1%, so erreicht man eine gerade noch positive jährliche Rendite.



**Abbildung 37:** Einfluss von Energiepreissteigerungen und -senkungen auf die Rentabilität (WD+F Vollkostenbasis) mit Angabe des internen Zinsfußes (jährliche Rendite % real p.a.)

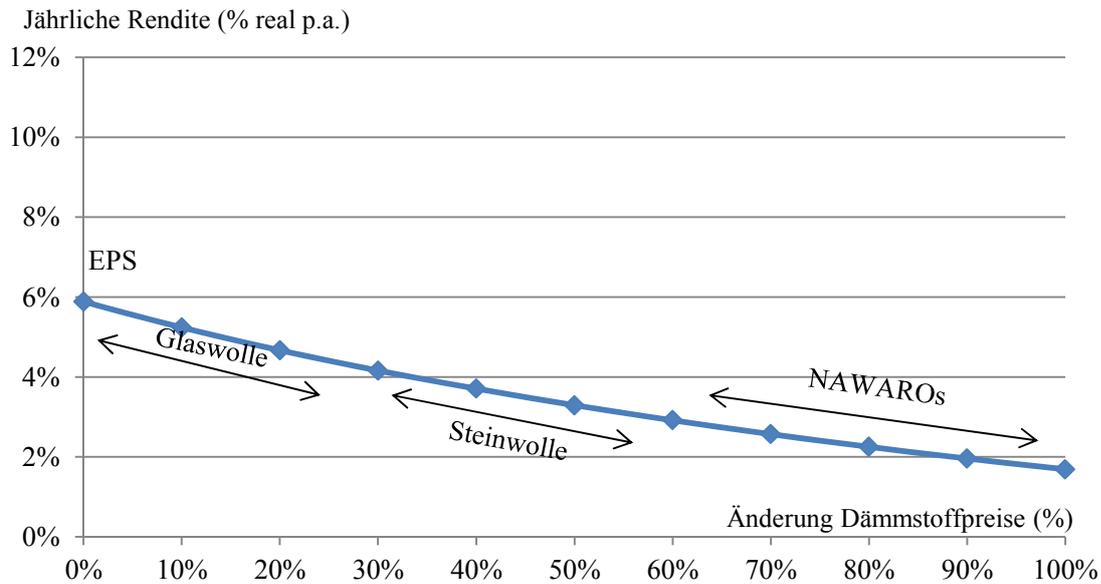
Quelle: eigene Berechnung, Ifip 2015

### Variation bei den Dämmstoffpreisen (Abbildung 38):

Im Rahmen der Sensitivitätsanalyse soll die Veränderung von Preisen für Dämmstoffe näher analysiert werden. Ausgegangen wird in der folgenden Abbildung 38 von der Anwendung von preisgünstigen Dämmstoffen wie EPS. Verändert sich die Preisstruktur durch die Veränderung der eingesetzten Dämmstoffe (z.B.: NAWAROs), dann verringert sich die jährlich errechnete Rendite der umfassenden Sanierungsmaßnahme (WD+F) von 5,9% (Ausgangsbasis mit EPS) auf eine Bandbreite 2,5% bis 1% (Anwendung von NAWAROs). Die derzeit höheren Kosten für Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen schmälern die Rentabilität um mehr als 50%.

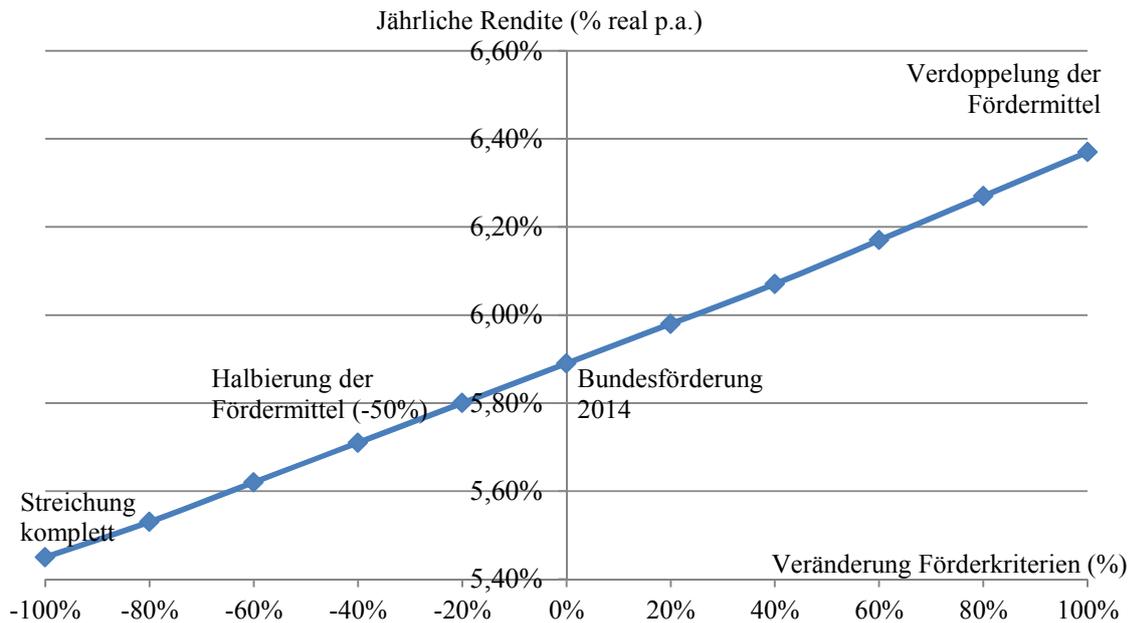
### Veränderungen im Fördersystem (Abbildung 39):

Ändern sich die Förderkriterien, so hat dies nur geringe Auswirkungen auf die Rentabilität. Fällt die Förderung komplett weg, so verringert sich die durchschnittliche jährliche Rendite von 5,9% (Beibehaltung der Höhe der Bundesförderung) auf 5,4% (Streichung komplett). Eine Verdoppelung hingegen erhöht die Rendite lediglich auf 6,37%. Man darf jedoch die große Anreizwirkung von Förderungen bei der Entscheidung in eine thermisch-energetische Sanierung zu investieren nicht vernachlässigen, auch wenn ihr Einfluss im Rahmen einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung nur recht gering erscheint.



**Abbildung 38:** Veränderung der Dämmstoffpreise im Zuge der umfassenden Sanierungsmaßnahme mit Angabe von Dämmstoffen ausgehend von Preisen für EPS

Quelle: eigene Berechnung, Ifip 2015



**Abbildung 39:** Veränderung der Förderkriterien und ihr Einfluss auf die Entwicklung Rendite

Quelle: eigene Berechnung, Ifip 2015

### **Einfluss von Barrieren auf die Rentabilität:**

Will man eine thermisch-energetische Sanierung durchführen, dann können unterschiedliche Barrieren auftreten, die eine Investitionsentscheidung maßgeblich erschweren und darüber hinaus über die gesamte Lebensdauer auftreten können (Reboundeffekte, schlechte Anbringung der Dämmung). Ein Beispiel für eine Barriere vor der Investitionsentscheidung können strenge Bauordnungen, Auflagen,

strenge Förderkriterien, hohe Informations- bzw. Planungskosten (Transaktionskosten) oder gar die Gebäudestruktur (keine Sanierung sinnvoll) selber sein. Nach einer thermisch-energetischen Sanierung können Langzeit-Barrieren, welche über die gesamte Lebensdauer auftreten. Beispiele hierfür wäre die Beibehaltung des alten und ineffizienten und somit nachträglich überdimensionierten Heizsystems oder eine schlechte generelle Anbringung der Dämmstoffe (Verringerung der Dämmwirkung, frühzeitige Erneuerung der gesamten Dämmstoffe). Folgende Barrieren lassen sich identifizieren:

- Technologie: ineffizient, systeminkompatibel, noch nicht marktfähig, zu teuer
- Finanzielle Barrieren: geringes Einkommen, Sanierung zu teuer, fehlender Zugang zu Förderungen
- Institutionelle Barrieren: Politische Entscheidungen gegen TES, strenge Bauordnung, Mietrechtsgesetz, Förderkriterien, Bürokratie, strenge Auflagen
- Soziale Barrieren: Eigentümerverhältnisse, Kultur/Tradition, fehlendes Umwelt- und Energieeinsparbewusstsein (Reboundeffekte)
- Topographie/Klima: extreme klimatische Bedingungen, Kompatibilität Dämmstoffe und Klima, Zugänglichkeit zu Standort
- Informationsmängel: fehlendes Wissen, hohe Planungskosten, schlechte Anbringung (Pfusch) und nachträglicher teurer Austausch
- Physische Gebäudestruktur: Zustand nicht für thermisch-energetische Sanierung geeignet, Systeminkompatibilität

**Tabelle 15:** Einfluss unterschiedlicher Barrieren auf die Rentabilität der umf. Sanierungsmaßnahme

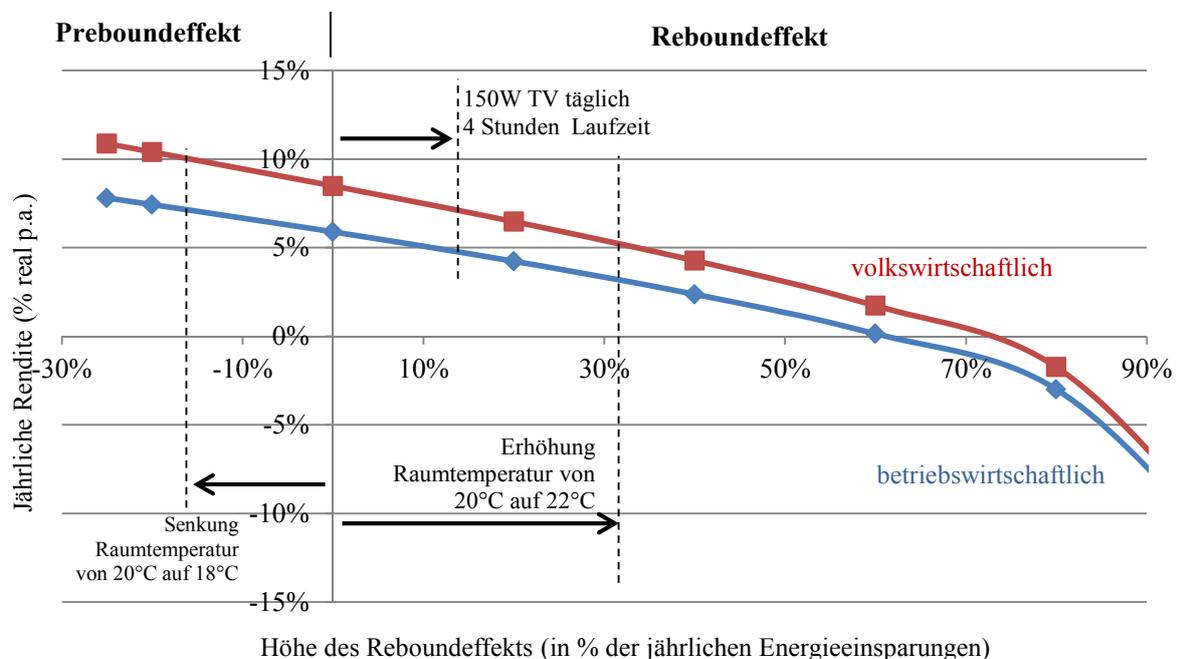
<b>Umfassende Wärmedämmung (inkl. Fenstertausch) - Vollkosten</b>		
<b>Ausgangsgrößen: Diskontsatz 2%, Energiepreiserhöhung 3%/a, Laufzeit 40 Jahre, Bundesförderung</b>	<b>Jährliche Rendite (% real p.a.)</b>	<b>5,89%</b>
	<b>Amortisationszeit (Jahren)</b>	<b>20</b>
	<b>Kapitalwert (Euro)</b>	<b>€ 65 688</b>
Bestehende überdimensionierte Ölheizung ist nach Sanierung sehr wartungsintensiv (+300 Euro/a)	Jährliche Rendite (% real p.a.)	5,46%
	Amortisationszeit (Jahren)	21
	Kapitalwert (Euro)	€ 57 775
Schlechte Anbringung/Montage der Dämmung: Erneuerung der gesamten Dämmung nach 5 Jahren ("Pfusch"); Kosten ~30.000 Euro	Jährliche Rendite (% real p.a.)	3,94%
	Amortisationszeit (Jahren)	28
	Kapitalwert (Euro)	€ 35 719
Einbau eines modernen Gas-Brennwertgeräts im Zuge der Sanierung (Empfehlung durch Planer)	Jährliche Rendite (% real p.a.)	4,79%
	Amortisationszeit (Jahren)	23
	Kapitalwert (Euro)	€ 52 572
Nachträglicher Einbau eines modernen Gas-Brennwertgeräts nach 10 Jahren	Jährliche Rendite (% real p.a.)	5,04%
	Amortisationszeit (Jahren)	24
	Kapitalwert (Euro)	€ 51 006
Erhalt keiner Bundesförderung	Jährliche Rendite (% real p.a.)	5,42%
	Amortisationszeit (Jahren)	21
	Kapitalwert (Euro)	€ 60 492
Verdreifachung der Beratungs-/Planungskosten durch Zuziehen von ExpertInnen	Jährliche Rendite (% real p.a.)	4,89%
	Amortisationszeit (Jahren)	23
	Kapitalwert (Euro)	€ 53 909
Auftreten von Reboundeffekten (öfteres Lüften, Fenster gekippt, Erhöhung der Raumtemperatur): Annahme 35% mehr Energieverbrauch pro Jahr	Jährliche Rendite (% real p.a.)	2,86%
	Amortisationszeit (Jahren)	33
	Kapitalwert (Euro)	€ 13 011

Quelle: eigene Berechnung, Ifip 2015

Tabelle 15 zeigt, wie sich potentielle Barrieren bzw. Einschränkungen auf die Rentabilität der umfassenden thermisch-energetischen Sanierungsmaßnahme (WD + Fenstertausch) auswirken können. Den größten Einfluss auf die Rentabilität haben mögliche auftretende Reboundeffekte (Annahme 35% mehr Energieverbrauch pro Jahr). Sie werden beispielsweise durch nachträgliches Erhöhen der Raumtemperatur oder verstärktes Lüftungsverhalten hervorgerufen. Die Rendite schmälert sich von ursprünglich 5,89% auf 2,86% und erhöht die Amortisationszeit um 13 Jahre. Der Wegfall der Bundesförderung hat nur geringe Auswirkungen, ähnlich eines sehr wartungsintensiven alten Heizsystems. Eine überraschend niedrige Sensibilität weist eine nachträgliche Erneuerung der Wärmedämmung aufgrund schlechter Montage (Kosten ~30.000 Euro), nach 5 Jahren auf. Die jährliche Rendite sinkt auf lediglich 4%.

### Veränderungen im Wohnkomfort und Energieverbrauch (Pre- und Reboundeffekte):

Reboundeffekt bezeichnet in der Energieökonomie einen Umstand, der das Einsparpotential durch Energiesparmaßnahmen oder Effizienzsteigerungen nicht oder nur teilweise erfüllt. Dabei wird zwischen Pre- und Reboundeffekten unterschieden. Von einem Prebound-Effekt kann gesprochen werden, wenn versucht wird in einem Haus mit thermisch schlechter Qualität beim Heizen sparsamer umgegangen wird (z.B.: keine Beheizung eines ungenutzten Raumes). Ein Reboundeffekt tritt beispielsweise auf, wenn nach der Sanierung ein Teil der Energieeinsparung durch zusätzlichen Energieverbrauch wettgemacht wird (z.B.: erhöhte Raumtemperatur, Komfortansprüche oder höherer Energieverbrauch durch neu angeschaffte Geräte aufgrund der Energieeinsparung). Die folgende Abbildung 40 zeigt, wie sich Pre- und Reboundeffekte auf die Wirtschaftlichkeit einer umfassenden thermisch-energetischen Sanierung (Wärmdämmung + Fenstertausch) auswirken können. Ab einem Reboundeffekt von 60% (d.h. 60% weniger Energieeinsparung als erwartet) sinkt die jährliche Rendite bei der betriebswirtschaftlichen Sicht auf knapp 0%, aus Sicht des Staates liegt diese noch bei 1,72%. Spart man nach einer Sanierungstätigkeit noch Energie (senken der Heiztemperatur – man spricht von einem Preboundeffekt), so erhöht sich die jährliche Rendite dementsprechend. Aus Sicht des Staates wirken sich Reboundeffekte weniger stark auf die Rentabilität aus als aus privater Nutzersicht.



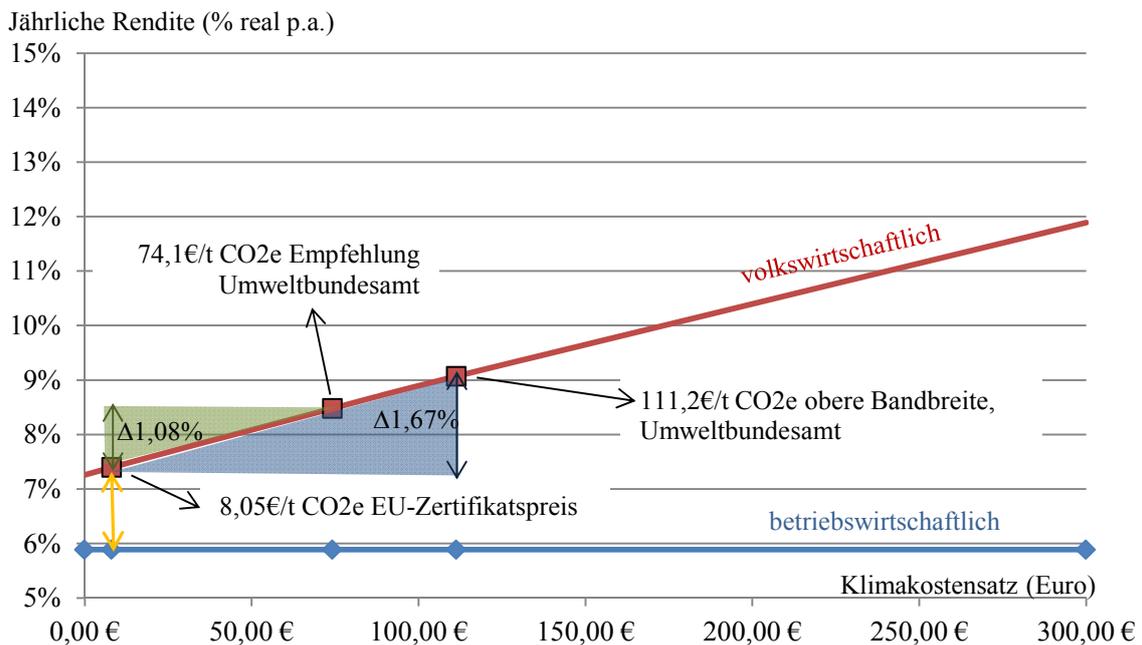
**Abbildung 40:** Einfluss von Pre- und Reboundeffekten auf die jährliche Rendite in EFH

Quelle: eigene Berechnung, Ifip 2015

### Auswirkung unterschiedlicher Klimakostensätze auf die Rentabilität:

Für die volkswirtschaftliche Betrachtung, welche externe Kosten durch die Auswirkungen unterschiedlicher Sanierungsmaßnahmen auf Umwelt und Mensch berücksichtigt, ist die Wahl des Klimakostensatzes zur Bewertung der Schadenskosten relevant. In der gesamtstaatlichen Betrachtung wurde ein empfohlener Klimakostensatz von 74 Euro/t CO<sub>2</sub>e gewählt. Die folgende Abbildung 27 zeigt die Veränderung der jährlichen Rendite bei einer Laufzeit von 40 Jahren bei Variation des Klimakostensatzes. Zusätzlich wurde die Rendite aus betriebswirtschaftlicher Betrachtung für die gleiche Sanierungsvariante dargestellt (keine Klimakosten berücksichtigt – blaue Linie), um den Effekt des Nutzens thermisch-energetischer Sanierungen auf Umwelt und Klima mit unterschiedlichen Kostensätzen besser abschätzen zu können. Wird zur Bewertung der Umweltkosten nur der EU-Zertifikatspreis (8,04 Euro/t CO<sub>2</sub>e) gewählt, so weist die umfassende Sanierungsmaßnahme über eine Laufzeit von 40 Jahren nur eine jährliche Rendite von 7,4% auf, bei Wahl des empfohlenen Klimakostensatzes von 74,1 Euro/t CO<sub>2</sub>e erhöht sich die Rendite um ca. 1% auf 8,4% (grüne Fläche). Bei einem Kostensatz aus der oberen Bandbreite (111,2 Euro/t CO<sub>2</sub>e) liegt der Unterschied zu den EU-Zertifikatspreisen sogar bei 1,67% (blaue Fläche).

Gut zu erkennen ist, dass aus Sicht der Republik Österreich, welche für ausgestoßene CO<sub>2</sub>-Emissionen Strafzahlungen zu leisten hat, eine umfassende Sanierungsmaßnahme (Wärmedämmung + Fenstertausch laut Basisvariante) einen Renditevorteil von 1,5% (durch vermiedene Strafzahlungen aufgrund der Wärmedämmung) gegenüber der rein betriebswirtschaftlichen Betrachtung bringt (entspricht dem gelben Pfeil in Abbildung: Unterschied der Renditen bei einem Klimakostensatz von 8,05 Euro/t CO<sub>2</sub>e zwischen betriebs- bzw. volkswirtschaftlicher Betrachtung).



**Abbildung 41:** Jährliche Rendite bei Variation des Klimakostensatzes (% real p.a.)

Quelle: eigene Berechnungen, Ifip 2015

### 3.6 Verbleibende Unsicherheiten

Es muss bedacht werden, dass die Modellrechnung eine Kalkulation für Mustergebäude rechnet und die Ergebnisse somit nicht für jeden ähnlichen Gebäudetyp eins zu eins umgesetzt werden kann. Die Ergebnisse können als Richtwerte angesehen werden. Bei der Aufstellung des Modells bestanden Unsicherheiten bei der Einschätzung der thermischen Qualität der Gebäude vor und nach einer thermisch-energetischen Sanierung sowie in der genauen Ermittlung der Kostenkomponenten (Baukosten) von einerseits Dämmstoffen/Materialien sowie auch der Anbringung. Einsparungen durch verschiedene Maßnahmen wurden zunächst näherungsweise geschätzt und anschließend mittels Expertenbefragung und Berechnungstools simuliert und anschließend mit tatsächlich beobachteten Fällen verglichen. Für einige Eingangsparameter wurden plausible Literaturwerte angenommen und diese wiederum auch mit tatsächlich beobachteten Einzelfällen verglichen.

## 4. Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte einer umfassenden Sanierungsstrategie

Die Investition in thermisch-energetische Sanierungstätigkeiten durch private Haushalte führt zu Effekten auf Wertschöpfung, Beschäftigung und Steueraufkommen. Die inländischen Dämmstoffhersteller bewirken durch Einsatz ihrer Produktionsfaktoren (Kapital, Arbeit) Wertschöpfungs-, Beschäftigungs- und Steueraufkommenssteigerungen, sogenannte direkte Effekte. Die Produktion von Dämmstoffen benötigt jedoch auch Vorleistungen, für diese wiederum Vorleistungen benötigt werden. Diese Kette von inländischen Produktionseffekten bezeichnen indirekte Effekte. Beide (direkte und indirekte) werden als primäre Effekte zusammengefasst. Nicht zu vernachlässigen ist der Importanteil von Vorleistungen aus dem Ausland.

Aus den primären Wertschöpfungseffekten resultiert zusätzliches Einkommen der privaten Haushalte, welche abzüglich des Sparanteils für zusätzliche Konsumausgaben verwendet wird. Diese führen wiederum zu einer Erhöhung der Wertschöpfung, Beschäftigung und Steueraufkommen. Diese „sekundären“ Effekte bestehen ebenfalls aus direkten und indirekten Effekten. Die sekundären Effekte beschreiben somit den zusätzlich entstehenden Konsum, welcher aus Produktionstätigkeiten aus allen verbunden Vorleistungsketten induziert wird. Dieser zusätzliche Konsum induziert wiederum einen durch zusätzliche Endnachfrage entstandenen Wertschöpfungseffekt, welcher wieder zusätzliche Einkommen generiert mit resultierenden weiteren Wertschöpfungseffekten (Multiplikatoreffekt).

Methodisch erfolgt die Abschätzung der Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte mittels WeBeR-Rechenmodell (WeBeR 2014) des Fachbereichs Finanzwissenschaft und Infrastrukturpolitik. Das Modell beruht auf Basis der aktuellsten verfügbaren Input-Output-Tabellen, welches jeweils für spezifische Fragestellungen im Detail adaptiert wird. Die empirische Basis des Modells sind die technologie-spezifischen Vorleistungsverflechtungen aus den Input-Output-Tabellen. Im Zuge der Analyse wird auf eine Regionalisierung verzichtet und nur der Standort Österreich analysiert.

### 4.1 Eingangsdaten

Als Basis für die Ermittlung der gesamten Investitionsausgaben zur Berechnung der Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte wurden die durchschnittlichen Kosten einer umfassenden thermisch-energetischen Sanierung in EFH und MFH gewählt. Da die Kosten in MFH um ein vielfaches höher sind als in EFH wurde eine Gewichtung über die Gebäudestatistik der Statistik Austria durchgeführt um durchschnittliche Investitionskosten für alle Gebäudekategorien zu erhalten.

Die folgende Tabelle 16 zeigt die gewählten Sanierungsoffensiven für die Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte abgeschätzt werden sollen. Es handelt sich hier um gewichtete Mittelwerte für Vollkosten einer thermisch-energetischen Sanierung und jährlichen Einsparungen für Ein- und Mehrfamilienhäuser<sup>48</sup>.

---

<sup>48</sup> Die hier errechneten Werte sollten nicht für eine Rentabilitätsrechnung über alle österreichischen Gebäude sondern nach Gebäudekategorie gegliedert herangezogen werden.

