Institut Wohnen und Umwelt

Rheinstraße 65
64295 Darmstadt
Germany

Fon: +49(0)6151/2904-0
Fax: +49(0)6151/2904-97

info@iwu.de
www.iwu.de

Energetische Sanierung des Gebäudebestandes privater Haushalte

Studie im Auftrag des Verbandes der Privaten Bausparkassen e.V.

Darmstadt, Dezember 2013

Autoren: Andreas Enseling
Eberhard Hinz
Rolf Born

Titel: Energetische Sanierung des Gebäudebestandes privater Haushalte

Auftraggeber: Verband der Privaten Bausparkassen e.V.

Autoren: Andreas Enseling
Eberhard Hinz
Rolf Born

1. Auflage
Darmstadt, Dezember 2013

ISBN-Nr.:
IWU-Bestellnummer:

INSTITUT WOHNEN UND UMWELT GMBH
Rheinstraße 65
64295 Darmstadt
Germany

Telefon: +49(0)6151/2904-0 / Fax: -97
Internet: www.iwu.de

Inhaltsverzeichnis

1 Vorwort 5

2 Energetische Sanierung von Wohngebäuden 5

2.1 Motivation 5

2.2 Kosten und Wirtschaftlichkeit 6

2.3 Einfluss des Nutzerverhaltens 7

3 Beschreibung der Hausdatenblätter 8

3.1 Modellgebäude 9

3.2 Untersuchte Maßnahmen 11

3.3 Energiekennwerte 11

3.4 Energetische Standards 12

3.5 Investitionskosten der untersuchten Maßnahmen 12

3.6 Energiekosteneinsparungen 13

3.7 Budgetklassen 13

4 Einsparungen und Kosten für die Modellgebäude im Überblick 15

4.1 Einsparungen Endenergie 15

4.2 Vollkosten und energiebedingte Mehrkosten 16

4.3 Mögliche Maßnahmen bei gegebenem Budget 17

Literatur 19

Anhang A - Hausdatenblätter der Modellgebäude – Zielstandard 1: „EnEV 2009“ 20

Anhang B - Hausdatenblätter der Modellgebäude – Zielstandard 2: „EnEV 2009-30%“ 30

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Verteuerung der Energiepreise (nominal) für Gas und Öl 6
Abbildung 2: Gebäudequalität und Nutzerverhalten 7
Abbildung 3: Endenergiekennwerte (Heizung & Warmwasser & Strom für Haushalt und Hilfsenergie) nach LEG für die Modellgebäude und den energetischen Standard „EnEV 2009“, Bezugsfläche: Wohnfläche 15
Abbildung 4: Endenergiekennwerte (Heizung & Warmwasser & Strom für Haushalt und Hilfsenergie) nach LEG für die Modellgebäude und den energetischen Standard „EnEV 2009-30%“, Bezugsfläche: Wohnfläche 16
Abbildung 5: Vollkosten bzw. energiebedingte Mehrkosten für die Modellgebäude und den energetischen Standard „EnEV 2009“, Bezugsfläche: Wohnfläche 17
Abbildung 6: Vollkosten bzw. energiebedingte Mehrkosten für die Modellgebäude und den energetischen Standard „EnEV 2009 -30%“, Bezugsfläche: Wohnfläche