**Tabelle 16:** Eingangsparameter zur Berechnung der Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte

gewichtete ermittelte Werte	Sanierungsoffensiven			
	1) Fortsetzung der aktuellen Sanierungsrate	2) Verdoppelung der Sanierungsrate	3) Enthusiastische Sanierungsrate	4) Erreichung 2030 Klimaziel
Anzustrebende Sanierungsrate	1,50%	3%	6%	7,12%
zu sanierende Wohngebäude pro Jahr ab 2012 zur Erreichung der Klimaziele	26.876	53.752	107.505	127.586
zu sanierende Gebäude bis 2020 insgesamt	215.010	430.019	860.039	1.020.692
Gewichtete Investitionskosten je Gebäude (inkl. MWSt.) in €	€ 137.591	€ 137.591	€ 137.591	€ 87.235
Jährlich zu investierenden Kosten in TES (inkl. MWSt.) in Mrd. €	€ 3,70	€ 7,40	€ 14,79	€ 17,55
Investitionskosten bis 2020 = entgener Konsum der privaten Haushalte (inkl. MWSt.) in Mrd.€	€ 29,58	€ 59,17	€ 118,33	€ 140,44
jährliche Energieeinsparungen durch TES (inkl. MWSt.) in Mio.€	€ 99,69	€ 199,38	€ 398,77	€ 473,26
Summe an Energieeinsparungen bis 2020 (inkl. MWSt.) in Mio.€	€ 797,54	€ 1,60	€ 3.190	€ 3.786

\*TES: thermisch-energetische Sanierung

Quelle: eigene Berechnungen, Ifip 2015

Die Zuordnung der direkten Vorleistungen nach Gütern gemäß ÖCPA für thermische-energetische Sanierungen erfolgte in der Gruppe F43 (Bauinstallations- u. sonst. Ausbauarbeiten). Die durch thermisch-energetische Sanierungen eingesparten Heizkosten wurden der Gruppe D35 (Energie und DL der Energieversorgung) zugeordnet. Wird keine Sanierungsoffensive durchgeführt so kann das gesparte Geld in privaten Konsum investiert werden (aufgeteilt auf alle Güterklassen nach der Endnachfrage für den privaten Konsum).

Betrachtet man nun die Sanierungsoffensive „1) Fortsetzung“ (Fortsetzung der aktuellen Sanierungsrate bei 1,5%) so ist hier eine jährliche Investitionssumme von ca. 3,7 Mrd. Euro, das entspricht ungefähr 26.800 Gebäuden mit je einer durchschnittlich über alle Gebäudekategorien gewichteten Investitionssumme von 137.000 Euro, in thermisch-energetische Sanierungen notwendig. Durch die Investitionen entsteht ein Nachfrageimpuls, welcher einerseits heimische Effekte auf die heimische Produktion (inklusive von Vorketten) hat und andererseits durch Importe befriedigt wird. Dies führt zu Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekten. Zusätzlich verringert sich jedoch aufgrund von eingesparter Energie durch Wärmedämmung die Wertschöpfung und Beschäftigung in der Gruppe D35. Diese eingesparten Kosten können somit abzüglich eines Sparanteils in privaten Konsum gesteckt werden, welcher wiederum Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte hervorruft.

Für alle Sanierungsoffensiven wurden die Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte abgeschätzt und im folgenden Kapitel dargestellt.

## 4.2 Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte unterschiedlicher Sanierungsoffensiven

Die Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte für die ausgewählten Sanierungsoffensiven sind in der folgenden Tabelle 17 ersichtlich.

Lesebeispiel: Bei Beibehaltung der aktuellen Sanierungsrate von ca. 1,5% würden Investitionen in der Höhe von 3 Mrd. Euro (exkl. MWSt.), das sind die jährlichen Ausgaben, die in umfassende thermisch-energetische Sanierungen in rund 26.800 Gebäude investiert werden müsste, eine inländische Wertschöpfung von etwa 3,3 Mrd. Euro generieren. Das entspricht 2,25 Mrd. Euro primäre und 1,01 Mrd. Euro sekundäre Wertschöpfung (welche wieder in Konsum investiert werden kann). Bei der primären Wertschöpfung hat die direkte Wertschöpfung einen Anteil von 57,7%. Im Ausland entstehen durch

Importe von (Vor-) Leistungen Wertschöpfungseffekte von 1,1 Mrd. Euro, davon werden 868 Mio. Euro in der Europäischen Union produziert. Der hohe Importanteil in dieser Abschätzung trifft jedoch auf die gesamte Gütergruppe F.43 zu. Bei thermisch-energetischen Sanierungen sei eine geringere Importquote anzunehmen, da hier hauptsächlich inländische Unternehmen tätig sind (inkl. Produktion der Dämmstoffe). Die Leistungs- und Strukturstatistik der Statistik Austria zeigt, dass Dämmleistungen eine höhere heimische Wertschöpfung aufweisen (siehe Abschnitt Unsicherheiten). Die Direktimportquote kann in einem „adaptierten Szenario“ für Sanierungstätigkeiten somit geringer angenommen werden als der Durchschnitt<sup>49</sup>.

**Tabelle 17:** Durchschnittlich jährliche abgeschätzte Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte für alle Sanierungsoffensiven (Hauptzenario<sup>50</sup>) in Mio. Euro

Sanierungsoffensiven:		Fortsetzung (1,5%)	Verdoppelung (3%)	Enthusiastisch (6%)	Klimaziel 2030 (7,12%)
jährliches Investitionsvolumen in thermisch-energetische Sanierung (exkl. MWSt.) in Mio. Euro		3 043 €	6 087 €	12 174 €	14 448 €
Wertschöpfung im Inland (Mio. Euro)	durch Sanierungstätigkeit (F.43)	3 231 €	6 462 €	12 925 €	15 339 €
	Eingesparte Heizkosten (D.35)	-64 €	-129 €	-259 €	-307 €
	induzierter Konsum durch eingesparte Heizkosten	98 ,6 €	196 ,1 €	392,2 €	465,0 €
<b>Gesamte Wertschöpfung im Inland (berücks. Energieeinsparung und induzierten Konsum) in Mio. Euro</b>		<b>3 264 €</b>	<b>6 528 €</b>	<b>13 057 €</b>	<b>15 497 €</b>
<i>davon primär</i>		2 245 €	4 491 €	8 982 €	10 660 €
<i>davon sekundär</i>		1 018 €	2 037 €	4 075 €	4 836 €
<b>Multiplikator</b>		<b>1,073</b>			
Ausland (Mio. Euro)	Importe	1 097 €	2 195 €	4 390 €	5 211 €
	<i>davon EU</i>	868 €	1 736 €	3 472 €	4 120 €
<b>Gesamte Wertschöpfung inkl. Importe in Mio. Euro</b>		<b>4 362 €</b>	<b>8 724 €</b>	<b>17 448 €</b>	<b>20 708 €</b>
<b>Multiplikator inkl. Importe</b>		<b>1,433</b>			
<b>Beschäftigungseffekte insgesamt*</b>					
Vollzeitäquivalente - Summe		54 518	109 036	218 072	258 807
Besch.verhältnisse - Summe		61 981	123 962	247 924	294 235

Quelle: eigene Berechnungen, Ifip 2015

Inklusive Importe aus dem Ausland beträgt der Gesamtwertschöpfungseffekt etwa 4,36 Mrd. Euro. Dies ergibt einen Multiplikatoreffekt von 1,073 (heimische Wertschöpfung) bzw. 1,433 (inkl. Importe). Bei einer Verdoppelung der Sanierungsrate auf 3% würden jedes Jahr etwa 109.000 vollzeitäquivalente Arbeitsplätze gesichert werden, das entspricht 124.000 Beschäftigtenverhältnissen. Somit ist eine reine umfassende Sanierungsoffensive viel wertschöpfungs- und beschäftigungsintensiver als die Abschätzung über die gesamte Güterkategorie F.43.

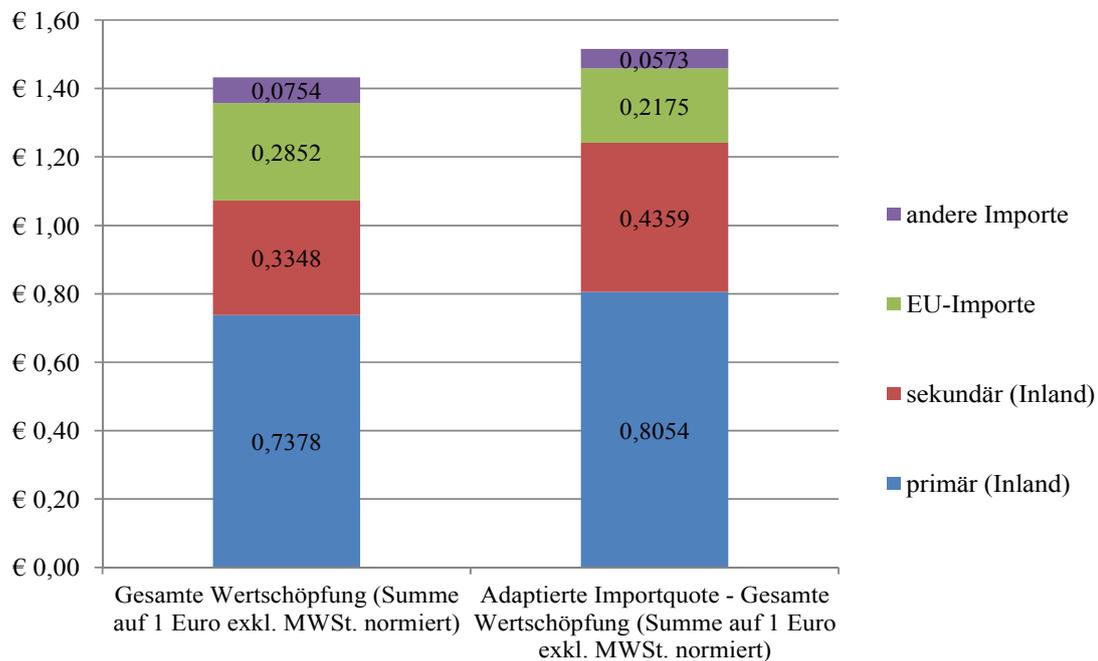
### Normierte Darstellung:

Die abgeschätzten Ergebnisse für die umfassenden Sanierungsoffensiven wurden in der folgenden Abbildung 42 auf ein Investitionsvolumen von 1 Euro normiert. Auf eine Investition von 1 Euro entsteht insgesamt ein heimischer Wertschöpfungseffekt von 1,1 Euro und Wertschöpfung im Ausland von 0,36 Euro. In dieser Darstellung sollen die Effekte bei einer reduzierten Importquote, welche sich mittel Leistungs- und Strukturstatistik belegen lässt, abgeschätzt und zur Anwendung gebracht werden

<sup>49</sup> Die Effekte des adaptierten Szenarios werden in der folgenden Seite in einer normierten Darstellung gezeigt.

<sup>50</sup> Beinhaltet über die gesamte Gruppe F.43 abgeschätzte Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte

(adaptiertes Szenario)<sup>51</sup>. Die dadurch erhöhten heimischen Wertschöpfungseffekte sind im rechten Balken im Diagramm ersichtlich. Auf die Investition eines Euros würden somit 1,241 Euro heimische und 0,274 Euro ausländische Wertschöpfung generiert werden.



**Abbildung 42:** Gesamte Wertschöpfung einer umfassenden Sanierungsoffensive normiert auf ein Investitionsvolumen von 1 Euro

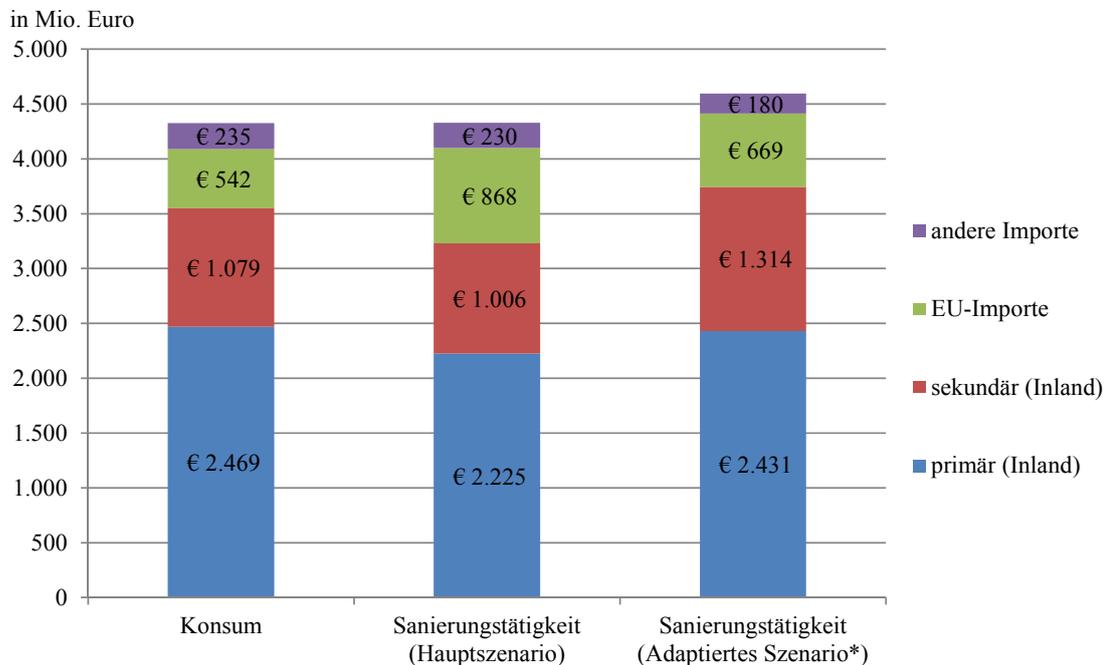
Quelle: eigene Berechnungen, Ifip 2015

### 4.3 Vergleich der Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte mit alternativen Optionen der Mittelverwendung

In diesem Teil sollen die Effekte einer umfassenden Sanierungsoffensive (Investition in thermisch-energetische Sanierungen) mit einer alternativen Investition verglichen werden (Abbildung 43). Würden beispielsweise keine thermisch-energetischen Sanierungen durchgeführt werden, so könnten die gesamten zur Verfügung stehenden Mittel (das sind in beiden Fällen jährlich rund 3,04 Mrd. Euro) der Haushalte in privaten Konsum investiert werden (folgende Abbildung). Die thermisch-energetische Sanierung erzeugt eine auf In- und Ausland gesehen höheren Wertschöpfungseffekt als der reine Konsum. Betrachtet man nur das Inland, so ist der private Konsum statt der Sanierungsoffensive geringfügig wertschöpfungsintensiver (Multiplikator 1,073 versus 1,166). Die Sanierungsoffensive schafft jedoch jährlich 54.518 vollzeitäquivalente Beschäftigungsverhältnisse, der private Konsum nur 48.422. Die thermisch-energetische Sanierung ist somit beschäftigungsintensiver und sichert in Österreich jährlich mehr heimische Arbeitsplätze. Auch hier muss beachtet werden, dass die heimischen Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte der thermisch-energetischen Sanierung viel höher anzunehmen sind als eine Abschätzung über die gesamte Güterkategorie F.43 (geringere Importquote bei

<sup>51</sup> Annahmen für die adaptierte Abschätzung: Höherer direkter heimischer Wertschöpfungsanteil um 3%-Punkte erhöht; Geringerer direkter Importanteil: F43-Anteil der Importe an Produktionswerte um 8 %-Punkte verringert (gegenüber Durchschnitt 16 %, bei Teilbereich Dämmung 8 % bei sonst etwa 11 % Importanteil; begründet durch Experteneinschätzung); Adaptierter Vorleistungsanteil: F43-Anteil der Vorleistungen (Intermediärverbrauch) erhöht sich korrespondierend um 5%-Punkte.

thermisch-energetischen Sanierungen). In einer adaptierten Abschätzung (gleiche Abschätzung wie in Abbildung 42) ist der heimische Wertschöpfungseffekt einer Sanierungstätigkeit mit 3,74 Mrd. Euro (Multiplikator 1,23) höher als der des reinen privaten Konsums mit 3,54 Mrd. Euro (Multiplikator 1,16). Die Anzahl der vollzeitäquivalenten Beschäftigungsverhältnisse der Sanierungstätigkeit (adaptiert) liegt bei 62.652. Dies entspricht um die 71.600 Beschäftigtenverhältnisse.



\*erhöhter direkter heimischer Wertschöpfungsanteil um 3%; reduzierte Importquote auf 8% gegenüber 16% Durchschnitt in F.43; adaptierter Vorleistungsanteil erhöht um 5%.

**Abbildung 43:** Vergleich der Wertschöpfungseffekte durch Ausgaben für privaten Konsum und Sanierungsoffensiven in Tsd. Euro

Quelle: eigene Berechnungen, Ifip 2015

### Unsicherheiten:

Wie schon erwähnt, kann die Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte der Sanierungsoffensiven in Wirklichkeit höher eingeschätzt werden, da bei der Berechnung des Hauptszenarios die Investitionen ausschließlich in die Gütergruppe F.43 und ein Durchschnittswert über die gesamte Gruppe berechnet wurde. Es ist davon auszugehen, dass manche Güteruntergruppen jedoch viel wertschöpfungs- bzw. beschäftigungsintensiver sind und somit den Durchschnitt verzerren. Thermisch-energetische Sanierungsaktivitäten gehören verstärkt zur ÖNACE-Unterklasse „4329 Sonstigen Bauinstallationen“, welche einen erhöhten heimischen Wertschöpfungseffekt aufzeigt (45,3% Anteil der Bruttowertschöpfung) als der Durchschnitt von 42,3% (Leistungs- und Strukturstatistik 2013). Bei TES ist somit die Importquote aufgrund der hohen inländischen Dämmstoffproduktion bzw. inländischen Vorleistungsbezug viel niedriger anzusehen, als auf die gesamte ÖNACE Gruppe F.43. Dies wurde in den vorherigen Unterkapiteln in einem adaptierten Szenario für die Sanierungstätigkeit berücksichtigt.

## 5. Thermische-energetische Sanierung im Zuge der Klima- und Energiepolitik 2020, 2030 und 2050

Das folgende Kapitel untersucht, inwieweit thermisch-energetische Sanierungen zur Erreichung der Klima- und Energieziele Österreichs beitragen können. Untersuchungsgegenstand ist eine ambitionierte umfassende thermisch-energetische Sanierungsmaßnahme (Wärmedämmung inklusive Heizkesseltausch und Umstieg auf erneuerbare Energieträger [Biomasse]) in Ein- und Mehrfamilienhäusern (EFH, MFH). Die Heizwärmebedarfsanforderungen entsprechen dem klima:aktiv-Standard bzw. einem guten energetischen Standard (siehe Bundesförderung Sanierungsscheck bzw. nach den bestehenden Bautechnikverordnungen). Für EFH gelten somit ein zu erzielender HWB von 50 kWh/m<sup>2</sup>a im klima:aktiv-Standard, sowie 75 kWh/m<sup>2</sup>a für einen guten Standard bei einem A/V-Verhältnis von 0,8. Für MFH gelten ein HWB von 30 kWh/m<sup>2</sup>a (klima:aktiv) sowie 35 kWh/m<sup>2</sup>a (guter Standard) bei A/V-Verhältnis von 0,2<sup>52</sup>.

In einem weiteren Schritt wird untersucht, welchen Beitrag thermisch-energetische Sanierungen zur Erreichung der österreichischen Klimaziele für die Jahre 2020, 2030 und 2050 leisten können, wenn die derzeitige jährliche Sanierungsrate von 1,5% verdoppelt bzw. vervierfacht wird. Es werden potentiell jährlich anzustrebende Sanierungsraten berechnet, mit denen die jeweiligen Klimaziele theoretisch erreicht werden können.

Als Grundlage dient die Gebäudestatistik der Statistik Austria<sup>53</sup> (nur Wohngebäude), aus welcher sich der zu sanierende Gebäudebestand ermitteln lässt. Für die Berechnung der Einsparungen wurden Gebäude nach ihrer Bauperiode differenziert, da sich der Energiebedarf hier maßgeblich unterscheidet.

Die folgende Tabelle 18 zeigt die für die Szenarienrechnung spezifischen Kennzahlen nach Ein- und Mehrfamilienhäusern im klima:aktiv- und guten Standard gemittelt über alle Bauperioden. Abbildung 4 zeigt den für jedes Gebäude und Bauperiode verwendeten Heizwärmebedarf für die Szenarienrechnungen. Da der österreichische Gebäudebestand sehr unterschiedliche Ausprägungen aufweist (unterschiedliche Bauperioden, Größe, Zustand), ist es nicht zweckmäßig, nur ein Modellgebäude zur Berechnung anzunehmen. Für die Berechnung der Szenarien wurden deshalb die Gebäudekategorien EFH, kleine MFH und große MFH nach 6 Bauperioden differenziert, um keinen pauschalen Heizwärmebedarf für alle Bauperioden als Rechengrundlage zu verwenden.

Tabelle 19 zeigt das Einsparpotenzial (THG-Emissionen in CO<sub>2</sub>e) der unterschiedlichen Gebäude nach Bauperioden für beide Sanierungsstandards auf ein Gebäude bezogen. Die Anzahl der zu sanierenden Objekte beträgt insgesamt 1,464 Mio. Gebäude, bzw. 2,66 Mio. Wohneinheiten, davon sind 1,29 Mio. EFH und 1,38 Mio. MFH. Es ist klar zu erkennen, dass MFH mit durchschnittlich 29,2 t CO<sub>2</sub>e pro Gebäude und Jahr die höchsten Einsparungspotenziale an THG-Emissionen aufweisen. Je Wohneinheit haben – aufgrund der technischen Gegebenheiten, z.B. ungünstigeres Verhältnis von Volumen und Oberfläche – Einfamilienhäuser die größten THG-Einsparungen von 7,8 t CO<sub>2</sub>e pro Jahr, ein Mehrfamilienhaus hingegen nur 2,7 t.

---

<sup>52</sup> Werte zum A/V-Verhältnis sind der OIB-Richtlinie 6 entnommen.

<sup>53</sup> Registerzählung 2011

**Tabelle 18:** Energiekennzahlen (vor/nach einer umfassenden thermisch-energetischen Sanierung in kWh/m<sup>2</sup>a), Heizkosteneinsparungen (EUR/m<sup>2</sup>a) und Verringerung von THG-Emissionen (kg/m<sup>2</sup>a) in Abhängigkeit der Gebäudegröße (EFH, MFH) und des jeweils erzielten energetischen Standards (Grundlagen für die Berechnung der Sanierungsszenarien gemittelt über alle Bauperioden)

Umfassende thermisch-energetische Sanierung (beinhaltet Wärmedämmung+Fenster+Biomasseheizung)		klima:aktiv-Standard			guter Standard (Bauordnung)		
		EFH	kleine MFH	große MFH	EFH	kleine MFH	große MFH
Energiekennzahlen	HWB vorher kWh/m <sup>2</sup> a	171	109	95	171	109	95
	HWB nachher kWh/m <sup>2</sup> a	50	30	30	75	35	35
	Reduktion HWB %	-70,72%	-72,43%	-68,45%	-56,08%	-67,84%	-63,19%
	Einsparung kWh/m <sup>2</sup> a	120,75	78,83	65,08	95,75	73,83	60,08
Jährliche Heizkosteneinsparung €/m <sup>2</sup> a	reine Wärmedämmung	9,86	6,44	5,32	7,82	6,03	4,91
	inkl. Heizkesseltausch	11,00	7,12	6,00	9,52	6,82	5,70
CO <sub>2</sub> Ausstoß pro Jahr kg/m <sup>2</sup> a	Bestand (unsaniert)	53,10	33,85	29,57	53,10	33,85	29,57
	Bestand nach umfassender thermisch-energetischen Sanierung*	0,20	0,12	0,12	0,30	0,14	0,14
Einsparung CO <sub>2</sub> Emissionen pro Jahr kg/m <sup>2</sup> a*	Maßnahmen beschränkt auf Wärmedämmung (ohne Heizkesseltausch und Fenster) = Beitrag der Wärmedämmung zur Zielerreichung	37,55	24,52	20,24	29,78	22,96	18,69
	Umfassende thermisch-energetische Sanierung	52,90	33,73	29,45	52,80	33,71	29,43
durchschnittliche Größe einer Wohneinheit m <sup>2</sup>		148,6	102,0	66,8	148,6	102,0	66,8
durchschnittliche Bruttogeschossfläche m <sup>2</sup>		148,6	449,4	1 517,5	148,6	449,4	1 517,5

\*Emissionsfaktoren laut OIB 6 2015, Wirkungsgradverbesserung (90% statt 65%) durch Heizkesseltausch berücksichtigt.

Quelle: eigene Berechnungen, Ifip 2016

**Tabelle 19:** Österreichischer Wohngebäudebestand mit Sanierungsbedarf unterschieden nach Gebäudekategorie, Bauperiode und Maßnahmenbeitrag, sowie jährliche Einsparung an Energie und THG-Emissionen

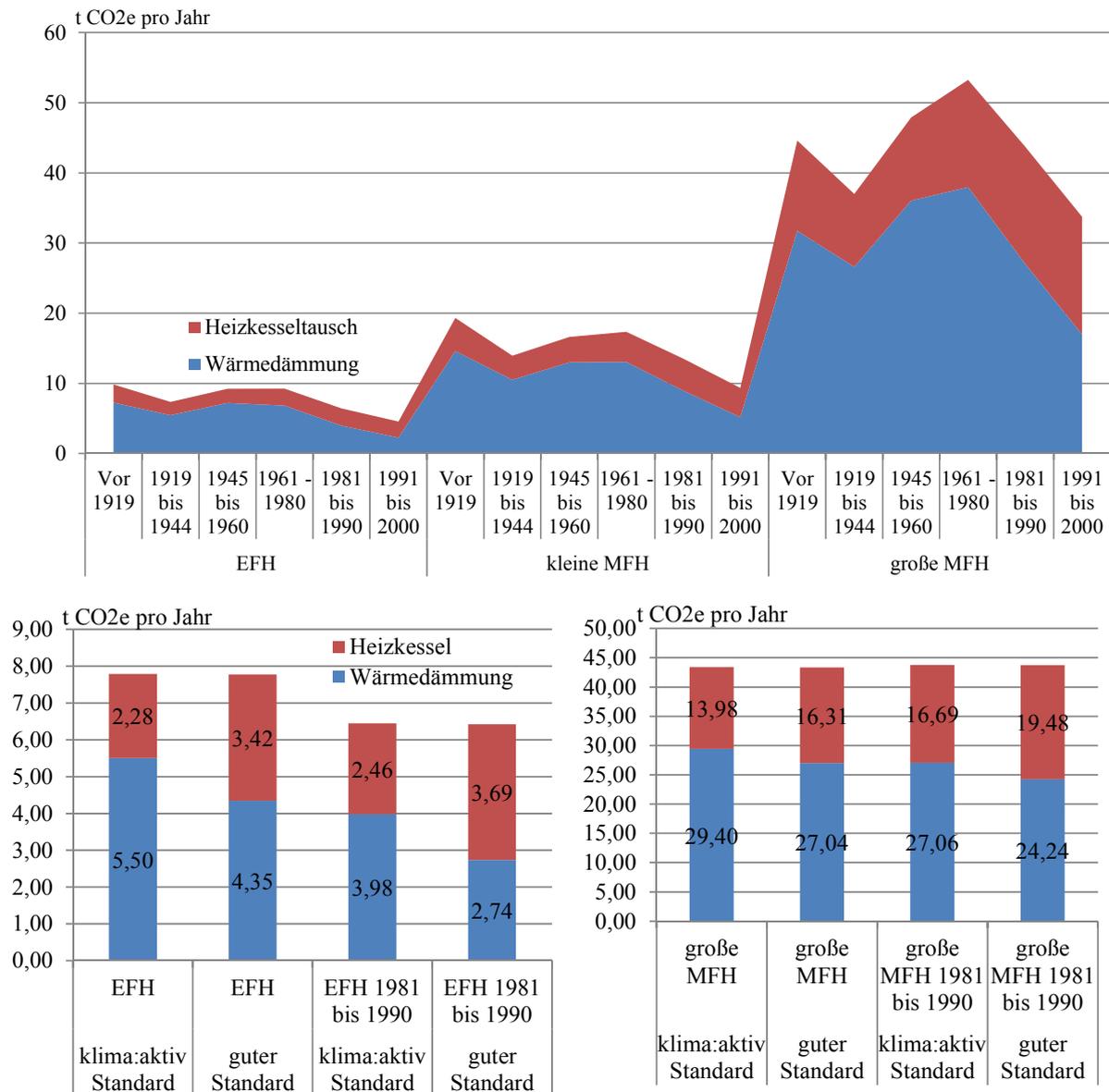
	Bauperiode	zu sanierende Wohngebäude*	zu sanierende Wohneinheiten	je Gebäude				je Wohneinheit			
				jährliche Energieeinsparung kWh/a	jährliche Einsparung THG-Emissionen CO2e t/a			jährliche Energieeinsparung kWh/a	jährliche Einsparung THG-Emissionen CO2e t/a		
					Wärmedämmung + Fenster-tausch	Heizkessel-tausch	WD+HK		Wärmedämmung + Fenster-tausch	Heizkessel-tausch	WD+HK
<b>klima:aktiv-Standard</b>											
EFH	Vor 1919	199 266	199 266	23 306	7,25	2,59	9,84	23 306	7,25	2,59	9,84
	1919 bis 1944	111 722	111 722	17 612	5,48	1,89	7,37	17 612	5,48	1,89	7,37
	1945 bis 1960	159 291	159 291	23 174	7,21	2,02	9,23	23 174	7,21	2,02	9,23
	1961 - 1980	395 398	395 398	21 953	6,83	2,43	9,26	21 953	6,83	2,43	9,26
	1981 bis 1990	220 028	220 028	12 811	3,98	2,46	6,44	12 811	3,98	2,46	6,44
	1991 bis 2000	199 690	199 690	7 322	2,28	2,29	4,57	7 322	2,28	2,29	4,57
kleine MFH	Vor 1919	29 306	130 630	46 918	14,59	4,75	19,34	10 526	3,27	1,07	4,34
	1919 bis 1944	13 319	58 654	33 821	10,52	3,42	13,94	7 680	2,39	0,78	3,17
	1945 bis 1960	20 718	92 404	41 775	12,99	3,63	16,62	9 366	2,91	0,81	3,73
	1961 - 1980	51 331	226 108	41 994	13,06	4,30	17,36	9 534	2,96	0,98	3,94
	1981 bis 1990	19 399	84 426	28 801	8,96	4,57	13,53	6 618	2,06	1,05	3,11
	1991 bis 2000	13 208	57 772	16 714	5,20	4,16	9,36	3 821	1,19	0,95	2,14
große MFH	Vor 1919	8 176	171 215	102 034	31,73	12,87	44,61	4 872	1,52	0,61	2,13
	1919 bis 1944	2 642	53 540	85 587	26,62	10,37	36,99	4 223	1,31	0,51	1,82
	1945 bis 1960	4 007	85 808	115 900	36,04	11,86	47,91	5 412	1,68	0,55	2,24
	1961 - 1980	11 115	267 096	122 054	37,96	15,29	53,25	5 079	1,58	0,64	2,22
	1981 bis 1990	3 120	74 704	87 004	27,06	16,69	43,75	3 634	1,13	0,70	1,83
	1991 bis 2000	3 199	79 010	54 608	16,98	16,76	33,75	2 211	0,69	0,68	1,37
<b>guter Standard (Bauordnung)</b>											
EFH	Vor 1919	199 266	199 266	19 084	5,94	3,89	9,82	19 084	5,94	3,89	9,82
	1919 bis 1944	111 722	111 722	14 533	4,52	2,84	7,36	14 533	4,52	2,84	7,36
	1945 bis 1960	159 291	159 291	19 883	6,18	3,03	9,22	19 883	6,18	3,03	9,22
	1961 - 1980	395 398	395 398	17 991	5,60	3,65	9,24	17 991	5,60	3,65	9,24
	1981 bis 1990	220 028	220 028	8 807	2,74	3,69	6,43	8 807	2,74	3,69	6,43
	1991 bis 2000	199 690	199 690	3 586	1,12	3,44	4,56	3 586	1,12	3,44	4,56
kleine MFH	Vor 1919	29 306	130 630	44 340	13,79	5,54	19,33	9 947	3,09	1,24	4,34
	1919 bis 1944	13 319	58 654	31 963	9,94	3,99	13,93	7 258	2,26	0,91	3,16
	1945 bis 1960	20 718	92 404	39 805	12,38	4,23	16,61	8 925	2,78	0,95	3,72
	1961 - 1980	51 331	226 108	39 661	12,33	5,01	17,35	9 004	2,80	1,14	3,94
	1981 bis 1990	19 399	84 426	26 318	8,18	5,34	13,52	6 047	1,88	1,23	3,11
	1991 bis 2000	13 208	57 772	14 455	4,50	4,85	9,35	3 305	1,03	1,11	2,14
große MFH	Vor 1919	8 176	171 215	95 045	29,56	15,02	44,58	4 539	1,41	0,72	2,13
	1919 bis 1944	2 642	53 540	79 956	24,87	12,10	36,97	3 945	1,23	0,60	1,82
	1945 bis 1960	4 007	85 808	109 461	34,04	13,84	47,88	5 112	1,59	0,65	2,24
	1961 - 1980	11 115	267 096	113 751	35,38	17,84	53,22	4 733	1,47	0,74	2,21
	1981 bis 1990	3 120	74 704	77 941	24,24	19,48	43,72	3 255	1,01	0,81	1,83
	1991 bis 2000	3 199	79 010	45 507	14,15	19,56	33,71	1 842	0,57	0,79	1,36

\*: BGF wurde mittels durchschnittlichen Wohnungsgrößen und der durchschnittlichen Anzahl an Geschossen je Gebäudetyp berechnet.

Quelle: eigene Berechnungen, Ifip 2016

Die höchsten Einsparungen je Gebäude weisen die Bauperioden 1960 bis 1980 bzw. vor 1919 auf (siehe folgende Abbildung 44). Bei getrennter Betrachtung der Maßnahme Wärmedämmung ist ein Unterschied zwischen klima:aktiv- und gutem Standard zu erkennen. Die zusätzliche energetische

Sanierung (Tausch des Heizkessels und Umstieg auf den Energieträger Biomasse) alleine hat einen durchaus erwähnenswerten Einfluss auf die gesamten THG-Emissionseinsparungen<sup>54</sup>.



**Abbildung 44:** Jährliche Einsparung an THG-Emissionen (CO2e t/a) je Gebäude und Bauperiode im klima:aktiv-Standard (oben) bzw. unterschieden nach Maßnahme und Gebäudetyp/Bauperiode (unten)

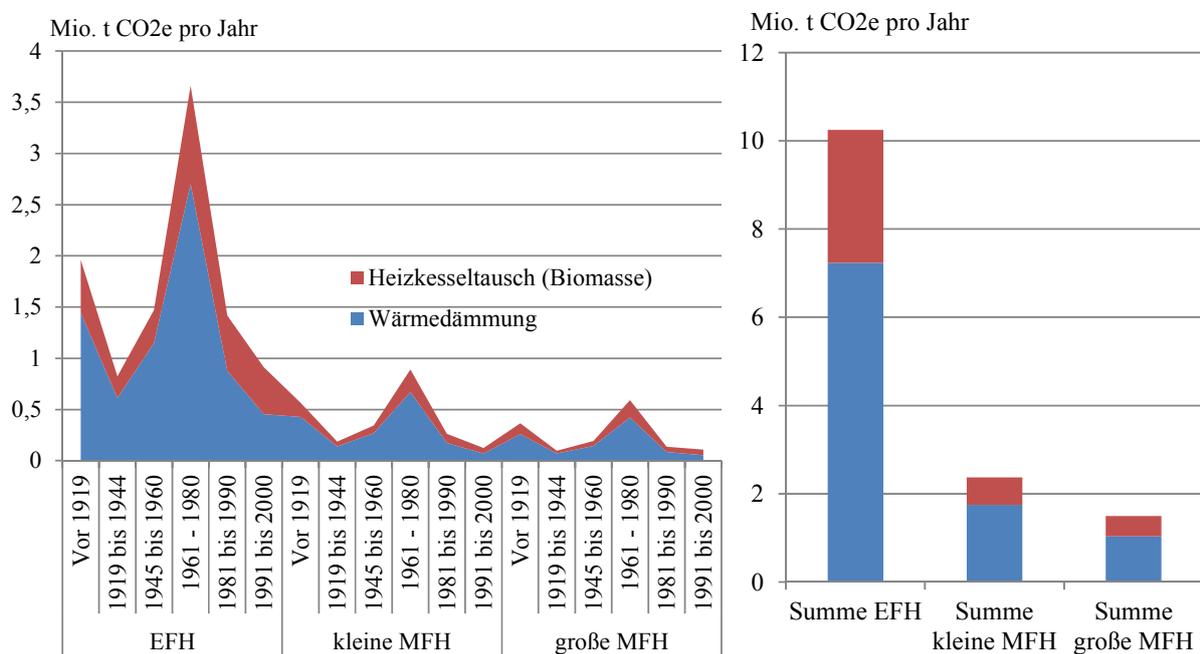
Quelle: eigene Berechnungen, Ifip 2015

## 5.1 Einsparpotenzial im österreichischen Wohngebäudebestand

Unterzieht man allen geschätzten zu sanierenden Gebäuden (Anzahl 1,43 Mio.) einer umfassenden thermisch-energetischen Sanierung, so lässt sich das Energie- (in PJ/a) bzw. THG-Emissionseinsparpotenzial (Mio. t/a) des österreichischen Gebäudebestandes berechnen. In Summe könnte man bei einer vollständigen thermisch-energetischen Sanierung des gesamten Gebäudebestands auf klima:aktiv-Standard maximal 14,11 Mio. t an THG-Emissionen einsparen. Das entspricht

<sup>54</sup> Der angenommene Emissionsfaktor für Biomasse beträgt 0,004 kg/kWh laut OIB Richtlinie 6.

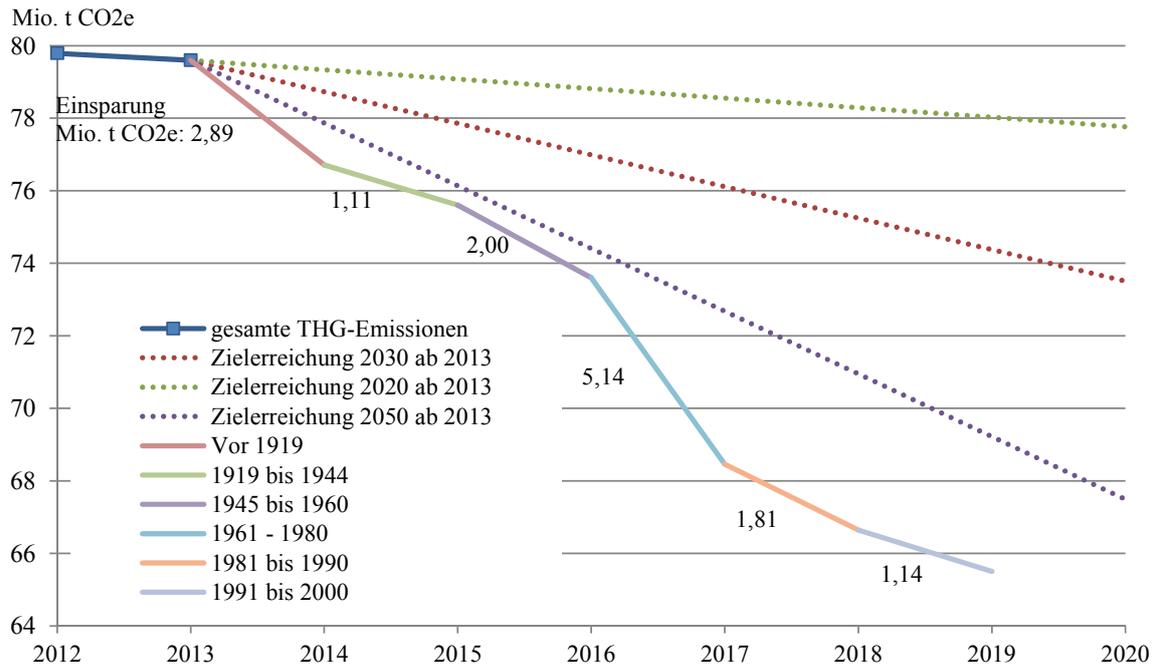
einer Energieeinsparung von 115,98 PJ. Die folgende Abbildung 45 zeigt das gesamte Einsparpotenzial des österreichischen zu sanierenden Gebäudebestands nach einzelnen Gebäudekategorien und Bauperioden (linke Seite) und summiert auf die Gebäudekategorie EFH und MFH (rechter Teil).



**Abbildung 45:** Jährliche Einsparung an THG-Emissionen im Falle der vollständigen thermisch-energetischen Sanierung des österreichischen Wohngebäudebestandes (Mio. t CO<sub>2</sub>e pro Jahr)

Quelle: eigene Berechnungen, Ifip 2016

In der folgenden Abbildung 46 wird ein möglicher zeitlicher Verlauf der CO<sub>2</sub>-Emissionen Österreichs gezeigt, unter der Annahme, dass das Einsparpotenzial des gesamten Gebäudebestandes in jedem Jahr (ab 2013 beginnend) alle Gebäude aus einer bestimmten Bauperiode komplett einer thermisch-energetischen Sanierung im klima:aktiv-Standard unterzogen wurden, ersichtlich. Dieses fiktive Beispiel soll zeigen, welches Einsparpotenzial die unterschiedlichen Gebäudekategorien aufweisen und welche Bedeutung für die Erreichung klimapolitischer Zielsetzungen die umfassende thermisch-energetische Sanierung von Wohngebäuden haben kann. Man erkennt den hohen Einsparungsanteil in den Bauperioden 1960-1980 und vor 1919 (Abbildung 47). Das gesamte Einsparpotenzial liegt bei einem klima:aktiv-Standard bei 14,11 Mio. t CO<sub>2</sub>e. In diesem theoretischen Beispiel, welches praktisch natürlich kaum umsetzbar sein wird, wäre 2019 der gesamte Gebäudebestand thermisch-energetisch saniert und die jährlichen THG-Emissionen auf etwa 65,5 Mio. t CO<sub>2</sub>e reduziert (mit der Annahme, dass alle anderen Emissions-Sektoren, wie Verkehr, Gewerbe und Industrie, Energieerzeugung, konstant blieben).



**Abbildung 46:** Einsparung an THG-Emissionen durch die Sanierung der kompletten Anzahl an Gebäuden (in Mio. t CO<sub>2</sub>e)

Quelle: eigene Berechnungen, Ifip 2016

## 5.2 Einsparpotenzial thermisch-energetischer Sanierungen bei unterschiedlichen Sanierungsraten

Das Einsparpotenzial der zwei Sanierungsvarianten (klima:aktiv Standard bzw. guter Standard) wurde nach den drei Wohngebäudetypen Einfamilienhaus (EFH), kleine Mehrfamilienhäuser (MFH) und große Mehrfamilienhäuser einerseits, und andererseits zusätzlich noch nach Bauperiode unterteilt (folgende Tabelle 20). Zu erkennen ist die Anzahl an jährlich zu sanierenden Gebäude bzw. Wohneinheiten bei einer Fortsetzung der aktuellen Sanierungsrate von ca. 1,5%, einer Verdoppelung auf 3% sowie einem enthusiastischen Ansatz einer jährlich angenommen 6%igen Sanierungsrate. Je nach Sanierungsrate unterscheidet sich das jährliche Einsparungspotenzial an THG-Emissionen (CO<sub>2</sub>e in t/a), Energiekosten (Mio. Euro/a) sowie die Einsparung an Energie (PJ/a).

Für die Berechnungen wurden alle Wohngebäude mit Sanierungspotenzial in Österreich (siehe Tabelle 20) je nach angestrebter Sanierungsrate auf die unterschiedlichen Gebäudekategorien (nach Bauperiode bzw. Gebäudetyp) anteilmäßig aufgeteilt. In der Realität ist das Verhältnis der zu sanierenden Gebäudetypen untereinander (wieviel Wohngebäude von welchem Typ und Bauperiode saniert werden) differierend und kann nur grob abgeschätzt werden. Eine Abschätzung erfolgte anhand einer Auswertung aller beantragenden Förderfälle für die Bundesförderung, welche mit der gewählten Methode nahezu übereinstimmt. 2014 waren ca. 85% aller Förderfälle im Rahmen der Bundesförderung BeantragerInnen in EFH und 15% in MFH zuzuordnen. Die Gebäudestatistik (Potenzial der zu sanierenden Wohngebäude) teilt 88% in EFH, 10% in kleine MFH und 2% in große MFH. Die in der Berechnung anteilmäßig aufgeteilten jährlich zu sanierenden Wohngebäude lassen sich somit gut mit Erfahrungswerten belegen.

Lesebeispiel Tabelle 20: Bei Fortsetzung der aktuellen Sanierungsrate von 1,5% müssten insgesamt jährlich 21.974 Wohngebäude bzw. 40.000 Wohneinheiten (das sind 1,5% des gesamten Wohngebäudebestandes mit Sanierungspotenzial<sup>55</sup>, siehe Tabelle 19) saniert werden. Zu erkennen ist der niedrige Anteil an zu sanierenden MFH (besonders große MFH) mit 484 Gebäuden bei 1,5%. Das Einsparpotenzial je Gebäudetyp selbst ist aus Tabelle 19 entnehmen. Hier wird klar gezeigt, dass bei Betrachtung des einzelnen Gebäudes MFH höhere Einsparungen als EFH aufweisen, jedoch liegen EFH mit höheren spezifischen Einsparungen (Einsparung/m<sup>2</sup>BGF) klar im Vorteil<sup>56</sup>. In Tabelle 21 sind die berechneten Einsparungspotenziale von thermisch-energetischen Sanierungen<sup>57</sup> bei unterschiedlich angenommenen Sanierungsraten dargestellt. Klar ist: Je höher die Sanierungsrate, desto höher sind die jährlichen Einsparungen an THG-Emissionen, Energiekosten und Energie.

**Tabelle 20:** Aufteilung der jährlich zu sanierenden Gebäudetypen nach Bauperiode und Gebäude bei einer angenommenen Sanierungsrate für die Berechnung

Gebäudetyp	Bauperiode	Wohngebäude mit Sanierungspotenzial insgesamt	zu sanierende Wohngebäude bei ..% Sanierungsrate			zu sanierende Wohneinheiten bei ..% Sanierungsrate		
			1,5%	3,0%	6,0%	1,5%	3,0%	6,0%
EFH (~150m <sup>2</sup> BGF)	Vor 1919	199 266	2 989	5 978	11 956	2 989	5 978	11 956
	1919 bis 1944	111 722	1 676	3 352	6 703	1 676	3 352	6 703
	1945 bis 1960	159 291	2 389	4 779	9 557	2 389	4 779	9 557
	1961 - 1980	395 398	5 931	11 862	23 724	5 931	11 862	23 724
	1981 bis 1990	220 028	3 300	6 601	13 202	3 300	6 601	13 202
	1991 bis 2000	199 690	2 995	5 991	11 981	2 995	5 991	11 981
kleine MFH (~450m <sup>2</sup> BGF)	Vor 1919	29 306	440	879	1 758	1 959	3 919	7 838
	1919 bis 1944	13 319	200	400	799	880	1 760	3 519
	1945 bis 1960	20 718	311	622	1 243	1 386	2 772	5 544
	1961 - 1980	51 331	770	1 540	3 080	3 392	6 783	13 566
	1981 bis 1990	19 399	291	582	1 164	1 266	2 533	5 066
	1991 bis 2000	13 208	198	396	792	867	1 733	3 466
große MFH (~1520m <sup>2</sup> BGF)	Vor 1919	8 176	123	245	491	2 568	5 136	10 273
	1919 bis 1944	2 642	40	79	158	803	1 606	3 212
	1945 bis 1960	4 007	60	120	240	1 287	2 574	5 148
	1961 - 1980	11 115	167	333	667	4 006	8 013	16 026
	1981 bis 1990	3 120	47	94	187	1 121	2 241	4 482
	1991 bis 2000	3 199	48	96	192	1 185	2 370	4 741
<b>alle Gebäude</b>		<b>1 464 932</b>	<b>21 974</b>	<b>43 948</b>	<b>87 896</b>	<b>40 001</b>	<b>80 003</b>	<b>160 006</b>
davon EFH		1 285 395	19 281	38 562	77 124	19 281	38 562	77 124
davon kleine MFH		147 279	2 209	4 418	8 837	9 750	19 500	39 000
davon große MFH		32 258	484	968	1 935	10 971	21 941	43 882

Quelle: eigene Berechnungen, Ifip 2016

<sup>55</sup> Summe des zu sanierenden Gebäudepotenzials in einem angestrebten Sanierungsstandard (klima:aktiv oder guter Standard) – ergibt ca.

<sup>56</sup> Höhere Wohnnutzflächen in EFH als in MFH

<sup>57</sup> Umfassende thermisch-energetische Sanierung im klima:aktiv bzw. guten Standard mit Tausch auf Biomasseheizung

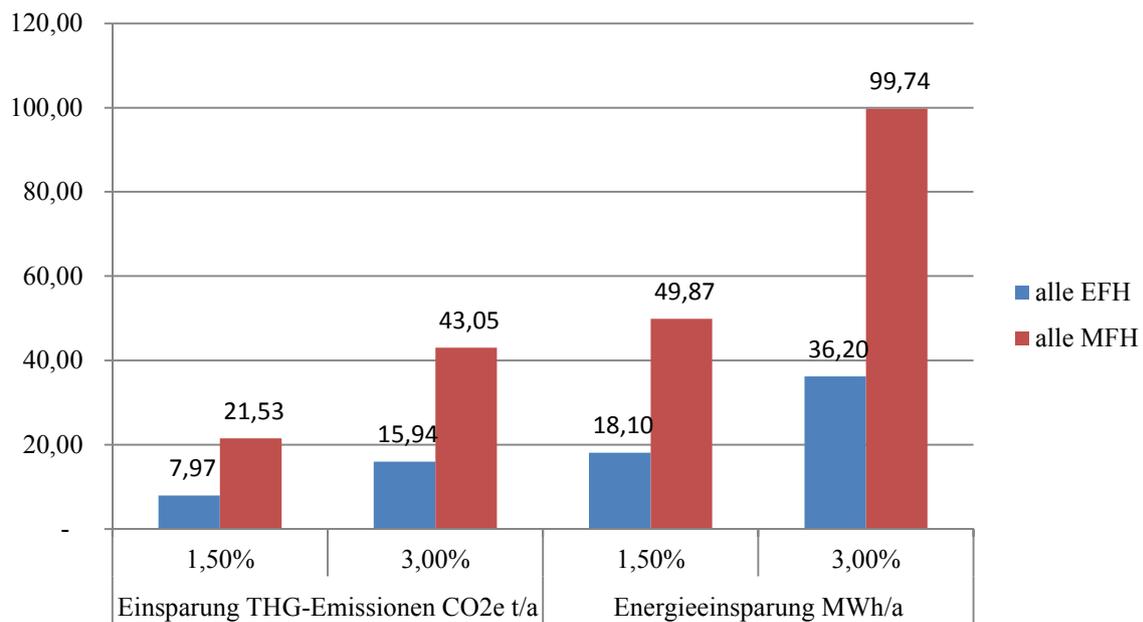
**Tabelle 21:** Einsparungspotenziale bei unterschiedlich angestrebten Sanierungsraten im klima:aktiv- und guten Standard

	Bauperiode	Summe eingesparte THG-Emissionen in CO <sub>2</sub> e t/a						Summe eingesparte Energie PJ/a						Summe eingesparte Energiekosten Mio. Euro/a					
		1,50%		3,00%		6,00%		1,50%		3,00%		6,00%		1,50%		3,00%		6,00%	
		klima:aktiv	guter Standard	klima:aktiv	guter Standard	klima:aktiv	guter Standard	klima:aktiv	guter Standard	klima:aktiv	guter Standard	klima:aktiv	guter Standard	klima:aktiv	guter Standard	klima:aktiv	guter Standard	klima:aktiv	guter Standard
EFH (~150m <sup>2</sup> BGF)	Vor 1919	29 413	29 362	58 826	58 725	117 651	117 450	0,25	0,21	0,50	0,41	1,00	0,82	5,69 €	4,66 €	11,38 €	9,32 €	22,76 €	18,63 €
	1919 bis 1944	12 347	12 327	24 694	24 653	49 389	49 306	0,11	0,09	0,21	0,18	0,43	0,35	2,41 €	1,99 €	4,82 €	3,98 €	9,64 €	7,96 €
	1945 bis 1960	22 050	22 019	44 100	44 037	88 200	88 074	0,20	0,17	0,40	0,34	0,80	0,68	4,52 €	3,88 €	9,04 €	7,76 €	18,09 €	15,52 €
	1961 - 1980	54 924	54 830	109 849	109 661	219 697	219 321	0,47	0,38	0,94	0,77	1,87	1,54	10,63 €	8,71 €	21,27 €	17,43 €	42,54 €	34,86 €
	1981 bis 1990	21 262	21 209	42 523	42 418	85 047	84 835	0,15	0,10	0,30	0,21	0,61	0,42	3,45 €	2,37 €	6,91 €	4,75 €	13,81 €	9,50 €
	1991 bis 2000	13 691	13 647	27 383	27 293	54 765	54 586	0,08	0,04	0,16	0,08	0,32	0,15	1,79 €	0,88 €	3,58 €	1,75 €	7,16 €	3,51 €
kleine MFH (~450m <sup>2</sup> BGF)	Vor 1919	8 502	8 497	17 003	16 994	34 006	33 988	0,07	0,07	0,15	0,14	0,30	0,28	1,68 €	1,59 €	3,37 €	3,18 €	6,74 €	6,37 €
	1919 bis 1944	2 785	2 784	5 570	5 567	11 141	11 135	0,02	0,02	0,05	0,05	0,10	0,09	0,55 €	0,52 €	1,10 €	1,04 €	2,21 €	2,09 €
	1945 bis 1960	5 165	5 163	10 331	10 326	20 662	20 652	0,05	0,04	0,09	0,09	0,19	0,18	1,06 €	1,01 €	2,12 €	2,02 €	4,24 €	4,04 €
	1961 - 1980	13 365	13 358	26 729	26 715	53 459	53 430	0,12	0,11	0,23	0,22	0,47	0,44	2,64 €	2,49 €	5,28 €	4,99 €	10,56 €	9,98 €
	1981 bis 1990	3 937	3 934	7 874	7 868	15 748	15 737	0,03	0,03	0,06	0,06	0,12	0,11	0,68 €	0,63 €	1,37 €	1,25 €	2,74 €	2,50 €
	1991 bis 2000	1 854	1 852	3 708	3 704	7 416	7 409	0,01	0,01	0,02	0,02	0,05	0,04	0,27 €	0,23 €	0,54 €	0,47 €	1,08 €	0,94 €
große MFH (~1520m <sup>2</sup> BGF)	Vor 1919	5 470	5 467	10 941	10 934	21 882	21 868	0,05	0,04	0,09	0,08	0,18	0,17	1,02 €	0,95 €	2,04 €	1,90 €	4,09 €	3,81 €
	1919 bis 1944	1 466	1 465	2 931	2 929	5 862	5 859	0,01	0,01	0,02	0,02	0,05	0,05	0,28 €	0,26 €	0,55 €	0,52 €	1,11 €	1,03 €
	1945 bis 1960	2 879	2 878	5 759	5 756	11 517	11 511	0,03	0,02	0,05	0,05	0,10	0,09	0,57 €	0,54 €	1,14 €	1,07 €	2,28 €	2,15 €
	1961 - 1980	8 878	8 873	17 756	17 745	35 513	35 491	0,07	0,07	0,15	0,14	0,29	0,27	1,66 €	1,55 €	3,32 €	3,10 €	6,65 €	6,20 €
	1981 bis 1990	2 048	2 046	4 095	4 092	8 190	8 184	0,01	0,01	0,03	0,03	0,06	0,05	0,33 €	0,30 €	0,67 €	0,60 €	1,33 €	1,19 €
	1991 bis 2000	1 619	1 617	3 238	3 235	6 477	6 470	0,01	0,01	0,02	0,02	0,04	0,03	0,21 €	0,18 €	0,43 €	0,36 €	0,86 €	0,71 €
<b>alle Gebäude</b>		<b>211 656</b>	<b>211 326</b>	<b>423 312</b>	<b>422 653</b>	<b>846 623</b>	<b>845 306</b>	<b>1,74</b>	<b>1,44</b>	<b>3,48</b>	<b>2,89</b>	<b>6,96</b>	<b>5,77</b>	<b>39,47 €</b>	<b>32,74 €</b>	<b>78,94 €</b>	<b>65,49 €</b>	<b>157,87 €</b>	<b>130,97 €</b>
davon EFH		153 687	153 393	307 375	306 786	614 750	613 573	1,26	0,99	2,51	1,98	5,03	3,97	28,50 €	22,49 €	57,00 €	44,99 €	114,00 €	89,97 €
davon kleine MFH		35 608	35 588	71 216	71 175	142 432	142 351	0,30	0,29	0,61	0,57	1,22	1,14	6,89 €	6,48 €	13,78 €	12,95 €	27,57 €	25,91 €
davon große MFH		22 360	22 345	44 721	44 691	89 441	89 382	0,18	0,17	0,36	0,33	0,72	0,67	4,08 €	3,77 €	8,15 €	7,55 €	16,31 €	15,09 €

Anmerkungen: Umfassende thermisch-energetische Sanierung laut Angaben Tabelle 18; Quelle: eigene Berechnungen, Ifip 2016

Lesebeispiel Tabelle 21: Bei einer Fortsetzung der aktuellen Sanierungsrate von 1,5% werden jährlich 21.974 Gebäude umfassend thermisch-energetisch im klima:aktiv Standard saniert. Bei einer Verdoppelung der Sanierungsrate auf 3% können jährlich 211.656 t CO<sub>2</sub>e zusätzlich eingespart werden. Dies entspricht insgesamt einer Heizkostensparnis von 78,94 Mio. Euro und 3,48 PJ Energie (entspricht zusätzlich einer Energieeinsparung von 1,74 PJ, wenn die Sanierungsrate verdoppelt würde). Zwischen klima:aktiv und guten Standard sind die Unterschiede marginal, dies liegt an der energetischen Sanierung (Tausch des Heizkessels auf Biomasse)<sup>58</sup>.

Die folgende Abbildung 47 soll die Einsparpotenziale bei unterschiedlich angestrebten Sanierungsraten nochmals verdeutlichen. Die Einsparungen sind auf ein einzelnes Gebäude (Summe je Gebäudekategorie dividiert durch Anzahl an Gebäuden) bezogen.



Anmerkungen: Umfassende thermisch-energetische Sanierung klima:aktiv laut Angaben Tabelle 18, „alle EFH“ bedeutet die Summe aller THG-Einsparungen aller Gebäude in der Kategorie EFH, welche anschließend durch die Anzahl der zu sanierenden Gebäude dividiert wurde, um die spezifischen Werte zu erhalten.

**Abbildung 47:** jährliche spezifische Einsparung an Energie und THG-Emissionen bei unterschiedlich angenommener Sanierungsrate für ein Wohngebäude

Quelle: eigene Berechnungen, Ifip 2016

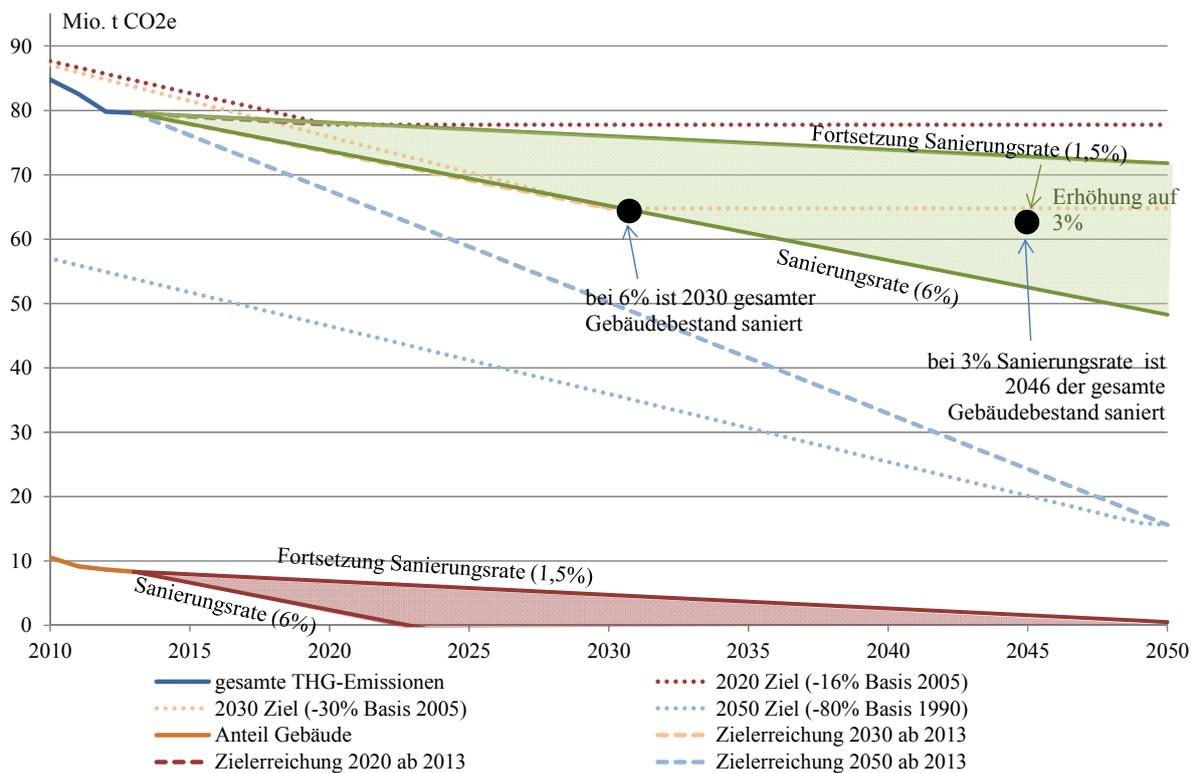
Die folgende Abbildung 48 zeigt grafisch die Wirkung unterschiedlicher Sanierungsraten im Zuge der Erreichung der unterschiedlichen Klima- und Energieziele Österreichs. Eine Sanierungsratenbandbreite von 1,5% (Fortsetzung der aktuellen Rate) bis 6% (enthusiastisch anzustrebenden Sanierungsrate) wurde gewählt und die Wirkung einerseits auf die gesamten THG-Emissionen Österreichs bzw. andererseits auf den THG-Emissionsanteil Gebäude dargestellt zu zeigen.

Lesebeispiel: Eine Fortsetzung der aktuellen Sanierungsrate von 1,5% (ca. 21.974 zu sanierende Wohngebäude bzw. 40.001 Wohneinheiten pro Jahr) würde für ein Erreichen der österreichischen Klimaziele für 2020 knapp nicht ausreichen. Im Zuge weiterer ambitionierten Ziele für das Jahr 2030

<sup>58</sup> Bei einer Biomasseheizung beträgt der Emissionsfaktor laut OIB Richtlinie 6 0,004kg/kWh. Bei einer Gasheizung liegt dieser bei 0,236 kg/kWh.

würde eine Sanierungsrate von 6% (das entspricht einer jährlich zu sanierenden Wohngebäudezahl von 87.896 bzw. 160.006 Wohneinheiten) ebenfalls nicht ausreichen, um die Ziele für 2030 zu erreichen<sup>59</sup>. Zu beachten ist, dass nur 1,46 Mio. Wohngebäude insgesamt einer thermisch-energetischen Sanierung unterzogen werden können. Bei Fortsetzung der 1,5% Sanierungsrate wäre der gesamte Bestand nach 67 Jahren komplett thermisch-energetisch saniert<sup>60</sup>, bei einer 3%igen Sanierungsrate nach 34 Jahren bzw. nach 16 ½ Jahren bei einer ambitionierten Sanierungsrate von 6%.

Der Bereich Raumwärme (Anteil Gebäude in Abb.) kann bei einer 1,5%igen Sanierungsrate bis 2050 auf 0 reduziert werden, bei einer 6%igen Rate schon im Jahr 2023.



**Abbildung 48:** Wirkung unterschiedlicher Sanierungsraten auf die Erreichung Österreichs Klima- und Energieziele

Quelle: eigene Berechnungen, Ifip 2016

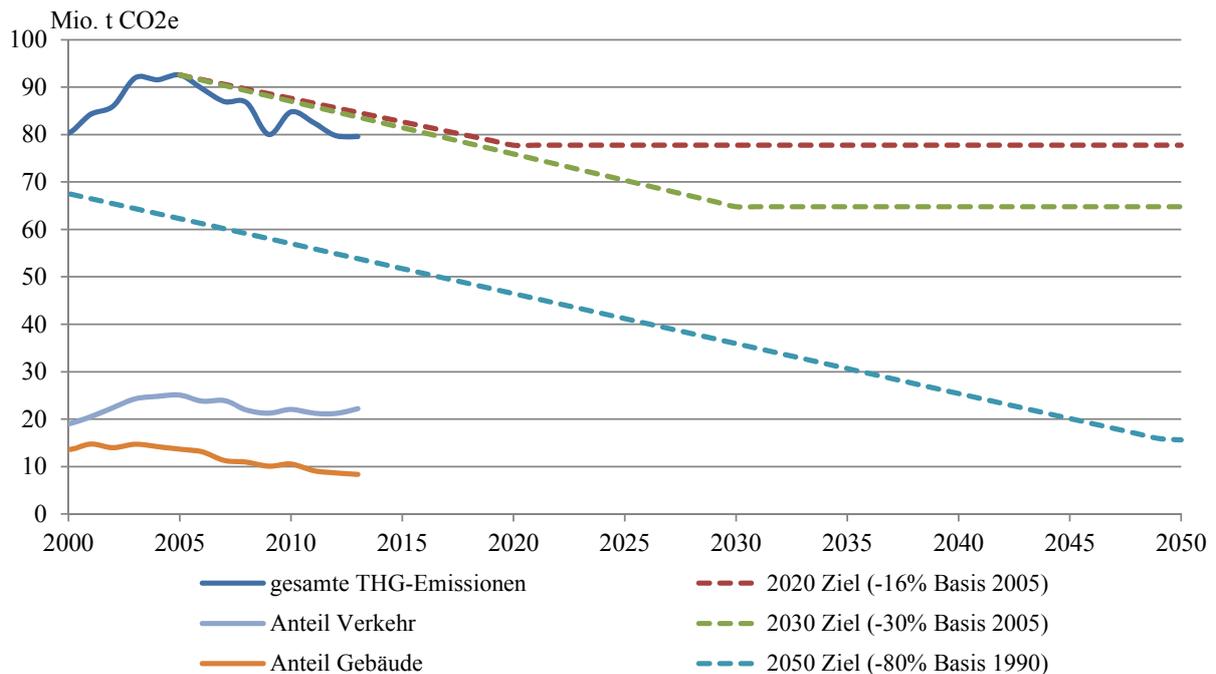
### 5.3 Erreichung der österreichischen Klima- und Energieziele

Die von jedem Mitgliedstaat zu definierende Erreichung der Klima- und Energieziele für das Jahr 2020 besagen für Österreich eine Reduktion der Treibhausgasemissionen um 16% bezogen auf das Jahr 2005. Für 2030 ist das Ziel 30% der Emissionen (Basis 2005) einzusparen. Es darf nicht vergessen werden, dass die EU Kernziele 2020/2030 im Bereich Klimawandel und Energie auch die Erhöhung des Anteils der erneuerbaren Energieträger sowie Energieeffizienz beinhalten.

<sup>59</sup> Die Abbildung stellt die Wirkung der unterschiedlichen Sanierungsraten nicht 100%ig exakt dar.

<sup>60</sup> Erreichung der Ziele nur mit einer ambitionierten umfassenden thermisch-energetischen Sanierung im klima:aktiv Standard mit Heizkesseltausch auf Biomasse

Die folgende Abbildung 49 gibt einen Überblick über die THG-Emissionen (CO<sub>2</sub>e) von 1990 bis 2013 und die anzustrebende Entwicklung der Werte, um die jeweiligen energiepolitischen Ziele zu erreichen. Damit Österreich die Ziele für 2020 erfüllt, müssten ab 2013 die THG-Emissionen jedes Jahr um 262.000 t CO<sub>2</sub>e reduziert werden, um im Jahr 2020 77,76 Mio. t CO<sub>2</sub>e zu erreichen. Für die Erreichung der Ziele für 2030 ist eine jährliche Reduktion von 870.000 t CO<sub>2</sub>e notwendig, um einen THG-Emissionsstand von 46,86 Mio. t CO<sub>2</sub>e gegenüber der Summe aller THG-Emissionen 2013 (79,6 Mio. t CO<sub>2</sub>e) zu erreichen. Zusätzlich wurde noch die Zielerreichungsgerade der geplanten ambitionierten 2050er Ziele (-80% THG-Emissionen gegenüber 1990) integriert. Hier müssten ab 2013 jährlich 1,73 Mio. t CO<sub>2</sub>e eingespart werden, um die Klimaziele für 2050 erfüllen zu können<sup>61</sup>.



**Abbildung 49:** Aktuelle Treibhausgasstatistik in Österreich (in Mio. t CO<sub>2</sub>e) mit Darstellung der Zielgeraden zu Erreichung der österreichischen Klimaziele für 2020, 2030 und 2050

Quelle: eigene Berechnung, Ifip 2015

Zur Erreichung der Klimaziele werden folgende Aspekte betrachtet:

- Anzahl der zu sanierenden Gebäude/Wohneinheiten pro Jahr
- Jährliche Einsparung an THG-Emissionen (CO<sub>2</sub>e t/a)
- Anzustrebende jährliche Sanierungsrate (%) um die Klimaziele zu erreichen
- Eingesparte jährliche Energie (PJ/a) und Heizkosten (Mio. €/a)

Der österreichische Wohngebäudebestand zeigt ein enormes Einsparpotenzial zur Erfüllung der gesetzten Klima- und Energieziele Österreichs. Zu erwähnen ist, dass das Einsparpotenzial recht ambitioniert gewählt wurde, obwohl nur Wohngebäude aus einer Bauperiode bis 2000 mit einem Abzug aufgrund schon getätigter Sanierungen getätigt wurde. Die Untersuchungen zeigen, dass betreffend THG-Emissionseinsparungen bei einer thermisch-energetischen Sanierung mit Heizkesseltausch (auf

<sup>61</sup> Für die Berechnung der Erreichung der Klima- und Energieziele wurde als Referenzjahr 2013 gewählt, da für 2014 und 2015 noch keine Daten verfügbar sind.

Energieträger Biomasse) zwischen dem klima:aktiv-Standard und dem guten Standard (Bauordnung)<sup>62</sup> kaum wesentliche Unterschiede festzustellen sind. Somit werden Ergebnisse nur für das Beispiel klima:aktiv-Standard dargestellt.

Nach Berechnung der jährlich zu sanierenden Wohngebäude bzw. Wohneinheiten konnte das jährliche Einsparpotenzial an THG-Emissionen und daraus eine jährliche Sanierungsrate zur Erreichung der Klima- und Energieziele ermittelt werden. Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle 22 dargestellt.

**Tabelle 22:** Erreichung der Zielwerte für 2020, 2030 und 2050 im klima:aktiv Standard

	Summe Wohngebäude	Aufteilung der zu erreichenden THG-Emissionen auf...*			Erreichung der Klimaziele separat für jeden Gebäudetyp		
		EFH	kleine MFH	große MFH	EFH	kleine MFH	große MFH
<b>2020 Ziel (-16% B2005)</b>							
jährliche Einsparung CO <sub>2</sub> e (t/a) um Ziel zu erreichen	261.829	229.740	26.323	5.765	261.829		
ergibt zu sanierende Gebäude pro Jahr	31.395	29.510	1.752	133	33.632	17.426	6.036
ergibt zu sanierende WE pro Jahr	40.232	29.510	7.724	2.997	33.632	76.829	136.120
durchschnittliche jährlich anzustrebende Sanierungsrate	2,14%	2,01%	0,12%	0,01%	2,30%	1,19%	0,41%
jährlich eingesparte Energie (PJ/a)	2,146	1,880	0,221	0,045	2,143	2,196	2,054
jährlich eingesparte Heizkosten (Mio. Euro/a)	€ 48,69	€ 42,65	€ 5,01	€ 1,03	€ 48,61	€ 49,82	€ 46,60
<b>2030 Ziel (-30 B2005)</b>							
jährliche Einsparung CO <sub>2</sub> e (t/a) um Ziel zu erreichen	870.235	763.583	87.490	19.162	870.235		
ergibt zu sanierende Gebäude pro Jahr	104.348	98.083	5.823	442	111.783	57.919	20.063
ergibt zu sanierende WE pro Jahr	133.718	98.083	25.672	9.962	111.783	255.355	452.421
durchschnittliche jährlich anzustrebende Sanierungsrate	7,12%	6,70%	0,40%	0,03%	7,63%	3,95%	1,37%
jährlich eingesparte Energie (PJ/a)	7,133	6,249	0,734	0,150	7,121	7,299	6,828
jährlich eingesparte Heizkosten (Mio. Euro/a)	€ 161,81	€ 141,76	€ 16,65	€ 3,41	€ 161,56	€ 165,58	€ 154,89
<b>2050 Ziel (-80% B1990)</b>							
jährliche Einsparung CO <sub>2</sub> e (t/a) um Ziel zu erreichen	1.729.243	1.517.314	173.852	38.078	1.729.243		
ergibt zu sanierende Gebäude pro Jahr	207.350	194.901	11.571	878	222.124	115.092	39.867
ergibt zu sanierende WE pro Jahr	265.711	194.901	51.014	19.796	222.124	507.415	899.005
durchschnittliche jährlich anzustrebende Sanierungsrate	14,15%	13,30%	0,79%	0,06%	15,16%	7,86%	2,72%
jährlich eingesparte Energie (PJ/a)	14,173	12,417	1,458	0,299	14,151	14,503	13,567
jährlich eingesparte Heizkosten (Mio. Euro/a)	€ 321,54	€ 281,69	€ 33,08	€ 6,78	€ 321,03	€ 329,02	€ 307,79

\*anteilmäßige Aufteilung nach Anzahl des Sanierungspotenzials der Gebäude in der jeweiligen Kategorie<sup>63</sup>

Quelle: eigene Berechnung, Ifip 2015

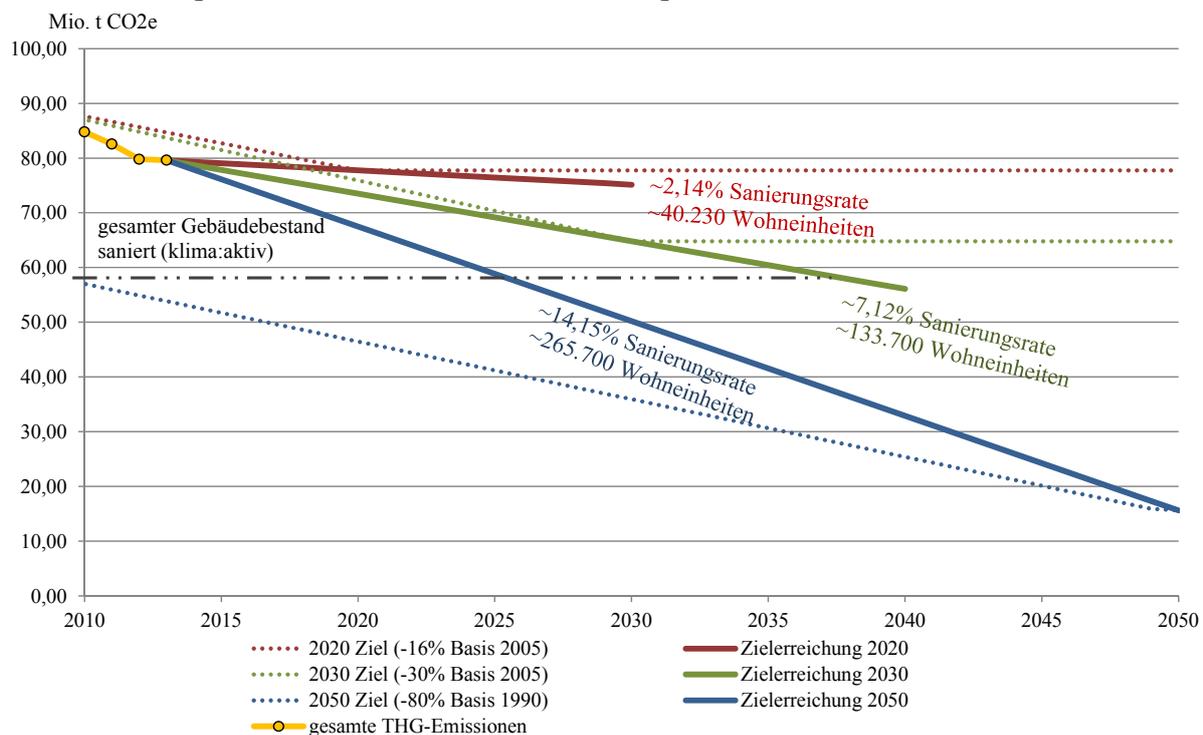
**Lesebeispiel:** Die Erreichung der 2020 Ziele könnten bei einer durchschnittlichen jährlichen Sanierungsrate von 2,14% (Einsparung 261.829 CO<sub>2</sub>e t/a) erreicht werden, wenn 31.395 Wohngebäude oder 40.323 Wohneinheiten thermisch-energetisch im klima:aktiv-Standard saniert werden. Betrachtet man nur EFH, dann müssten hier jährlich anteilig 29.510 Wohngebäude saniert werden. Der Rest fällt auf kleine (1.752) und große (133) MFH. Nachdem die einzusparenden THG-Emissionen bis 2020 auf alle Wohngebäudetypen anteilmäßig am österreichischen Sanierungspotenzial (laut Gebäudestatistik)

<sup>62</sup> HWB Zielwert 50 kWh/m<sup>2</sup>a (klima:aktiv) und 75 kWh/m<sup>2</sup>a (guter Standard - Bauordnung) im EFH und 30 kWh/m<sup>2</sup>a (klima:aktiv) und 35 kWh/m<sup>2</sup>a (guter Standard Bauordnung)

<sup>63</sup> Dies entspricht nahezu den Anteilen an eingereichten Sanierungsfällen je nach Gebäudekategorie im Rahmen der Bundesförderung (EFH: 88%, MFH 12%).

aufgeteilt wurden (Spalte „Aufteilung der zu erreichenden THG-Emissionen auf...“ in Tabelle 22), reiche eine durchschnittliche Sanierungsrate von 2%, wenn nur die anteilmäßige Anzahl an EFH saniert werden würde. Die rechte Spalte in Tabelle 22 zeigt die Zielerreichung der jeweiligen einzelnen Gebäudekategorien, wenn jeweils alle THG-Emissionseinsparungen zur Erreichung der Klimaziele der einzelnen Kategorie zugeordnet wurden. Betrachtet man nur die Kategorie „kleine MFH“, so könnte man mit einer jährlich anzustrebenden durchschnittlichen Sanierungsrate von 3,95% die Klimaziele für 2030 erreichen, wenn ausschließlich Wohngebäude dieser Kategorie saniert würden. Auf alle Gebäudekategorien gerechnet benötigt man eine jährliche durchschnittliche Sanierungsrate von 7,12%. Grafische Darstellung „Erreichung der Klimaziele“: Die folgende

Abbildung 50 gibt einen Überblick zur Erreichung der Klima- und Energieziele für 2020, 2030 und 2050 im Zuge von Sanierungstätigkeiten (umfassende thermisch-energetische Sanierung im klima:aktiv Standard<sup>64</sup>). Dargestellt wurden die Zielerreichungsgeraden ab 2013 bis zur Erreichung der Klimaziele. Mit einer Erhöhung der derzeitigen Sanierungsrate von durchschnittlich 1,50% auf 2,14% könnten die Ziele für 2020 erreicht werden. Will man die angestrebten Ziele für 2030 erreichen, so benötigt man eine durchschnittliche jährliche Sanierungsrate 7,10%. Werden jährlich 14,1% des Gebäudebestandes thermisch-energetisch saniert, so könnten die ambitionierten Ziele für 2050 fristgerecht erreicht werden. Dazu müssten jährlich 1,7 Mio. Tonnen THG-Emissionen eingespart werden. Hier ist jedoch zu erwähnen, dass der gesamte Wohngebäudebestand in Österreich, selbst im nachträglich besten energetischen Standard, nicht zur Erreichung der 2050-Ziele ausreichen würde.



**Abbildung 50:** Erreichung der österreichischen Klimaziele für 2020, 2030 und 2050 mit Angabe der durchschnittlich benötigten jährlichen Sanierungsrate und zu sanierenden Wohneinheiten

Quelle: eigene Berechnung, Ifip 2015 (Bemerkung: Sanierungsrate in Klammer)

<sup>64</sup> Die Ergebnisse für den guten Standard (Bauordnung) sind aufgrund der Berücksichtigung eines Heizkesseltausches (Biomasse) dem klima:aktiv Standard sehr ähnlich. Ohne Berücksichtigung des Heizkesseltausches sind Unterschiede zwischen den beiden Standards zu erkennen.

## Fazit:

- Der österreichische zu sanierenden Gebäudebestand weist ein hohes Einsparpotenzial von insgesamt rund 14 Mio. t. CO<sub>2</sub>e auf<sup>65</sup>. Es müssten, beginnend ab sofort, zur alleinigen Erreichung der Klimaziele 2020 jährlich 31.400 Gebäude (40.230 Wohneinheiten) und insgesamt etwa 219.800 Gebäude (, dies entspricht etwa 281.600 Wohneinheiten) umfassend thermisch-energetisch saniert werden. Die Ziele 2030 könnten allein mit der Gebäudesanierung nicht mehr erreicht werden, da dafür eine Einsparung an THG-Emissionen notwendig wäre, die mit umfassenden thermisch-energetischen Sanierung von jährlich 104.350 Gebäuden (133.700 Wohneinheiten), insgesamt somit etwa 1,7 Mio. Gebäude (2,27 Mio. Wohneinheiten) verbunden wäre – das Potenzial an zu sanierenden Gebäuden in Österreich beträgt jedoch nur 1,46 Millionen.
- Die Klimaziele 2020 und 2030 könnten im fiktiven Rechenszenario erreicht werden, wenn jährlich eine Sanierungsrate von 2,14% (2020 Ziele) bzw. 7,12% (2030 Ziele) angestrebt würde. Dies ist jedoch real nur möglich, wenn jede Sanierung einer umfassenden thermisch-energetischen Sanierung entsprechen würde und der zu sanierende Gebäudebestand vorhanden wäre.
- Um die 2020 Klimaziele zu erreichen müssten von 2013 bis 2020 jährlich 262.000 t CO<sub>2</sub>e zusätzlich eingespart werden. Das wären insgesamt 1,83 Mio. t CO<sub>2</sub>e. Das entspräche einer jährlichen Energiekosteneinsparung von 48,7 Mio. Euro oder insgesamt 341 Mio. Euro, die in andere Konsumzwecke investiert werden könnten. Bis zur Erreichung der Klimaziele könnte man 15 PJ (bzw. 2,146 PJ pro Jahr von 2013-2020) Energie einsparen.
- Sanierungen im klima:aktiv-Standard zeigen bei Betrachtung der reinen Wärmedämmung höhere Einsparpotenziale im Vergleich zu einer Sanierung im guten Standard (Mindestanforderung nach Bauordnung). Wird der Heizkessel modernisiert, dann wirkt sich dieser positiv auf die THG-Einsparungen aus. Am Beispiel einer Biomasseheizung gleichen die Einsparungen der Mindestanforderungen laut Bauordnung nahezu denen des klima:aktiv Standards.
- Bei einem Zertifikatspreis von 8 Euro/t CO<sub>2</sub>e (entspricht dem durchschnittlichen CO<sub>2</sub>-Zertifikatspreis 2015 in der EU) würde sich die Republik Österreich (Bundesministerium für Umwelt) bei einer Verdoppelung der Sanierungsrate von 1,5% auf 3% jährlich 1,7 Mio. Euro an zusätzlichen Ausgaben für den Erwerb dieser Zertifikate und somit Schadenskostenzahlungen sparen.

---

<sup>65</sup> Dieses Einsparpotenzial wurde auf Basis der verschiedener Datengrundlagen unter Annahme einer umfassenden thermisch-energetischen Sanierung im klima:aktiv-Standard (mit Tausch des Energieträgers auf Biomasseheizung) geschätzt.

## 6. Praxis-Check: Erfahrungen mit dem Sanierungsscheck

Das folgende Kapitel beschäftigt sich mit der Analyse von tatsächlich durchgeführten Sanierungsvorhaben in Österreich, welche über die Bundesförderung „Sanierungsscheck“<sup>66c</sup> um Förderung angesucht haben. Im Rahmen des Projektes wird eine Auswahl von berechneten Kennzahlen erstmalig in einer Rentabilitätsrechnung integriert<sup>67</sup>. Ziel der Analyse war die Ermittlung einer ungefähren Sanierungsperformance (Betriebswirtschaftliche Rentabilität<sup>68</sup>) in Österreich. Der Trend liegt vor allem bei Ein- und Zweifamilienhäusern, die meisten Förderfälle sind in Nieder- und Oberösterreich vorzufinden. Für die Auswertungen wurden fehlerhafte Datensätze herausgefiltert<sup>69</sup>.

### 6.1 Räumliche Verteilung nach Bundesländern

Dieses Unterkapitel gibt einen Überblick zur Sanierungsscheckförderung 2009-2014, unterteilt nach einzelnen Bundesländern. Die folgende Tabelle 23 zeigt alle geförderten Sanierungsfälle bis Ende 2014 unterteilt nach Bundesländern.

**Tabelle 23:** Geförderte Fälle nach Bundesland und Maßnahme nach Gebäudekategorien

	B	K	NÖ	OÖ	S	ST	T	V	W	Österreich
<b>Ein- und Zweifamilienhäuser</b>	<b>2.147</b>	<b>6.615</b>	<b>15.223</b>	<b>13.387</b>	<b>3.418</b>	<b>6.892</b>	<b>4.262</b>	<b>2.592</b>	<b>685</b>	<b>55.221</b>
Einzelmaßnahme <sup>70</sup>	276	755	1.720	1.645	453	1.089	434	240	96	6.708
Heizkesseltausch	72	207	560	606	120	305	174	96	11	2.151
Teilsanierung	883	1.954	4.950	3.929	978	1.874	843	684	234	16.329
Umfassende Maßnahme	916	3.699	7.993	7.207	1.867	3.624	2.811	1.572	344	30.033
<b>Wohnungen im Mehrgeschoßigen Wohnbau</b>	<b>422</b>	<b>2.908</b>	<b>4.733</b>	<b>3.860</b>	<b>2.554</b>	<b>5.495</b>	<b>3.809</b>	<b>1.421</b>	<b>6.300</b>	<b>31.502</b>
Einzelmaßnahme	7	395	504	275	420	390	1.001	333	1.092	4.417
Heizkesseltausch	1	176	14	9	19	13	52	30	0	314
Teilsanierung	201	443	551	551	909	665	893	443	1.259	5.915
Umfassende Maßnahme	213	1.894	3.664	3.025	1.206	4.427	1.863	615	3.949	20.856
<b>Summe</b>	<b>2.569</b>	<b>9.523</b>	<b>19.956</b>	<b>17.247</b>	<b>5.972</b>	<b>12.387</b>	<b>8.071</b>	<b>4.013</b>	<b>6.985</b>	<b>86.723</b>

Quelle: Eigene Berechnungen (Ifip, TU Wien, 2015)

Im Rahmen der Bundesförderung wurde insgesamt ein Investitionsvolumen von 2,9 Mrd. Euro beantragt. Bei einer durchschnittlichen Förderquote von 12,63% wurden bundesweit 362 Mio. an Fördermittel ausbezahlt. Der Effekt von Sanierungsmaßnahmen zahlt sich aus: Pro Jahr werden in Österreich

<sup>66</sup> Der Sanierungsscheck ist ein bundesweites Instrument zur Förderung von thermisch-energetischen Sanierungen. Mehr Informationen unter <http://www.sanierungsscheck15.at>

<sup>67</sup> Die zur Verfügung stehenden 86.000 Datensets stellen jedoch nicht die tatsächlich in Österreich durchgeführten Sanierungen dar, sondern nur geförderte Fälle, welche die Förderkriterien erfüllen und eingereicht wurden (Zeitraum 2009-2014, ausgenommen 2010).

<sup>68</sup> Nur unter Berücksichtigung der Vollkosten (=Energiebedingte Mehrkosten + Ohnehin Kosten). Energiebedingte Mehrkosten konnten aufgrund fehlender Informationen nicht ermittelt werden.

<sup>69</sup> Bei manchen Berechnungen wurden die 5% bzw. 95% Quantil nach oben und unten nicht berücksichtigt, um Verfälschungen von Extremwerten zu vermeiden.

<sup>70</sup> Eine Einzelmaßnahme laut Sanierungsscheck ist: Fenster-/Türtausch, Oberste Geschoßdecke

durchschnittlich 98,3 Mio. Euro an Heizkosten eingespart und verbleiben somit für andere private Konsumzwecke. Pro Sanierungsfall<sup>71</sup> wurden durchschnittlich 33.073 Euro investiert<sup>72</sup>, 4.178 Euro gefördert und pro Jahr 1.133,1 Euro an Heizkosten gespart. Dies ist in der folgenden Tabelle 24 ersichtlich.

**Tabelle 24:** Investierte Kosten, Förderquote und Heizkosteneinsparung nach Bundesländern

	Investierte Gesamtkosten	bezahlte Förderungen	Eingesparte Heizkosten pro Jahr	durchschnittliche Förderquote %	Verhältnis Einsparung/Kosten
Burgenland	80 360 756 €	10 168 320 €	3 136 191 €	12,65%	4,47
Kärnten	314 574 302 €	40 213 391 €	11 141 874 €	12,78%	4,06
Niederösterreich	784 154 435 €	89 226 332 €	27 944 027 €	11,38%	4,02
Oberösterreich	575 686 653 €	74 281 130 €	22 165 751 €	12,90%	4,42
Salzburg	164 795 935 €	21 800 676 €	5 624 086 €	13,23%	3,93
Steiermark	359 299 043 €	51 255 039 €	11 489 757 €	14,27%	3,73
Tirol	268 135 777 €	32 302 625 €	9 269 469 €	12,05%	3,93
Vorarlberg	175 463 937 €	16 785 604 €	4 031 691 €	9,57%	2,54
Wien	145 375 542 €	26 316 727 €	3 451 024 €	18,10%	2,90
<b>Gesamtergebnis</b>	<b>2 867 846 380 €</b>	<b>362 349 844 €</b>	<b>98 253 869 €</b>	<b>12,63%</b>	<b>3,92</b>

Quelle: Eigene Berechnungen (Ifip, TU Wien, 2015)

Ein interessanter Aspekt ist das Verhältnis zwischen Einsparung und den Kosten (mit Berücksichtigung von Förderungen). Es sagt näherungsweise etwas über die Effizienz der gesetzten Sanierungsmaßnahme<sup>73</sup> aus und liegt im Bundesländervergleich bei Werten zwischen 2,9 (niedrigere Effizienz) und 4,5 (höhere Effizienz).

Die folgende Tabelle 25 gibt einen Überblick über die durchschnittlichen jährlich eingesparten spezifischen Heizkosten (in €/m<sup>2</sup>a) je Maßnahme und Bundesland<sup>74</sup>. Innerhalb der gleichen Maßnahme sind nur geringe, aber nennenswerte Unterschiede zu erkennen. Besonders im Burgenland und Niederösterreich sind hohe spezifische Heizkosteneinsparungen (je m<sup>2</sup>BGF) vorzufinden. Ein Vergleich unter den Maßnahmen selber zeigt, dass man mit einer umfassenden thermisch-energetischen Sanierung die höchsten Einsparungen erzielt<sup>75</sup>.

<sup>71</sup> Inkludiert alle Sanierungsmaßnahmen im Rahmen des Sanierungsschecks. Die tatsächlich durchgeführte thermisch-energetische Sanierungsrate ist nicht bekannt, wird aber als weitaus höher geschätzt.

<sup>72</sup> Die tatsächlichen Kosten werden jedoch höher geschätzt

<sup>73</sup> statisches Rentabilitätsverfahren und nur für grobe Aussagen

<sup>74</sup> Die Maßnahmenkategorien wurden aus den aufgezeichneten Daten übernommen

<sup>75</sup> Der Tausch eines Heizungssystems ist hier nicht berücksichtigt

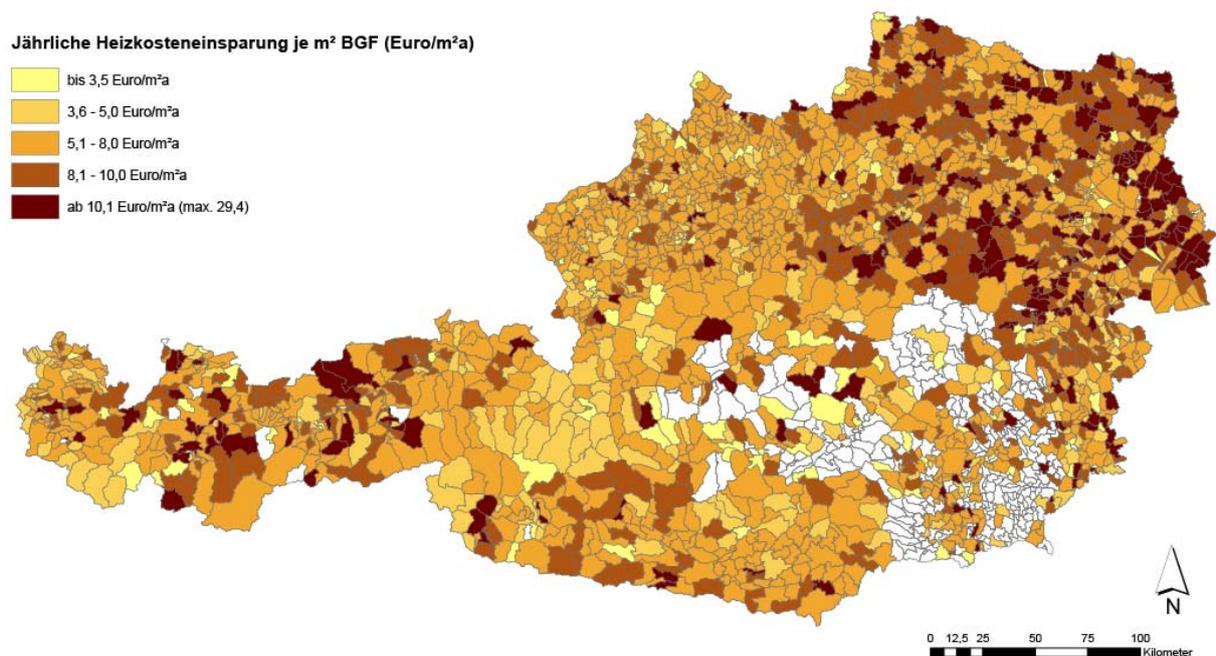
**Tabelle 25:** Spezifische Heizkosteneinsparung durch Sanierungstätigkeiten unterschieden nach den geförderten Maßnahmenkategorien<sup>76</sup> laut Bundesförderung nach Bundesländer (in Euro/m<sup>2</sup>a)

Zahlen in Euro/m <sup>2</sup> a	B	K	NÖ	OÖ	S	ST	T	V	W	Österreich
Einzelmaßnahme Fenster/Türen	1,45	1,02	1,31	1,17	0,85	1,13	0,87	0,92	0,69	<b>1,05</b>
Einzelmaßnahme Oberste Geschoßdecke	2,54	2,22	1,67	2,30	1,63	2,03	1,29	1,62	1,85	<b>1,74</b>
Teilsanierung 10*	3,69	3,89	3,39	4,02	2,70	2,64	3,84	5,44	2,66	<b>3,53</b>
Teilsanierung 20*	4,65	4,48	3,93	4,60	3,67	4,53	3,27	3,53	3,00	<b>4,12</b>
Teilsanierung 30*	7,83	7,13	10,78	7,58	5,50	7,32	6,66	5,55	5,62	<b>8,05</b>
Umfassende Sanierung (min. 3 Maßnahmen)	10,24	7,80	9,59	7,98	7,04	7,56	8,43	7,13	7,46	<b>8,22</b>
<b>Gesamtergebnis</b>	<b>7,22</b>	<b>6,13</b>	<b>8,02</b>	<b>6,44</b>	<b>5,04</b>	<b>6,08</b>	<b>6,15</b>	<b>5,38</b>	<b>5,67</b>	<b>6,50</b>

\*laut Sanierungsscheck die Reduzierung des HWB um mindestens 10, 20 bzw. 30 Prozent.

Quelle: Eigene Berechnungen (Ifip, TU Wien, 2015)

Abbildung 51 zeigt das durchschnittliche Einsparpotenzial (Heizkosten pro Jahr und m<sup>2</sup> Bruttogeschosßfläche) von thermisch-energetischen Sanierungen unterschieden nach Österreichs Gemeinden. Die höchsten jährlichen Heizkosteneinsparungen sind in niederösterreichischen Gemeinden zu erkennen.



\*weiße Flächen: keine Daten vorhanden

**Abbildung 51:** Jährliche spezifische Heizkosteneinsparung (Euro/m<sup>2</sup>BGF a) durch thermisch-energetische Sanierungen

Quelle: eigene Berechnungen, Ifip, 2015 (weiße Felder: keine Daten verfügbar)

Umfassende Sanierungen lohnen sich auch für die Umwelt: Durch einen geringeren Heizwärmebedarf, vor allem in Kombination oder ein auch reiner Tausch des Heizkessels<sup>77</sup> erzeugen enorme Einsparun-

<sup>76</sup> Mehr Informationen zu den geförderten Maßnahmenkategorien finden sich auf der offiziellen Webpage der Sanierungsscheckförderung. Teilsanierungen: Teilsanierung 10 bedeutet mindestens eine Einsparung von 10% des HWB, egal mit welcher Maßnahme

gen an THG-Emissionen. Gut zu erkennen ist das hohe THG-Einsparpotenzial (in CO<sub>2</sub>-Emissionen) bei einem reinen Heizkesseltausch bzw. einer thermischen Sanierung mit Heizkesseltausch. Hier wird angenommen, dass die ursprünglichen Heizkessel hauptsächlich fossile Energieträger benutzten (Öl, Gas) und sehr ineffizient (geringer Wirkungsgrad) waren.

**Tabelle 26:** Spezifische jährliche Einsparung an THG-Emissionen je m<sup>2</sup> BGF unterschiedlicher Maßnahmen nach Bundesländern (in t CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>a)

CO <sub>2</sub> -Einsparung (t/m <sup>2</sup> a)	B	K	NÖ	OÖ	S	ST	T	V	W	Österreich
<b>Einzelmaßnahme: Fenster/Türen, Oberste Geschoßdecke</b>										
ohne Heizkesseltausch	1,22	0,83	1,05	1,14	0,70	1,12	0,65	0,80	0,34	0,88
mit Heizkesseltausch	7,19	6,93	8,96	8,55	4,04	7,53	7,01	5,81	3,63	7,80
<b>reiner Heizkesseltausch</b>										
	4,51	2,72	5,29	5,09	4,49	5,79	4,81	4,24	5,55	4,74
<b>Teilsanierung</b>										
ohne Heizkesseltausch	3,66	3,91	5,31	4,47	2,63	3,16	2,92	2,95	1,70	3,84
mit Heizkesseltausch	12,98	11,02	13,33	13,10	9,61	12,53	11,81	5,66	6,76	12,31
<b>Umfassende Maßnahme</b>										
ohne Heizkesseltausch	5,94	4,85	5,81	5,32	4,66	3,57	5,22	4,82	2,32	4,73
mit Heizkesseltausch	13,51	10,52	10,51	11,53	9,74	11,59	12,12	9,41	5,53	10,79

Quelle: Eigene Berechnungen (Ifip, TU Wien, 2015)

## 6.2 Kosten und Einsparungen

Umfassende thermisch-energetische Sanierungen haben in der Praxis pro Fall um die 40.000 Euro gekostet und erhalten die höchsten Förderungen. Einzelmaßnahmen wurden mit einer durchschnittlichen Förderquote von 17,3% stark gefördert, obwohl sie in Anbetracht klima- und energiepolitischer Zielerreichung weniger erwünscht sind als eine komplette umfassende thermisch-energetische Sanierung. Letztere weisen Förderquote von nur 12,6% auf. Fazit: Betrachtet man nur den Aspekt der Förderung und nicht der eingesparten Energie, so schneiden SaniererInnen umfassender Maßnahmen schlechter ab<sup>78</sup>.

Wie schon für die Bundesländer, wurden Investitionen, Förderungen und Einsparungen in der folgenden Tabelle 27 nach unterschiedlicher durchgeführten Maßnahmen unterschieden. Zu erkennen ist eine starke Streuung der Förderquote.

<sup>77</sup> Moderne Heizkessel sind effizienter und verursachen weniger oder gar keine (Wärmepumpe, Pelletofen, Solarwärme) Emissionen.

<sup>78</sup> Achtung: leichte Verfälschungen im Datenset möglich. Es sei zu erwähnen, dass der Sanierungsscheck von BMLFUW und BMFWF finanziert wird und somit nicht nur das Ziel der Umweltförderung verfolgen, sondern auch eine Konjunkturbelebung der Wirtschaft stützen soll.

**Tabelle 27:** Kosten, Förderungen und eingesparte Heizkosten nach Maßnahmenkategorien

	Investierte Gesamtkosten		bezahlte Förderungen		Eingesparte Heizkosten pro Jahr		durchschnittliche Förderquote %
	absolut	pro Fall	absolut	pro Fall	absolut	pro Fall	
Einzelmaßnahme Fenster/Türen	133 386 801 €	15 137 €	23 114 888 €	2 623 €	1 742 124 €	198 €	17,33%
Einzelmaßnahme Oberste Geschoßdecke	33 407 760 €	14 782 €	4 898 040 €	2 167 €	693 772 €	307 €	14,66%
Heizkesseltausch	46 800 899 €	18 986 €	4 740 006 €	1 923 €	n.v.	n.v.	10,13%
Teilsanierung 10	85 884 579 €	16 970 €	15 132 974 €	2 990 €	3 292 253 €	651 €	17,62%
Teilsanierung 20	125 701 323 €	26 547 €	16 220 099 €	3 426 €	4 163 961 €	879 €	12,90%
Teilsanierung 30	376 932 417 €	32 851 €	37 590 035 €	3 276 €	16 908 806 €	1 474 €	9,97%
Umfassende Sanierung	2 057 002 568 €	40 399 €	259 228 349 €	5 091 €	71 226 336 €	1 399 €	12,60%
<b>Gesamtergebnis</b>	<b>2 867 846 380 €</b>	<b>33 073 €</b>	<b>362 349 844 €</b>	<b>4 179 €</b>	<b>98 253 869 €</b>	<b>1 133 €</b>	<b>12,63%</b>

Quelle: Eigene Berechnungen (Ifip, TU Wien, 2015)

**Tabelle 28** zeigt durchschnittliche Kosten von thermisch-energetischen Sanierungen unterteilt Maßnahme und Gebäudekategorie.

**Tabelle 28:** Sanierungskosten (absolut Euro) ausgewählter Maßnahmen

		Ein- und Zweifamilienhaus		Einzelwohnung in Wohnhausanlage*	
		Sanierungskosten	Kosten Heizkessel-tausch	Sanierungskosten	Kosten Heizkessel-tausch
Heizkesseltausch			20 969 €		4 583 €
Einzelmaßnahme (Fenster/Außentüren/OG)	ohne Heizkesseltausch	18 855 €		7 504 €	
	mit Heizkesseltausch	13 707 €	20 987 €	7 598 €	5 414 €
Teilsanierung (10%, 15%, 20%)	ohne Heizkesseltausch	25 204 €		7 719 €	
	mit Heizkesseltausch	21 668 €	22 459 €	4 830 €	4 117 €
Teilsanierung (30%)	ohne Heizkesseltausch	34 414 €		11 902 €	
	mit Heizkesseltausch	38 589 €	22 800 €	30 238 €	9 428 €
Umfassende Sanierung	ohne Heizkesseltausch	45 828 €		18 984 €	
	mit Heizkesseltausch	51 616 €	23 326 €	25 340 €	6 401 €
Umfassende Sanierung - klima:aktiv Standard	ohne Heizkesseltausch	56 669 €		22 430 €	
	mit Heizkesseltausch	69 453 €	27 608 €	23 708 €	4 835 €

\*im Rahmen der Förderaktion haben Einzelwohnungen in einem Wohnhaus um Förderung ansuchen müssen. Teilsanierung mit Angabe der min. Reduktion des HWB in %

Quelle: Eigene Berechnungen (Ifip, TU Wien, 2015)

Heizwärmebedarf und Einsparungen thermisch-energetischer Sanierungen:

Die folgende Tabelle 29 untersucht die Einsparpotenziale von thermisch-energetischen Sanierungen. Die umfassende Sanierung weist mit Abstand die höchsten Einsparungen von rund 62% (klima:aktiv-Standard 68%) auf.

Auch Teilsanierungen zahlen sich aus. Reichen die Förderkriterien für eine umfassende Sanierungsförderung nicht aus, so kann man mit einer Teilsanierung auch beispielsweise nachträglich mit einem Heizkesseltausch hohe Einsparungen erzielen<sup>79</sup>.

**Tabelle 29:** Durchschnittliche Kennzahlen von Sanierungsmaßnahmen

	spez. HWB vor Sanierung (kWh/m <sup>2</sup> a)	spez. HWB nach Sanierung (kWh/m <sup>2</sup> a)	Reduktion HWB %	spez. Heizkosteneinsparung pro Jahr (€/m <sup>2</sup> a)	spez. Einsparung CO <sub>2</sub> (t/m <sup>2</sup> a)	spezifische Kosten (€/m <sup>2</sup> )
<b>Ein- und Zweifamilienhaus (~230m<sup>2</sup> BGF)</b>						
Einzelmaßnahme	161	135	-15,83%	2,11 €	0,0100	94,89 €
Heizkesseltausch	66	66	0,00%	n.V.	0,0218	89,48 €
Teilsanierung (10%, 15%, 20%)	163	124	-23,56%	3,15 €	0,0172	135,49 €
Teilsanierung (30%)	214	108	-47,41%	8,68 €	0,0374	203,34 €
Umfassende Sanierung	176	57	-62,19%	9,68 €	0,0418	266,84 €
Umfassende Sanierung - klima:aktiv Standard	181	40	-72,31%	11,48 €	0,0471	368,61 €
<b>Einzelwohnung in Wohnhausanlage (~83m<sup>2</sup> BGF)</b>						
Einzelmaßnahme	93	82	-11,25%	0,85 €	0,0042	91,65 €
Heizkesseltausch	39	39	0,00%	n.V.	0,0159	51,75 €
Teilsanierung (10%, 15%, 20%)	103	81	-21,65%	1,85 €	0,0109	90,31 €
Teilsanierung (30%)	125	67	-45,04%	4,74 €	0,0189	167,28 €
Umfassende Sanierung	106	37	-60,93%	5,62 €	0,0237	266,97 €
Umfassende Sanierung - klima:aktiv Standard	95	31	-64,57%	5,29 €	0,0220	320,63 €

Quelle: Eigene Berechnungen (Ifip, TU Wien, 2015)

#### Kosten und Förderungen im Detail:

In der Datenerfassung für die Bundesförderung wurde zwischen Sanierungskosten, Kosten des Heizkesseltausches, Energieausweiskosten und Gesamtkosten unterschieden. Der Tausch eines Heizkessels trägt finanziell nicht unwesentlich zu den Gesamtkosten bei. Im Durchschnitt liegen sie bei 36% über alle Sanierungsfälle gesehen (Anteil Heizsystemkosten an Gesamtkosten) – siehe folgende Tabelle 30.

**Tabelle 30:** spezifische Kosten und Förderungen unterschiedlicher Sanierungsmaßnahmen (in €/m<sup>2</sup>a)

	BGF m <sup>2</sup>	Kosten €/m <sup>2</sup> a			Förderung €/m <sup>2</sup> a		
		Sanierung	Heizkesseltausch	Summe	Sanierung	Heizkesseltausch	Summe
<b>Ein- und Zweifamilienhaus</b>							
Einzelmaßnahme	226	87,66 €	99,51 €	187,18 €	13,33 €	9,64 €	22,97 €
Teilsanierung (10%, 15%, 20%)	234	116,70 €	105,41 €	222,11 €	11,74 €	8,74 €	20,48 €
Teilsanierung (30%)	220	182,48 €	119,45 €	301,93 €	17,46 €	9,17 €	26,64 €
Umfassende Sanierung	224	234,73 €	122,57 €	357,30 €	28,24 €	9,21 €	37,45 €
Umfassende Sanierung - klima:aktiv Standard	221	312,24 €	148,50 €	460,74 €	32,74 €	10,88 €	43,62 €

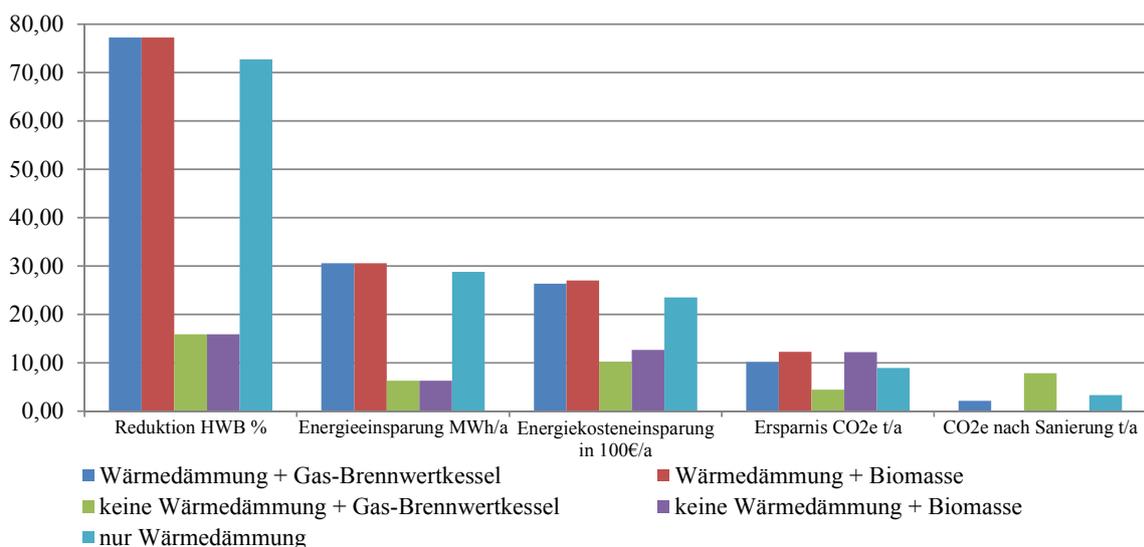
<sup>79</sup> Es kann sein, dass manche thermische Sanierungen zwar in die Kategorie Teilsanierung fallen, jedoch trotzdem einer umfassenden Sanierung unterzogen wurden. Hier haben dann die Kriterien nicht gereicht, die Einsparpotenziale nicht für den Förderfall, sondern tatsächlichen Fall kategorisiert.

	BGF m <sup>2</sup>	Kosten €/m <sup>2</sup> a			Förderung €/m <sup>2</sup> a		
		Sanierung	Heizkessel- tausch	Summe	Sanierung	Heizkesseltausch	Summe
<b>Einzelwohnung in Wohnhausanlage</b>							
Einzelmaßnahme	87	89,37 €	63,10 €	152,48 €	22,05 €	15,17 €	37,22 €
Teilsanierung (10%, 15%, 20%)	89	87,99 €	42,86 €	130,84 €	14,84 €	8,37 €	23,21 €
Teilsanierung (30%)	83	165,01 €	96,09 €	261,10 €	33,79 €	16,67 €	50,46 €
Umfassende Sanierung	78	258,16 €	77,34 €	335,50 €	53,58 €	12,81 €	66,39 €
Umfassende Sanierung - klima:aktiv Standard	76	310,48 €	64,85 €	375,34 €	68,09 €	14,15 €	82,23 €

Quelle: Eigene Berechnungen (Ifip, TU Wien, 2015)

### Performance einer umfassenden thermisch-energetischen Sanierung am Beispiel eines EFH mit 180m<sup>2</sup> BGF mit einem HWB-Bestand von 220 kWh/m<sup>2</sup>a:

Gewählt wurde eine umfassende thermisch-energetische Sanierung (Wärmedämmung + Fenster + Heizkesseltausch) im klima:aktiv-Standard und einer reinen bzw. keiner Gebäudedämmung gegenübergestellt. Man erkennt deutlich: Wärmedämmungsmaßnahmen bzw. ihr zusätzlicher Einbau eines Heizkessels haben die besten Wirkungen bei Betrachtung von Energieeinsparung, Energiekosteneinsparung und THG-Emissionen (siehe folgende Abbildung 52).



**Abbildung 52:** Kennzahlen unterschiedlicher Sanierungsvarianten im EFH (180m<sup>2</sup> BGF)

Quelle: eigene Berechnung, Ifip 2015

### Kosten je eingesparter kWh Energie:

Die folgende Tabelle 31 zeigt die jährlichen Kosten je eingesparter kWh Energie<sup>80</sup> nach einer thermisch-energetischen Sanierung für Ein- und Mehrfamilienhäuser. Zusätzlich wurde einmal mit und ohne Förderungen unterschieden, um den Effekt der Bundesförderung besser zu verdeutlichen. Unterschieden wird auch zwischen „Vollkosten“ (Kosten der Instandsetzung ohne energetische Maßnahmen) und „Energiebedingten Mehrkosten“ (Kosten der energetischen Aufwertung des Gebäudes). Die

<sup>80</sup> Berechnet wurde eine jährliche Annuität (Lebensdauer von 30 Jahren, Verzinsung von 1%) mit und ohne Förderung und wurde der jährlichen Heizwärmebedarfseinsparung (in kWh) gegenübergestellt.

reinen energiebedingten Mehrkosten machen nach Literaturrecherche um die 40% der gesamten Kosten aus, sie variieren jedoch nach Intensität der Wärmedämmung.

Umfassende Sanierungen mit Investitionskosten von rund 60.000 Euro (ohne Förderungen) verursachen je eingesparter kWh Energie Kosten in der Höhe von 15,1 Eurocent, bei Förderung mittels Sanierungsscheck nur 13,5 Eurocent. Rechnet man die ohnehin anstehenden Kosten bei einer umfassenden Sanierung weg (also alle Kosten weg, die nicht mit der thermisch-energetischen Sanierung zu tun haben) und nimmt nur die sogenannten „energiebedingten Mehrkosten“<sup>81c</sup>, so verringern sich bei umfassenden Sanierungen die Kosten (statt 13,1 Eurocent nur 5,2 Eurocent mit Berücksichtigung von Förderungen) je eingesparter kWh HWB gewaltig.

Lesebeispiel Tabelle 31: Bei Betrachtung der energiebedingten Mehrkosten im Einfamilienhaus einer Teilsanierung erkennt man, dass ohne Förderung die Kosten, die man pro eingesparter kWh Energie zu leisten hat bei 4,5 Eurocent liegen. Erhielt man eine Förderung, so haben sich die Kosten für den/die SaniererIn um 0,7 Eurocent auf 3,7 Eurocent gesenkt. Die Förderung hat eine Wirkung von 0,7 Eurocent je kWh an eingesparter Energie durch eine thermisch-energetische Sanierung.

**Tabelle 31:** Durchschnittliche jährliche Kosten (Euro) je eingesparter kWh Energie

			Einzelmaßnahme	Teilsanierung	Umfassende Maßnahme	Über alle Maßnahmen
Ein- und Zweifamilienhaus	Vollkosten	ohne Förderung	0,255	0,114	0,121	0,136
		mit Förderung	0,224	0,093	0,115	0,122
	Energiebedingte Mehrkosten	ohne Förderung	0,09	0,045	0,046	0,051
		mit Förderung	0,09	0,037	0,046	0,049
Einzelwohnung in MFH	Vollkosten	ohne Förderung	0,364	0,154	0,192	0,208
		mit Förderung	0,305	0,122	0,155	0,17
	Energiebedingte Mehrkosten	ohne Förderung	0,12	0,06	0,072	0,075
		mit Förderung	0,122	0,049	0,062	0,068
alle Gebäude	Vollkosten	<b>ohne Förderung</b>	<b>0,298</b>	<b>0,125</b>	<b>0,151</b>	<b>0,164</b>
		<b>mit Förderung</b>	<b>0,257</b>	<b>0,101</b>	<b>0,131</b>	<b>0,14</b>
	Energiebedingte Mehrkosten	<b>ohne Förderung</b>	<b>0,101</b>	<b>0,049</b>	<b>0,057</b>	<b>0,06</b>
		<b>mit Förderung</b>	<b>0,103</b>	<b>0,04</b>	<b>0,052</b>	<b>0,056</b>

Quelle: Eigene Berechnungen (Ifip, TU Wien, 2015)

### Eingesparte kWh Energie je investierten Euro:

Der Effekt der Investition eines Euros<sup>82</sup> in eine thermisch-energetische Sanierung ist in der folgenden Tabelle 32 dargestellt. Unterschieden wurden die Sanierungsmaßnahmen „Einzelmaßnahme“ (Fenster/Türtausch oder Oberste Geschoßdecke), „Teilsanierung“ (Reduzierung des HWB um 20 bzw. 30 Prozent) und „Umfassende Maßnahme“ (min. 3 Maßnahmen wie z.B.: Außenwand, Dach, Kellerdecke, Fenstertausch) zwischen Ein-/Zweifamilienhäusern und Wohnungen in Mehrfamilienhäusern. Es

<sup>81</sup> Betrachtung der reinen energiebedingten Mehrkosten, also Kosten, die nur mit der thermischen Sanierung zu tun hat und nicht die Instandsetzungsarbeiten (Ohnehin-Kosten). Hier wurde angenommen, dass 40% aller Kosten die reinen energiebedingten Mehrkosten sind. Dieser Wert scheint in der Literatur als Durchschnittswert auf.

<sup>82</sup> Es wurde eine Annuität (Lebensdauer von 30 Jahren mit einer Verzinsung von 1%) mit und ohne Förderung berechnet und der eingesparten Energie pro Jahr gegenübergestellt. Keine Energiepreissteigerung angenommen.

ist zu erkennen, dass Teilsanierungen und Umfassende Maßnahmen die höchsten Energieeinsparungen je Euro aufweisen.

Bei einer Investition von 1 Euro spart man bei einer umfassenden Sanierung ohne Förderzahlung 12,2 kWh Energie pro Jahr, bei Erhalt einer Förderung steigt die eingesparte Energie pro Jahr auf 14,9 kWh. Umfassende thermisch-energetische Sanierungen mit Bundesförderung zeigen je investierten Euro eine Einsparung von jährlich 14,9 kWh Energie (Vollkosten) versus 37,2 kWh Energie (energiebedingte Mehrkosten) an Heizwärmebedarf.

**Tabelle 32:** Eingesparte Energie (in kWh) je investierten Euro

			Einzelmaßnahme	Teilsanierung	Umfassende Maßnahme	über alle Maßnahmen
Ein- und Zweifamilienhaus	Vollkosten	ohne Förderung	6,87	17,073	15,138	14,691
		mit Förderung	9,111	20,431	17,965	17,608
	Energiebedingte Mehrkosten	ohne Förderung	17,174	42,683	37,846	36,727
		mit Förderung	22,777	51,078	44,913	44,019
Einzelwohnung in MFH	Vollkosten	ohne Förderung	4,938	11,738	7,968	8,253
		mit Förderung	7,016	15,002	10,46	10,833
	Energiebedingte Mehrkosten	ohne Förderung	12,344	29,345	19,919	20,633
		mit Förderung	17,54	37,505	26,15	27,083
alle Objekte	Vollkosten	ohne Förderung	<b>6,102</b>	<b>15,657</b>	<b>12,201</b>	<b>12,31</b>
		mit Förderung	<b>8,279</b>	<b>18,99</b>	<b>14,891</b>	<b>15,102</b>
	Energiebedingte Mehrkosten	ohne Förderung	<b>15,256</b>	<b>39,143</b>	<b>30,502</b>	<b>30,775</b>
		mit Förderung	<b>20,697</b>	<b>47,476</b>	<b>37,227</b>	<b>37,755</b>

Quelle: Eigene Berechnungen (Ifip, TU Wien, 2015)

### 6.3 Rentabilität thermisch-energetischer Sanierungsmaßnahmen im Rahmen der Bundesförderung Sanierungsscheck

In Österreich gibt es rund 1,5 Mio. Einfamilienhäuser, 87% aller Wohngebäude in Österreich sind Ein- bzw. Zweifamilienhäuser und beanspruchen 60% der Fläche. Eine Analyse des österreichischen Gebäudebestandes zeigt, dass besonders Ein- und Zweifamilienhäuser bis 1980 bei der Energieperformance schlecht abschneiden (siehe auch Abbildung 4).

Eine Kosten-Nutzen Betrachtung soll Aufschluss über die Rentabilität einer thermisch-energetischen Sanierung geben. Untersucht wurde Fälle in Ein- und Zweifamilienhäusern im Zeitraum 2011-2014 (n~71.000 Untersuchungsfälle).

Folgende Annahmen wurden für ein Standardszenario getroffen<sup>83</sup>:

- Kosten: Kosten der gesamten Sanierung laut Sanierungsscheckförderung (Vollkosten)
- Nutzen: Nutzen in Form von eingesparter Energie und somit Energiekosten pro Jahr (gewichteter Endenergiepreis von 0,0816 EUR/kWh)
- Laufzeiten von 25 und 40 Jahren mit einem Diskontierungssatz von 2%<sup>84</sup>
- Jährliche Energiepreissteigerung von 2%
- Berücksichtigung der Bundesförderung

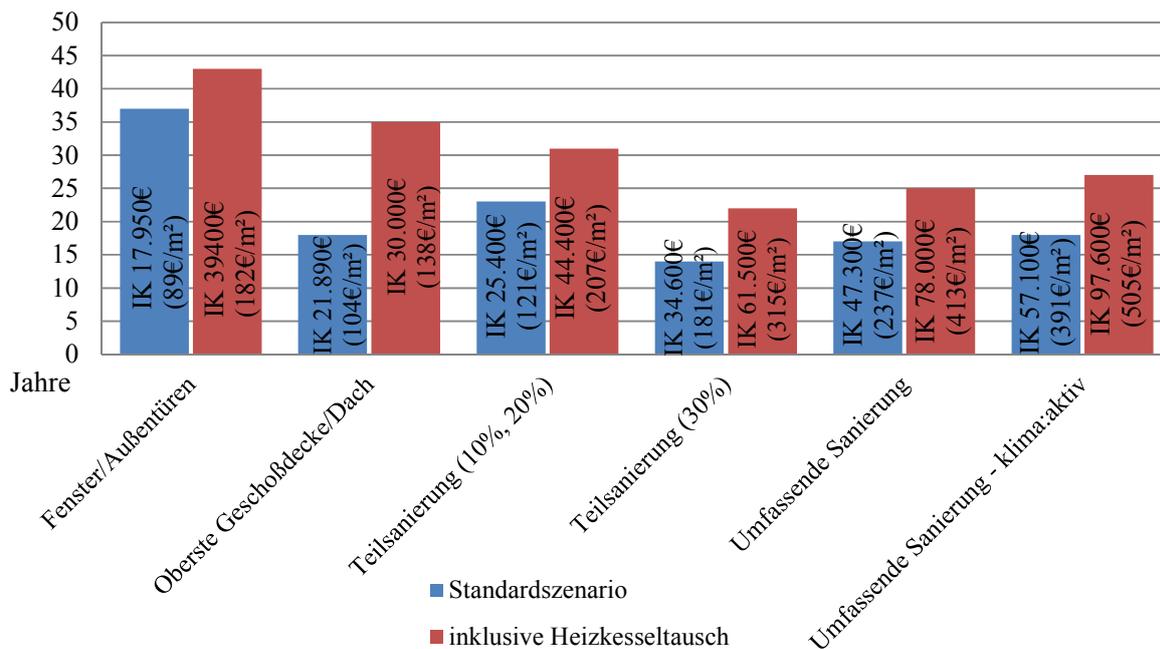
Die folgenden Abbildungen und Tabellen zeigen die Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsrechnung. Gewählt wurde die Rentabilitätskennzahl des internen Zinssatzes und der Amortisationszeit.

Lesebeispiel Abbildung 53: Wärmedämmung ohne Heizkesseltausch - Die Dämmung der obersten Geschoßdecke schneidet nach gut 17 Jahren Amortisationszeit (interner Zinsfuß 6,4% nach 40 Jahren) als Einzelmaßnahme günstig ab. Ein reiner Fenstertausch rentiert sich nach knapp 36 Jahren. Hingegen zeigen Teilsanierungen mit hoher Wärmedämmung (Teilsanierung 30% mit 14 Jahren Amortisation) und die umfassende Sanierungsmaßnahme (17 Jahre anstatt über 25) eine gute Performance. Eine klima:aktiv-Sanierung (Umfassende Sanierung) erreicht über eine Laufzeit von 40 Jahren einen positiven internen Zinssatz von 6,4%. Dies entspricht einer sicheren und langfristigen profitablen Veranlagung des Kapitals mit positiven Effekten für die Umwelt (Einsparung von ca. 70-90% des HWB pro Jahr).

---

<sup>83</sup> Durch fehlende Informationen konnten bei einem Heizkesseltausch keine Effizienzsteigerung berücksichtigt werden. Diese müssten bei Interpretation noch mitbedacht werden und verbessern die Rentabilität bei Maßnahmen mit Heizkesseltausch geringfügig (genaue Höhe jedoch unklar).

<sup>84</sup> Die in einschlägiger Literatur empfohlenen 4% wurden aufgrund der derzeitigen Zinssatzpolitik und Wirtschaftskrise angepasst. Es wird somit ausgegangen, dass in der Laufzeit von 40 Jahren ein durchschnittlicher ambitionierter Zinssatz von 2% (inklusive Berücksichtigung der Inflation) angenommen werden kann.



\* unter Berücksichtigung der gesamten Sanierungskosten. Standardszenario: 2% jährlicher Energiepreissteigerung, 2% Diskontzinssatz und Berücksichtigung der Bundesförderung

**Abbildung 53:** Rentabilität (Amortisationszeit) unterschiedlicher Wärmedämmungsmaßnahmen im Standardszenario ohne Heizkesseltausch mit Angabe der Investitionskosten

Quelle: Eigene Berechnungen (Ifip, TU Wien, 2015)

### Heizkesseltausch Ja oder Nein?

Aus der Rentabilitätsrechnung erkennt man, dass der Tausch eines Heizkessels zunächst die Amortisationszeiten erhöht (siehe Abbildung 53), da die Kosten des Kesseltausches ins Gewicht fallen. Dafür hat man jedoch über längere Zeit höhere Heizkosteneinsparungen, da moderne Heizkessel einen hohen Wirkungsgrad aufweisen. Die Wirkung der alleinigen Effizienzverbesserungen bei einem Heizkesseltausch schlagen sich mit 2,5 bis 3 Jahren nieder, d.h. die alleinige Wirkungsgradsteigerung durch eine neue Heizung wirkt sich positiv auf die Amortisationszeit aus<sup>85</sup>. Eine umfassende Sanierung in Kombination mit einem Heizkesseltausch bringt eine satte Rentabilität auf längere Zeit gesehen und eine maximale Erhöhung der Amortisationszeit auf 25 Jahre (der interne Zinssatz bei einer 40 jährigen Betrachtung sinkt von 6,4% auf 3,8%) bzw. 26 Jahre bei einer klima:aktiv-Sanierung.

Wegfall oder Änderung der Bundesförderung: Diese Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit sind in der folgenden Abbildung 54 dargestellt. Eine Streichung der Fördermittel resultiert in einem sinkenden internen Zinssatz bzw. steigender Amortisationszeit bei allen Sanierungsmaßnahmen, auch eine Halbierung hat mitunter starke Auswirkungen auf die Rentabilität. Man erkennt die Relevanz von Förderungen für Sanierungsmaßnahmen generell: Sie beeinflussen die Investitionsentscheidung durch eine hohe Anreizwirkung. Die hohe Anreizwirkung von Förderungen, um in eine thermisch-energetische Sanierung zu investieren darf aber nicht unterschätzt werden.

<sup>85</sup> Dies wurde jedoch aufgrund fehlender Informationen über die getauschten Heizkessel bzw. des Bestandes nicht genau durchgeführt, sondern nur abgeschätzt.

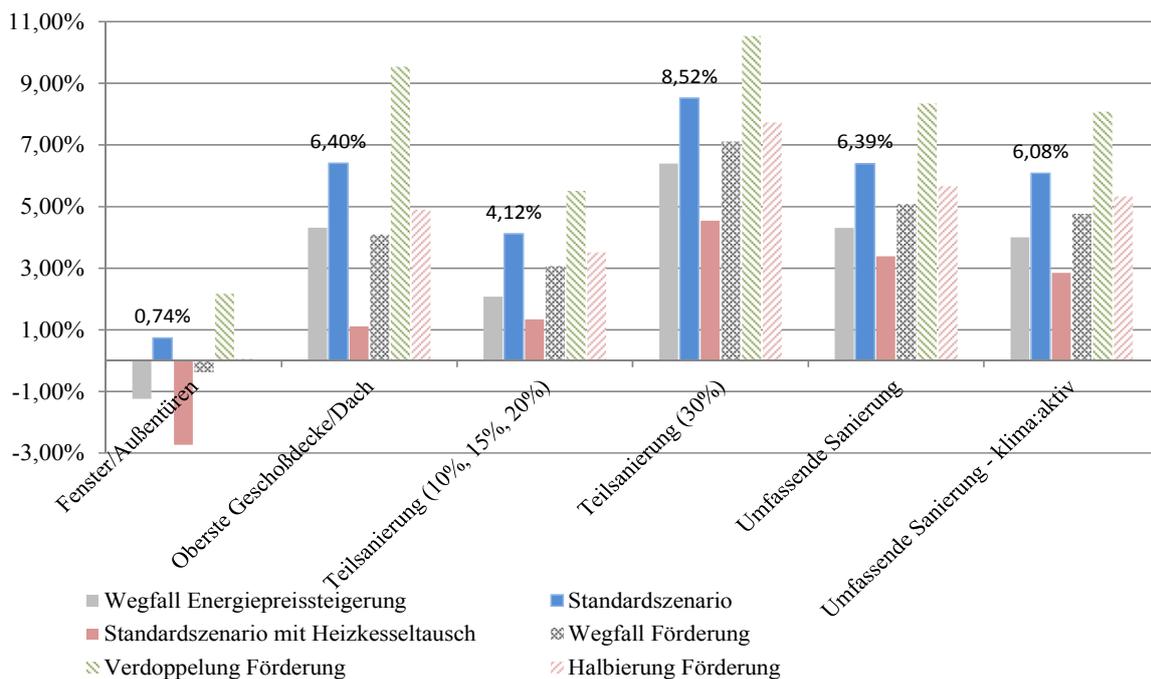
**Tabelle 33:** Rentabilität unterschiedlicher Sanierungsmaßnahmen (Betrachtung des internen Zinssatzes) im Standardszenario nach 5, 15, 25 und 40 Jahren

	5 Jahre	15 Jahre	25 Jahre	40 Jahre
<b>ohne Heizkesseltausch</b>				
Fenster/Außentüren	-56,41%	-12,29%	-3,50%	0,74%
oberste Geschoßdecke/Dach	-43,35%	-3,54%	3,31%	6,40%
Teilsanierung (10%, 15%, 20%)	-47,72%	-6,34%	0,91%	4,12%
Teilsanierung (30%)	-37,14%	0,69%	6,30%	8,52%
Umfassende Sanierung	-42,03%	-2,58%	3,74%	6,39%
Umfassende Sanierung - klima:aktiv Standard	-42,70%	-3,05%	3,38%	6,08%
<b>mit Heizkesseltausch</b>				
Fenster/Außentüren	-65,47%	-18,89%	-8,26%	-2,73%
oberste Geschoßdecke/Dach	-55,29%	-11,50%	-2,94%	1,11%
Teilsanierung (10%, 15%, 20%)	-54,75%	-11,13%	-2,65%	1,34%
Teilsanierung (30%)	-46,29%	-5,38%	1,55%	4,54%
Umfassende Sanierung	-49,33%	-7,43%	0,03%	3,38%
Umfassende Sanierung - klima:aktiv Standard	-50,63%	-8,33%	-0,66%	2,85%

Anmerkungen: 2% Diskontzinssatz, 2% Energiepreissteigerung pro Jahr, Kosten-Gesamt laut Sanierungsscheckdatenbank

Quelle: Eigene Berechnungen (Ifip, TU Wien, 2015)

Jährliche Rendite (% real p.a.)



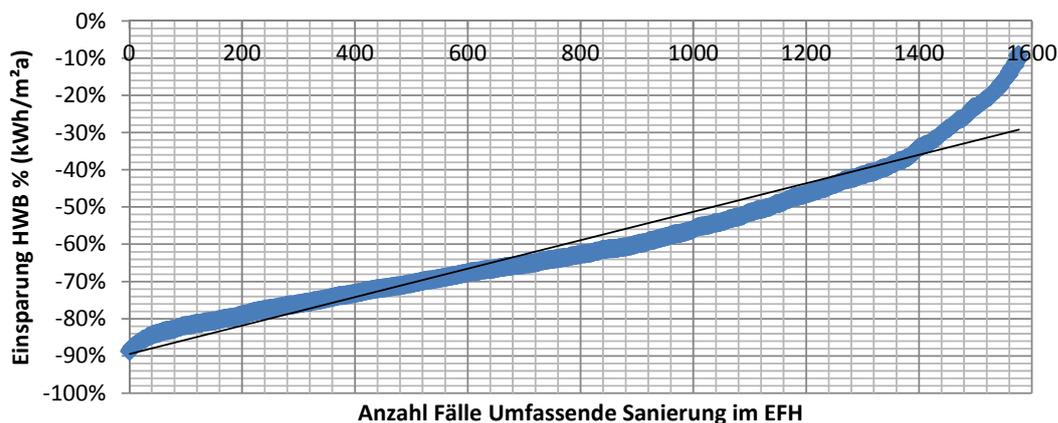
**Abbildung 54:** Rentabilität (interner Zinssatz nach 40 Jahren) unterschiedlicher Sanierungsmaßnahmen und Abweichungen vom Standardszenario (y-Achse: jährliche Rendite % real p.a.)

Quelle: Eigene Berechnungen (Ifip, TU Wien, 2015)

Ein Blick auf die Kosten und Einsparungen von thermisch-energetischen Sanierungen in Ein- und Zweifamilienhäusern zeigt ihre Vorteile:

- Umfassende Sanierungen lohnen sich: Eine umfassende Sanierung im EFH zeigt in der Praxis die höchsten Einsparpotenziale von durchschnittlich 60% an Heizwärmebedarf, eine Teilsanierung erreicht nur um die 20% bis 45%<sup>86</sup>.
- Umfassende Sanierungen lohnen sich auch für die Umwelt: Durch einen geringeren Heizwärmebedarf, vor allem in Kombination oder ein auch reiner Tausch des Heizkessels<sup>87</sup> erzeugen enorme Einsparungen an THG-Emissionen. Gut zu erkennen ist das hohe zusätzliche THG-Einsparpotenzial bei einem inkludierten Tausch des alten Heizkessels auf ein modernes Heizsystem.
- Der Tausch eines Heizkessels trägt finanziell nicht unwesentlich zu den Gesamtkosten bei. Im Durchschnitt liegen sie bei 35,2% über alle Sanierungsfälle gesehen.

Ein Blick auf das Reduktionspotenzial nach thermisch-energetisch umfassenden Sanierungen in Einfamilienhäusern (folgende Abbildung 55) zeigt, dass die Einsparung in der Praxis höher als 64% liegt. Viele Fälle verzeichnen Einsparungen von 60% -90%. Dies liegt teilweise über theoretischen Annahmen aus der Literatur. Auf der anderen Seite zeigen einige Fälle nur geringe Einsparungen. Dies mag daran liegen, dass nicht nur umweltrelevante Einsparungen primäres Ziel der Bundesförderung sind, sondern sie auch konjunkturbelebend die Wirtschaft stützen soll<sup>88</sup>.



**Abbildung 55:** Einsparung an Heizwärmebedarf einer umfassenden Sanierung in der Praxis (%) – Einzelfälle<sup>89</sup>

Quelle: Eigene Berechnungen (Ifip, TU Wien, 2015)

Effekt umfassende thermisch-energetische Sanierung statt einer Einzelmaßnahme: Es stellt sich die Frage, welche zusätzliche Einsparung an Heizkosten man im Rahmen einer umfassenden Sanierung statt einer Einzelmaßnahme gemacht hätte. Die Ergebnisse sind in der folgenden Abbildung 56 nach

<sup>86</sup> Höhere Einsparungen werden hauptsächlich bei der Teilsanierung 30% (min. 30% Einsparung an HWB) festgestellt. Viele Fälle kommen an das Einsparpotenzial einer umfassenden Sanierungsmaßnahme heran.

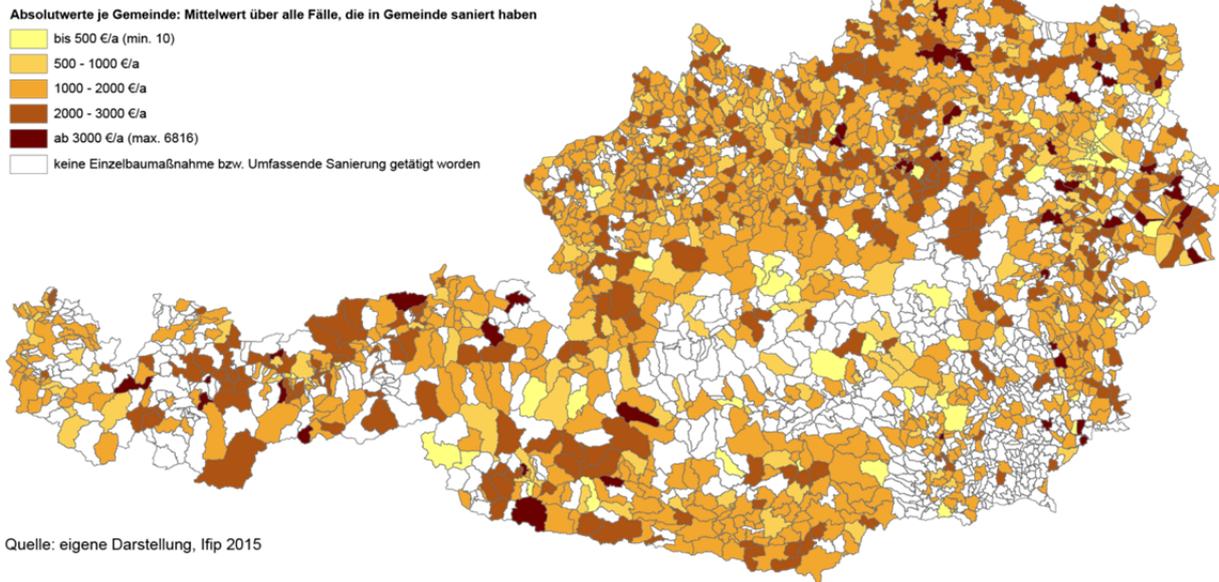
<sup>87</sup> Moderne Heizkessel sind effizienter und verursachen weniger oder gar keine (Wärmepumpe, Pelletofen, Solarwärme) Emissionen.

<sup>88</sup> Information laut KPC – Bundesförderung wird von 2 Ministerien, BMLFUW und BMFWF, finanziert

<sup>89</sup> Geschäftszahlen in Maßnahmenkategorie Umfassende Sanierung

Gemeinden<sup>90</sup> dargestellt. Zusätzlich hätten seit 2009 insgesamt 2,3 Mio. Euro pro Jahr an Heizkosten eingespart werden können, wenn statt einer Einzelbaumaßnahme in eine umfassende Sanierung investiert worden wäre. Im österreichischen Schnitt hätte eine umfassende Maßnahme jedem Sanierer pro Jahr 1611 Euro zusätzlich Heizkosteneinsparung bringen können.

Zusätzliche durchschnittliche mögliche Heizkosteneinsparung (EUR/Jahr) bei doch angewandter umfassender thermisch-energetischer Sanierung (statt nur Einzelbaumaßnahme)  
Zeitraum: 2009-2014



**Abbildung 56:** Heizkosteneinsparung durch umfassende Sanierung anstatt einer Einzelbaumaßnahme

<sup>90</sup> Die Differenz der Heizkostensparnis ergibt die Werte der Fläche.

## 7. Zusammenfassung – Schlussfolgerungen – Empfehlungen

Ziel der Studie war es die betriebs- und volkswirtschaftlichen Effekte einer umfassenden Sanierungsstrategie für den Gebäudebestand in Österreich zu ermitteln. Im Rahmen des Projektes wurde ein Rechenmodell entwickelt, welches die Rentabilität unterschiedlicher thermisch-energetischer Sanierungsvarianten berechnet und anschließend gegenüberstellt. Auch der Einfluss von Rebound-Effekten und Barrieren auf Sanierungsentscheidungen sowie die Frage der Erreichung der energie- und klimapolitischen Zielsetzungen durch Sanierungstätigkeiten wurde behandelt.

### 5 Hauptaussagen der Studie:

1. **Die thermisch-energetische Sanierung rentiert sich klimapolitisch, betriebswirtschaftlich und ökologisch:** Die Dämmung der Gebäudehülle inklusive Fenster ist betriebs- und volkswirtschaftlich effizient, da an der für alle klima- und energiepolitischen Überlegungen wesentlichen Stellschraube, dem Energieverbrauch, angesetzt wird. Der im Zuge einer umfassenden Sanierung zusätzliche Tausch des Heizkessels schmälert zwar die Rentabilität etwas, ist jedoch langfristig gesehen ebenfalls effizient, da ein neuer überdimensionierter Heizkessel nachträglich komplett erneuert werden müsste.
2. **Thermisch-energetische Sanierung als Hebel zur Erreichung der Klima- und Energieziele:** Bei einer Sanierungsrate von durchschnittlich 7,12% könnten die österreichischen Klimaziele 2030 mit umfassenden Sanierungen erreicht werden. Dies bedeutet auch, dass innerhalb von etwa 15-20 Jahren praktisch alle österreichischen Wohngebäude den energietechnisch besten Standards entsprechen. Es sei jedoch zu erwähnen, dass der österreichische Gebäudebestand mit Sanierungspotenzial nicht ausreicht, um die 2030 bzw. 2050 Klimaziele zu erreichen bzw. THG-Reduktionen zur Zielerreichung für andere Sektoren komplett zu erfüllen.
3. **Beibehaltung und Erhöhung der Bundesförderung für thermisch-energetische Sanierungen als ausschlaggebender Motor für die Erreichung der Klimaziele:** Die Erfahrung aus den Vorjahren zeigt, dass die Bundesförderung nicht nur den entscheidenden Startschuss für private Haushalte, in eine thermisch-energetische Sanierung zu investieren, setzt, sie ist aus Nutzer bzw. gesamtstaatlicher Perspektive auch absolut rentabel. Ob es allenfalls andere, effizientere Möglichkeiten (z.B. hinsichtlich der möglichen Mitnahmeeffekte von Förderungen) gibt, beispielsweise durch eine Sanierungsverpflichtung, kann allerdings im Rahmen dieser Studie nicht beurteilt werden. Durch die bereits unterschiedlich durchgeführten und geförderten Maßnahmen werden jährlich 98,3 Mio. Euro an Heizkosten gespart, dies sind pro Fall um die 1130 Euro, die für andere Zwecke verwendet werden können.
4. **Eine umfassende Sanierungsstrategie generiert eine hohe heimische Wertschöpfung und viele Arbeitsplätze:** Durch die Investition von 1.000 Euro in thermisch-energetische Sanierungsmaßnahmen wird in Österreich eine Wertschöpfung von 1.241 Euro generiert. Dabei würden in Österreich rund 23,5 Beschäftigtenverhältnisse gesichert werden. Eine jährliche umfassende thermisch-energetische Sanierung von 27.000 Gebäuden, dies entspricht der Fortsetzung der aktuellen Sanierungsrate und 3 Mrd. Euro Investitionsvolumen<sup>91</sup>, sichert jährlich 62.600 vollzeitäquivalente Arbeitsplätze (Bruttoeffekte) und eine inländische Wertschöpfung von 3,8 Mrd. Euro.
5. **Der Schlüssel zur Energieeinsparung liegt in der Wärmedämmung:** Die jährliche Energie-Heizkosteneinsparung nach einer thermischen Sanierung verdankt man hauptsächlich der guten Wirkung der Wärmedämmung. Empfohlen wird jedoch immer eine Wärmedämmung der gesamten Gebäudehülle (oder Einhaltung einer empfohlenen Reihenfolge bei finanziell unzureichenden Mitteln – siehe Empfehlungen) um die besten Ergebnisse zu erzielen. Die Einsparung an Heizwärmebedarf liegt hier in einer Bandbreite von 60% und 85%. Ein moderner und effizienter Heiz-

---

<sup>91</sup> Exkl. MWSt.

kessel kann zusätzlich noch Kosten und Energie sparen. Aus volkswirtschaftlicher Sicht tragen nachwachsende Dämmstoffe zu einer geringfügig besseren Ökobilanz als konventionelle Dämmstoffe bei.

## **Thermisch-energetische Sanierungen in Österreich**

Der Vorteil der thermisch-energetischen Sanierung liegt in der Einsparung einer hohen Energie- und Ressourcenmenge im Vergleich zu Neubauvorhaben. Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen schneiden zwar in der Ökobilanz eine Spur besser ab, jedoch schmälert ihr derzeitiger hoher Preis die Rentabilität. Die Dämmung des Gebäudes aus nachwachsenden Dämmstoffen ist nur geringfügig klimaneutraler als die Anwendung konventioneller Dämmstoffe. Der gesamte Einfluss aller entstehenden Emissionen durch die Dämmstoffproduktion (egal ob konventionellen oder erneuerbaren Ursprungs) im gesamten Lebenszyklus betrachtet ist grundlegend gering. Die hohe Energieeinsparung (Energie, THG-Emissionen) ist auf die Wirkung der Wärmedämmung zurückzuführen. Die Wahl eines klimaneutraleren Heizsystems zeigt hier klar ihren Vorteil. Durch die hohen Umweltkosteneinsparungen durch erneuerbare Energieträger bringen Öko-Heizsysteme klare Vorteile für die Volkswirtschaft, aus der Sicht des Individuums jedoch eine Verschlechterung der Rentabilität, aufgrund des derzeitigen Kostenvorteils (höhere Investitionskosten z.B. bei Pelletheizung durch Notwendigkeit eines Pelletlagers) von modernen Gas- und Ölheizungen.

Durch die immer weiter kontinuierlich ansteigenden Energiepreise wird bei Gebäuden mit einer schlechten Energieperformance eine thermisch-energetische Sanierung immer rentabler im Vergleich zu einem Neubauvorhaben. Auch aus ökologischer Sicht spart die Konservierung und Aufrechterhaltung einer gut erhaltenen Bausubstanz nicht nur Energie und Ressourcen, sondern auch Kosten - österreichische Haushalte geben im Schnitt jährlich 3.900 Euro für den Energiekonsum aus.

### Ergebnisse aus der betriebs- und volkswirtschaftlichen Betrachtung:

- Eine im Vorfeld der Berechnung durchgeführte Auswertung der Daten des Sanierungsschecks zeigte, dass thermisch-energetische Sanierungen effizient sind: Durch den Effekt von durch den Sanierungsscheck geförderten Sanierungstätigkeiten wurden jährlich 99 Mio. Euro an Heizkosten Euro eingespart. Eine umfassende Sanierung spart im Schnitt um die 80% an Energiekosten ein.
- Die betriebs- und volkswirtschaftliche Rentabilitätsrechnung zeigt einen engen Bezug zu realen Investitionsprojekten: Die Berechnungen entsprechen tatsächlich durchgeführten Sanierungstätigkeiten, welche im Rahmen der Förderaktion Sanierungsscheck evaluiert wurden.
- Die durchgeführten Rentabilitätsrechnungen in Ein- und Mehrfamilienhäusern zeigen: Eine umfassende thermisch-energetische Sanierung rentiert sich bereits nach 7-9 Jahren und weist eine durchschnittliche jährliche Rendite von 15% bis 18% auf, das entspricht einer hochriskanten Anlageform ohne Risiko (Betriebswirtschaftliche Sicht, Berücksichtigung der energiebedingte Mehrkosten).
- Aus Sicht der österreichischen Volkswirtschaft sind umfassende thermisch-energetische Sanierungen effizient und rentabel. Sie rentieren sich nach bereits 6 Jahren unter Betrachtung der energiebedingten Mehrkosten für energiesparende Maßnahmen.
- Der wesentliche Schlüssel zur Erreichung hoher Energie- und THG-Emissionseinsparungen und einer entsprechenden Rendite liegt in der Wärmedämmung.
- Umfassende Sanierungen lohnen sich auch für die Umwelt: Durch einen geringeren Heizwärmebedarf nach einer Wärmedämmungsmaßnahme, vor allem in Kombination mit einem (auch nachträglichen) Heizkesseltausch, können große Einsparungen an THG-Emissionen erzielt werden. Ein zusätzlicher Energieträgerwechsel auf Biomasse führt zu einer Verringerung der THG-Emissionen (nahezu klimaneutrales Heizen).
- Nicht zu vernachlässigen: Energiepreiserhöhungen sind mittragender Faktor für die Rentabilität einer Sanierungsmaßnahme. Im Zuge einer Sensitivitätsanalyse haben Energiepreisschwankungen einen hohen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit.

- Eine umfassende Sanierungsoffensive bei Fortführung der aktuellen Sanierungsrate sichert in der österreichischen Volkswirtschaft jährlich über 62.600 vollzeitäquivalente Arbeitsplätze, das entspricht ungefähr 71.600 Beschäftigungsverhältnissen (Bruttoeffekte). Würde das Investitionsvolumen stattdessen in privaten Konsum fließen, so entspräche dies einem Beschäftigungseffekt von 48.400 (vollzeitäquivalente). Eine Verdoppelung der Sanierungsrate käme auf 142.000 Beschäftigungsverhältnisse, die jedes Jahr in Österreich gesichert werden würden.

**Tabelle 34: Rentabilitätskennzahlen aller Sanierungsmaßnahmen im Vergleich**

<b>Betriebswirtschaftliche Rentabilität</b>						
EFH (210,6m²BGF; HWB vor Sanierung: 220 kWh/m²a)						
		Heizkessel-tausch (Gas)	Fenstertausch	Wärmedämmung	Umfassend (WD+F)	Umfassend + Gas
<b>Vollkosten</b>	Jährliche Rendite (% real p.a.)	4,94%	5,89%	5,86%	5,89%	4,79%
	Amortisation Jahre	23	20	20	20	23
	Kapitalwert (Euro)	8 126 €	8 228 €	57 250 €	65 688 €	52 572 €
<b>Energiebedingte Mehrkosten</b>	Jährliche Rendite (% real p.a.)	6,70%	8,33%	17,55%	18,13%	15,97%
	Amortisation Jahre	18	15	8	7	8
	Kapitalwert (Euro)	10 991 €	10 800 €	103 862 €	119 702 €	115 785 €
MFH (1440m²BGF; HWB vor Sanierung: 150 kWh/m²a)						
		Heizkessel-tausch (Gas)	Fenstertausch	Wärmedämmung	Umfassend (WD+F)	Umfassend + HK
<b>Vollkosten</b>	Jährliche Rendite (% real p.a.)	9,61%	7,53%	5,98%	6,17%	5,33%
	Amortisation Jahre	13	16	19	19	21
	Kapitalwert (Euro)	58 085 €	46 958 €	260 210 €	307 759 €	263 854 €
<b>Energiebedingte Mehrkosten</b>	Jährliche Rendite (% real p.a.)	12,22%	9,88%	16,89%	17,41%	15,59%
	Amortisation Jahre	10	13	8	8	8
	Kapitalwert (Euro)	65 087 €	55 563 €	458 612 €	531 433 €	510 004 €
<b>Volkswirtschaftliche Rentabilität</b>						
EFH (210,6m²BGF; HWB vor Sanierung: 220 kWh/m²a)						
		Heizkessel-tausch (Gas)	Fenstertausch	Wärmedämmung	Umfassend (WD+F)	Umfassend + HK
<b>Vollkosten</b>	Jährliche Rendite (% real p.a.)	9,55%	7,33%	8,61%	8,48%	7,18%
	Amortisation Jahre	13	16	14	14	17
	Kapitalwert (Euro)	18 849 €	11 365 €	88 639 €	100 403 €	90 810 €
<b>Energiebedingte Mehrkosten</b>	Jährliche Rendite (% real p.a.)	12,15%	9,49%	22,06%	21,83%	18,99%
	Amortisation Jahre	10	13	6	6	7
	Kapitalwert (Euro)	21 142 €	13 423 €	125 929 €	143 614 €	141 380 €
MFH (1440m²BGF; HWB vor Sanierung: 150 kWh/m²a)						
		Heizkessel-tausch (Gas)	Fenstertausch	Wärmedämmung	Umfassend (WD+F)	Umfassend + HK
<b>Vollkosten</b>	Jährliche Rendite (% real p.a.)	17,49%	10,69%	9,08%	9,29%	8,44%
	Amortisation Jahre	9	12	14	13	14
	Kapitalwert (Euro)	104 021 €	66 453 €	408 554 €	475 711 €	453 823 €
<b>Energiebedingte Mehrkosten</b>	Jährliche Rendite (% real p.a.)	21,89%	13,52%	23,16%	23,67%	21,77%
	Amortisation Jahre	6	10	6	6	6
	Kapitalwert (Euro)	109 622 €	73 337 €	567 276 €	654 650 €	650 743 €

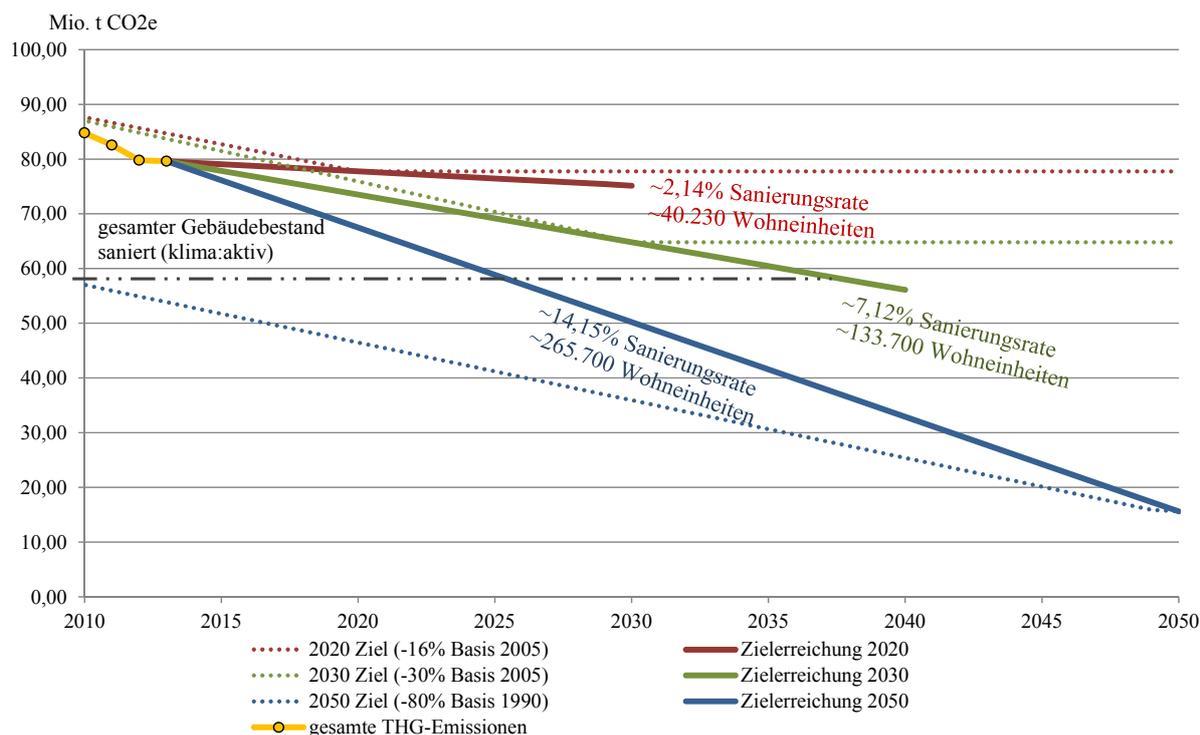
Standard Szenario: Diskontrate 2%, Laufzeit 40 Jahre, Förderungen Sanierungsscheck 2014, Energiepreissteigerung 3% pro Jahr, ohne Kredit; "Kosten je eingesparter kWh" bzw. "eingesparte kWh je invest. Euro": Investitionskosten in regelmäßige jährliche Zahlungen mit 2% Diskontzinssatz und 40 Jahre Laufzeit berechnet.

## Thermisch-energetische Sanierungen im Hinblick auf die Erreichung der Klima- und Energieziele Österreichs

- Mit einer durchschnittlichen Sanierungsrate von 7% ist Österreich bis 2030 und der Erreichung der gesetzten Klimaziele sehr nahe. Das österreichische zu sanierende Gebäudepotenzial reicht jedoch zur Erreichung der ambitionierten 2030 Ziele knapp nicht aus. Alle Wohngebäude würden nach 15-20 Jahren den energietechnisch besten Standards entsprechen.
- Die Fortsetzung der aktuellen Sanierungsrate würde nicht ganz ausreichen, um die 2020 Ziele zu erreichen. Es würde eine durchschnittliche Sanierungsrate von 2,1% benötigen, das bedeutet eine Sanierung von jährlich 31.400 Gebäuden bzw. 40.200 Wohneinheiten. Hier würden jährlich 262.000 t an Treibhausgasen oder 49 Mio. Euro an Heizkosten eingespart werden, die für andere Zwecke zur Verfügung stehen. Bis 2020 würden um die 15 PJ Energie eingespart werden, wovon große Anteile nicht aus dem Ausland importiert werden müssten.
- Bei einer sehr enthusiastisch angestrebten Sanierungsrate von 6% wäre 2029 der gesamte Wohngebäudebestand (Wohngebäude mit Sanierungspotenzial) thermisch-energetischen umfassend saniert und auf einem sehr guten Energiestandard.
- Der Effekt der Wärmedämmung ist der ausschlaggebende Faktor für die angestrebten Energie- und Treibhausgasemissionseinsparungen. Der Tausch des alten und ineffizienten Heizkessels auf eine moderne Biomasseheizung kann die Performance noch weiter steigern und ist unbedingt zu empfehlen.
- Mehrfamilienhäuser tragen aufgrund ihrer hohen Einsparungspotenziale massiv zur Erreichung der Klima- und Energieziele bei. Die Vereinfachung und Überwindung von Barrieren (Zustimmung der Eigentümer notwendig) hinsichtlich thermisch-energetischer Sanierungen in MFH spielt somit eine wesentliche Rolle und sollte mehr gefördert werden.
- Sanierungen im klima:aktiv Standard zeigen bei Betrachtung der reinen Wärmedämmung höhere Einsparpotenziale im Vergleich zu einer Sanierung im guten Standard (Mindestanforderung nach Bauordnung). Wird der Heizkessel modernisiert, dann wirkt sich dieser positiv auf die THG-Einsparungen aus. Am Beispiel einer Biomasseheizung gleichen die Einsparungen der Mindestanforderungen laut Bauordnung nahezu denen des klima:aktiv Standards.
- Bei einem Klimakostensatz von 8 Euro/t CO<sub>2</sub>e (durchschnittlicher CO<sub>2</sub>-Zertifikatspreis 2015) würde sich der Staat Österreich bei einer Verdoppelung der Sanierungsrate von 1,5% auf 3% 1,7 Mrd. Euro an zusätzlichen Schadenszahlungen ersparen. Bei einem ambitioniert gewählten Umweltkostensatz von 70 Euro/t CO<sub>2</sub>e (Bewertung von Umweltzerstörung durch Einsatz fossiler Ressourcen) bewirkt eine 3%ige Sanierungsrate eine jährliche Einsparung an Schadenskosten bzw. Reparaturzahlungen von 29,6 Mrd. Euro<sup>92</sup>.

---

<sup>92</sup> Empfehlung einschlägiger Literatur. Dieses Ergebnis ist mit großer Vorsicht zu verstehen, da die tatsächliche Bewertung der Schadenskosten eine umfangreiche Bewertungsmethodik voraussetzt. Der Umweltkostensatz von 70 Euro je Tonne CO<sub>2</sub>e ergab sich als Richtwert zur Bewertung.



**Abbildung 57:** Zielerreichungskurven unterschiedlicher Maßnahmen zur Erreichung der klimapolitischen Ziele

Quelle: eigene Berechnung, Ifip 2015

### Empfehlungen:

Umfassende oder Teilsanierungen immer inklusive Modernisierung des Heizkessels durchführen. Wenn dies finanziell nicht möglich ist, dann auf die sehr rentable Wärmedämmung zurückgreifen mit Einhaltung der folgenden Reihenfolge: Dämmung der obersten Geschosdecke, Dämmung der Gebäudehülle (Außenwand, Kellerdecke), Tausch von Fenster/Türen, Tausch des Heizkessels. Eine Teilsanierung kann das Sanierungsniveau im Gebäudebestand insgesamt erhöhen und damit Kosten-, Energie- und Emissionseinsparungen erzielen. Die Dämmung von Teilen oder der gesamten Gebäudehülle (Außenwand, Decke, Boden) bringt nicht nur hohe Energieeinsparungen mit sich, sondern senkt auch den Ausstoß von Treibhausgas-Emissionen beträchtlich. Weisen Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen zwar im Schnitt eine bessere Ökobilanz (Ökoindex 3) auf, ist der Einfluss konventioneller Dämmstoffe auf die Umwelt ist jedoch mit der Energieeinsparung, welche die Wärmedämmung bewirkt, betrachtet vergleichsweise marginal. Die wesentliche Energie- und Emissionseinsparungen sind hauptsächlich auf die Wirkung der Wärmedämmung zurückzuführen (Einsparung an Heizwärmebedarf). Thermisch-energetische Sanierungen können kompliziert und umfangreich werden. Es wird empfohlen eine gute und umfangreiche Beratung (Informationsangebote) anzusetzen, vor allem schon im Planungsprozess, damit die hohen Anforderungen einer Wärmedämmungsmaßnahme (Montage, Feuchtigkeitsschutz, Dampfsperre, etc.) aufrecht erhalten werden können – dies garantiert eine längere Lebensdauer der Wärmedämmungsmaßnahme und spart nachträglich entstehende Kosten. Eine wichtige Komponente stellt die Entschärfung von Barrieren dar: Sie können bei thermisch-energetischen Sanierungen einerseits die Wirtschaftlichkeit reduzieren (z.B.: keine oder unzureichende finanziellen Mittel für Wärmedämmungsmaßnahmen vorhanden) oder auch die gesamte Investition verhindern (institutionelle Barrieren oder fehlende Anreizwirkung). Die Evaluierung und der schrittweise Abbau von Barrieren kann die Bereitschaft in Sanierungstätigkeiten, zu investieren, erhöhen. Beispiele für Barrieren im Sanierungsprozess sind das Fehlen oder unzureichende finanzielle Mittel, komplizierte

Einreichung für Förderungen, mangelnde Informationen, Planungsunsicherheiten über den gesamten Sanierungsprozess, Unsicherheiten bei großen Investitionsentscheidungen, das Auftreten von Rebound Effekte, etc. . Empfohlen wird die Beibehaltung und Aufstockung der Bundesförderung (Sanierungsscheck). Sie setzt eine große Anreizwirkung zur Investition in Wärmedämmungsmaßnahmen. Die Praxis zeigt, dass die Bundesförderung effektiv ist und seine Anreizwirkung entfaltet. Die Höhe der Förderung sollte jedoch hauptsächlich Umweltaspekten (Energie- und Ressourceneinsparung) dienen und nur im geringen Maß einer wirtschaftlichen Anreizsetzung. Zusätzlich sollte nachträglich ein Nachweis der tatsächlichen Energieeinsparungen erbracht werden, um eine wirkungsvolle Vergabe von Fördermitteln zu gewährleisten.

## 8. Verzeichnisse

### 8.1 Quellenverzeichnis

- [1] Ö. I. für Bautechnik, "OIB Richtlinie 6 - Energieeinsparung und Wärmeschutz." 2015.
- [2] M. Kletzan, D., Klöppl, A., Schleicher, St., Thenius, G., Gebetsroither, B., Steininger, K., Türk, A., Vettters, N., Streicher, W., Eder, K., Dunkel, G., Stockmayer, "Innovation & Klima - Innovative Klimastrategien für die österreichische Wirtschaft, Endbericht im Auftrag der Wirtschaftskammer Österreich, der Industriellenvereinigung, des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit und des Verbands der Elektrizitätswirtschaft," 2006.
- [3] Baumgartner, Gutschi, Bachniesl, and Lackner, "Technisch-wirtschaftliche Analyse energetischer und thermischer Sanierungsmöglichkeiten von Einfamilienhäusern." Graz, 2010.
- [4] F. Heigl, T. Koisser, I. Tributsch, and N. M., "Wärmedämmung - Ökologische Materialien und Dämmstärken," 2011. [Online]. Available: <http://www.noest.or.at/downloads/OekoBauen/5/waermedaemmung-infobl-bauen.pdf>.
- [5] R. Greiff, "Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen - Präsentation im Rahmen der SophienHofAbende in Frankfurt 7.3.2012." Frankfurt, 2012.
- [6] M. Amtmann, M. Höher, L. Strimitzer, D. Banner, A. Bauer, H. Brugger, J. Hug, I. Tributsch, and S. Vogel, "Dämmstoffe richtig eingesetzt – Eignung, Anwendung und Umweltverträglichkeit von Dämmstoffen," Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, 2014.
- [7] dena - Deutsche Energieagentur, "Leitfaden Wirtschaftlichkeit - Betrachtung energetischer Sanierungen in Ein- und Zweifamilienhäusern." 2014.
- [8] dena - Deutsche Energieagentur, "dena-Sanierungsstudie. Teil 1: Wirtschaftlichkeit energetischer Modernisierung im Mietwohnungsbestand," 2010.
- [9] dena, "dena-Sanierungsstudie. Teil 2: Wirtschaftlichkeit energetischer Modernisierung im selbstgenutzten Wohngebäuden." 2012.
- [10] E. Hinz, A. Hempel, H.-P. Schettler-Kohler, and A. Vilz, "Kosten energierelevanter Bau- und Anlagenteile bei der energetischen Modernisierung von Wohngebäuden," Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, 2012.
- [11] Österreichisches Institut für Bautechnik, "OIB Richtlinie 6 - Energieeinsparung und Wärmeschutz." 2015.

## 8.2 Abbildungsverzeichnis

<b>Abbildung 1:</b> Klassifizierung von Wohnhäusern nach Energiezahlen.....	7
<b>Abbildung 2:</b> Gebäudebestand Österreich: Anzahl der Wohnungen im Gebäude nach Bauperiode .....	8
<b>Abbildung 3:</b> Veränderung der Wohngebäudetypen (%).....	9
<b>Abbildung 4:</b> spezifischer Heizwärmebedarf (HWB) nach Gebäudetyp und Bauperiode in kWh/m <sup>2</sup> a.....	10
<b>Abbildung 5:</b> spezifische CO <sub>2</sub> -Emissionen nach Gebäudekategorie und Bauperiode in kg/m <sup>2</sup> a .....	10
<b>Abbildung 6:</b> spezifische THG-Emissionen nach Anteil der Sektoren für das Jahr 2013 mit Angabe ihrer Änderung zwischen 1990 und 2013 .....	11
<b>Abbildung 7:</b> Energetischer Endverbrauch 2013 nach Nutzenergiekategorien und Energieträgern in TJ/a .....	12
<b>Abbildung 8:</b> Energieeinsatz der Haushalte nach Verwendungszwecken (x-Achse: GJ) Österreich .....	13
<b>Abbildung 9:</b> Brennstoff/Energieträger nach Gebäudetypen.....	13
<b>Abbildung 10:</b> Wärmegewinne und Wärmeverluste in einem Gebäude.....	15
<b>Abbildung 11:</b> Einsatz von Dämmstoffen in Gebäuden.....	17
<b>Abbildung 12:</b> Marktvolumen Dämmstoffe 2004.....	18
<b>Abbildung 13:</b> Typischer Richtwert ΔOI <sub>3</sub> für ausgewählte Dämmstoffe (U-Wert: 0,15 W/m <sup>2</sup> K) in Punkte/m <sup>2</sup> .....	21
<b>Abbildung 14:</b> Verfahren zur Wirtschaftlichkeitsbetrachtung von Gebäudesanierungen laut dena .....	23
<b>Abbildung 15:</b> Kostengliederung bei Sanierungen laut dena .....	24
<b>Abbildung 16:</b> Jährliche Kosten und Einsparungen bei Einfamilienhäusern in Euro .....	29
<b>Abbildung 17:</b> Jährliche Kosten und Einsparungen bei Mehrfamilienhäusern in Euro.....	30
<b>Abbildung 18:</b> spezifische Vollkosten und energiebedingte Mehrkosten für alle Sanierungsmaßnahmen in EFH und MFH in Euro/m <sup>2</sup> BGF .....	30
<b>Abbildung 19:</b> Spezifische Vollkosten der einzelnen Wärmedämmungskomponenten der thermisch-energetischen Sanierung in Euro/m <sup>2</sup> .....	31
<b>Abbildung 20:</b> Aufteilung der absoluten Vollkosten der umfassenden thermisch-energetischen Sanierungsmaßnahme nach Ein- und Mehrfamilienhäusern (y-Achse: in Euro).....	31
<b>Abbildung 21:</b> Vergleich der spezifischen Vollkosten für ausgewählte Sanierungsmaßnahmen mit Daten der Bundesförderung Sanierungsscheck in EFH (y-Achse: in Euro/m <sup>2</sup> BGF).....	32
<b>Abbildung 22:</b> Jährliche Rendite aller Sanierungsmaßnahmen in der Basisvariante für EFH und MFH in Prozent (y-Achse: jährliche Rendite % real p.a.) .....	37
<b>Abbildung 23:</b> Investitionskosten pro eingesparter kWh an Heizkosten .....	38
<b>Abbildung 24:</b> Eingesparte Energiemenge je investierten Euro in kWh .....	38
<b>Abbildung 25:</b> Thermisch-energetische Sanierung im Vergleich zu üblichen Anlageformen (y-Achse: Jährliche Rendite % real p.a.).....	39

<b>Abbildung 26:</b> Links: Eingesparte THG-Emissionen je investierten Euro (in kg CO <sub>2</sub> e); Rechts: Investitionskosten pro eingesparten kg CO <sub>2</sub> e am Beispiel des EFH in Euro (betriebswirtschaftliche Betrachtung) .....	40
<b>Abbildung 27:</b> Jährliche THG-Emissionen und -einsparungen der unterschiedlichen Sanierungsmaßnahmen in der Basisvariante im EFH (in t CO <sub>2</sub> e/a) .....	43
<b>Abbildung 28:</b> Erforderliche Dämmstoffdicken für einen zu erreichenden U-Wert von 0,2 W/m <sup>2</sup> K für ausgewählte Dämmstoffe (in cm).....	44
<b>Abbildung 29:</b> Vergleich der einmaligen entstehenden THG-Emissionen durch die Dämmstoffe und der jährlichen THG-Emissionseinsparungen durch verminderten Heizwärmebedarf (in t CO <sub>2</sub> e pro Jahr) – Basisvariante im EFH .....	44
<b>Abbildung 30:</b> Einmalige auftretende externe Kosten ausgewählter Dämmstoffe durch Sanierungstätigkeiten je m <sup>2</sup> Dämmfläche bei gleicher Dämmwirkung (U-Wert: 0,2) in t CO <sub>2</sub> e je m <sup>2</sup> .....	45
<b>Abbildung 31:</b> Jährlicher externer Nutzen der Sanierungsmaßnahmen in der Basisvariante mit unterschiedlichen Kostensätzen (in Euro).....	46
<b>Abbildung 32:</b> Kosten- und Nutzenkomponenten der gesamtstaatlichen Betrachtung im EFH (Euro) .....	47
<b>Abbildung 33:</b> Kosten- und Nutzenkomponenten der gesamtstaatlichen Betrachtung im MFH (Euro) .....	47
<b>Abbildung 34:</b> Jährliche Rendite der einzelnen Sanierungsmaßnahmen unter Betrachtung der energiebedingten Mehrkosten (in % real p.a.) Quelle: eigene Berechnungen, Ifip 2016.....	50
<b>Abbildung 35:</b> Vergleich der jährlichen Rendite der Sanierungsmaßnahmen in EFH und MFH aus Sicht der Vollkosten und energiebedingten Mehrkosten (y-Achse: jährliche Rendite in % real p.a.).....	51
<b>Abbildung 36:</b> Variation des Diskontsatzes (umfassende Sanierung, Wärmedämmung + Fenstertausch).....	53
<b>Abbildung 37:</b> Einfluss von Energiepreissteigerungen und -senkungen auf die Rentabilität (WD+F Vollkostenbasis) mit Angabe des internen Zinsfußes (jährliche Rendite % real p.a.).....	54
<b>Abbildung 38:</b> Veränderung der Dämmstoffpreise im Zuge der umfassenden Sanierungsmaßnahme mit Angabe von Dämmstoffen ausgehend von Preisen für EPS .....	55
<b>Abbildung 39:</b> Veränderung der Förderkriterien und ihr Einfluss auf die Entwicklung Rendite .....	55
<b>Abbildung 40:</b> Einfluss von Pre- und Reboundeffekten auf die jährliche Rendite in EFH .....	57
<b>Abbildung 41:</b> Jährliche Rendite bei Variation des Klimakostensatzes (% real p.a.).....	58
<b>Abbildung 42:</b> Gesamte Wertschöpfung einer umfassenden Sanierungsoffensive normiert auf ein Investitionsvolumen von 1 Euro.....	63
<b>Abbildung 43:</b> Vergleich der Wertschöpfungseffekte durch Ausgaben für privaten Konsum und Sanierungsoffensiven in Tsd. Euro .....	64
<b>Abbildung 44:</b> Jährliche Einsparung an THG-Emissionen (CO <sub>2</sub> e t/a) je Gebäude und Bauperiode im klima:aktiv-Standard (oben) bzw. unterschieden nach Maßnahme und Gebäudetyp/Bauperiode (unten).....	68

<b>Abbildung 45:</b> Jährliche Einsparung an THG-Emissionen im Falle der vollständigen thermisch-energetischen Sanierung des österreichischen Wohngebäudebestandes (Mio. t CO <sub>2</sub> e pro Jahr) .....	69
<b>Abbildung 46:</b> Einsparung an THG-Emissionen durch die Sanierung der kompletten Anzahl an Gebäuden (in Mio. t CO <sub>2</sub> e).....	70
<b>Abbildung 47:</b> jährliche spezifische Einsparung an Energie und THG-Emissionen bei unterschiedlich angenommener Sanierungsrate für ein Wohngebäude.....	73
<b>Abbildung 48:</b> Wirkung unterschiedlicher Sanierungsraten auf die Erreichung Österreichs Klima- und Energieziele.....	74
<b>Abbildung 49:</b> Aktuelle Treibhausgasstatistik in Österreich (in Mio. t CO <sub>2</sub> e) mit Darstellung der Zielgeraden zu Erreichung der österreichischen Klimaziele für 2020, 2030 und 2050 .....	75
<b>Abbildung 50:</b> Erreichung der österreichischen Klimaziele für 2020, 2030 und 2050 mit Angabe der durchschnittlich benötigten jährlichen Sanierungsrate und zu sanierenden Wohneinheiten .....	77
<b>Abbildung 51:</b> Jährliche spezifische Heizkosteneinsparung (Euro/m <sup>2</sup> BGF a) durch thermisch-energetische Sanierungen.....	81
<b>Abbildung 52:</b> Kennzahlen unterschiedlicher Sanierungsvarianten im EFH (180m <sup>2</sup> BGF).....	85
<b>Abbildung 53:</b> Rentabilität (Amortisationszeit) unterschiedlicher Wärmedämmungsmaßnahmen im Standardszenario ohne Heizkesseltausch mit Angabe der Investitionskosten.....	89
<b>Abbildung 54:</b> Rentabilität (interner Zinssatz nach 40 Jahren) unterschiedlicher Sanierungsmaßnahmen und Abweichungen vom Standardszenario (y-Achse: jährliche Rendite % real p.a.) .....	90
<b>Abbildung 55:</b> Einsparung an Heizwärmebedarf einer umfassenden Sanierung in der Praxis (%) – Einzelfälle.....	91
<b>Abbildung 56:</b> Heizkosteneinsparung durch umfassende Sanierung anstatt einer Einzelbaumaßnahme .....	92
<b>Abbildung 57:</b> Zielerreichungskurven unterschiedlicher Maßnahmen zur Erreichung der klimapolitischen Ziele .....	97

### 8.3 Tabellenverzeichnis

<b>Tabelle 1:</b> Energieausweis: Klassifizierung der Gebäude nach Energiebedarf.....	7
<b>Tabelle 2:</b> Brennstoffkosten (Betriebskosten) und CO <sub>2</sub> -Emissionen im Vergleich (Österreich).....	14
<b>Tabelle 3:</b> Überblick über typisch in Österreich eingesetzte Dämmstoffe mit Angabe wichtiger (Energie-)Kennzahlen und Beschreibung des Ressourceneinsatzes bzw. Parameter zur Beschreibung der Umweltwirkungen.....	20
<b>Tabelle 4:</b> Gewählte Gebäudetypen und Kennzahlen für die Rentabilitätsrechnung.....	25
<b>Tabelle 5:</b> Sanierungsmaßnahmen und Energiekennzahlen für die Rentabilitätsrechnung.....	26
<b>Tabelle 6:</b> Kosten und Nutzen der Sanierungsmaßnahmen in Ein- und Mehrfamilienhäusern.....	29
<b>Tabelle 7:</b> Vergleich typischer Kennzahlen für unterschiedliche Sanierungsmaßnahmen aus der Modellrechnung mit real beobachteten Fällen im Rahmen der Sanierungsscheckförderung.....	32
<b>Tabelle 8:</b> Betriebswirtschaftliche Rentabilität im EFH unter Berücksichtigung der Vollkosten und energiebedingten Mehrkosten mit Farbbewertungsschema.....	33
<b>Tabelle 9:</b> Betriebswirtschaftliche Rentabilität im MFH unter Berücksichtigung der Vollkosten.....	36
<b>Tabelle 10:</b> Jährliche THG-Emissionseinsparungen aller untersuchten Sanierungsoptionen im Überblick in CO <sub>2</sub> e.....	42
<b>Tabelle 11:</b> Volkswirtschaftliche Rentabilität im EFH unter Berücksichtigung der Vollkosten und energiebedingten Mehrkosten mit Bewertungsschema.....	48
<b>Tabelle 12:</b> Volkswirtschaftliche Rentabilität im MFH unter Berücksichtigung der Vollkosten und energiebedingten Mehrkosten mit Bewertungsschema.....	49
<b>Tabelle 13:</b> Wesentlicher Rentabilitätskennzahlen im Vergleich.....	50
<b>Tabelle 14:</b> Variation ausgewählter Eingangsparameter im Rahmen der Sensitivitätsanalyse.....	52
<b>Tabelle 15:</b> Einfluss unterschiedlicher Barrieren auf die Rentabilität der umf. Sanierungsmaßnahme.....	56
<b>Tabelle 16:</b> Eingangsparameter zur Berechnung der Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte.....	61
<b>Tabelle 17:</b> Durchschnittlich jährliche abgeschätzte Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte für alle Sanierungsoffensiven (Hauptszenario) in Mio. Euro.....	62
<b>Tabelle 18:</b> Energiekennzahlen (vor/nach einer umfassenden thermisch-energetischen Sanierung in kWh/m <sup>2</sup> a), Heizkosteneinsparungen (EUR/m <sup>2</sup> a) und Verringerung von THG-Emissionen (kg/m <sup>2</sup> a) in Abhängigkeit der Gebäudegröße (EFH, MFH) und des jeweils erzielten energetischen Standards (Grundlagen für die Berechnung der Sanierungsszenarien gemittelt über alle Bauperioden).....	66
<b>Tabelle 19:</b> Österreichischer Wohngebäudebestand mit Sanierungsbedarf unterschieden nach Gebäudekategorie, Bauperiode und Maßnahmenbeitrag, sowie jährliche Einsparung an Energie und THG-Emissionen.....	67
<b>Tabelle 20:</b> Aufteilung der jährlich zu sanierenden Gebäudetypen nach Bauperiode und Gebäude bei einer angenommenen Sanierungsrate für die Berechnung.....	71
<b>Tabelle 21:</b> Einsparungspotenziale bei unterschiedlich angestrebten Sanierungsraten im klima:aktiv- und guten Standard.....	72

<b>Tabelle 22:</b> Erreichung der Zielwerte für 2020, 2030 und 2050 im klima:aktiv Standard.....	76
<b>Tabelle 23:</b> Geförderte Fälle nach Bundesland und Maßnahme nach Gebäudekategorien.....	79
<b>Tabelle 24:</b> Investierte Kosten, Förderquote und Heizkosteneinsparung nach Bundesländern.....	80
<b>Tabelle 25:</b> Spezifische Heizkosteneinsparung durch Sanierungstätigkeiten unterschieden nach den geförderten Maßnahmenkategorien laut Bundesförderung nach Bundesländer (in Euro/m <sup>2</sup> a) .....	81
<b>Tabelle 26:</b> Spezifische jährliche Einsparung an THG-Emissionen je m <sup>2</sup> BGF unterschiedlicher Maßnahmen nach Bundesländern (in t CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> a).....	82
<b>Tabelle 27:</b> Kosten, Förderungen und eingesparte Heizkosten nach Maßnahmenkategorien.....	83
<b>Tabelle 28:</b> Sanierungskosten (absolut Euro) ausgewählter Maßnahmen .....	83
<b>Tabelle 29:</b> Durchschnittliche Kennzahlen von Sanierungsmaßnahmen .....	84
<b>Tabelle 30:</b> spezifische Kosten und Förderungen unterschiedlicher Sanierungsmaßnahmen (in €/m <sup>2</sup> a) .....	84
<b>Tabelle 31:</b> Durchschnittliche jährliche Kosten (Euro) je eingesparter kWh Energie .....	86
<b>Tabelle 32:</b> Eingesparte Energie (in kWh) je investierten Euro .....	87
<b>Tabelle 33:</b> Rentabilität unterschiedlicher Sanierungsmaßnahmen (Betrachtung des internen Zinssatzes) im Standardszenario nach 5, 15, 25 und 40 Jahren .....	90
<b>Tabelle 34:</b> Rentabilitätskennzahlen aller Sanierungsmaßnahmen im Vergleich .....	95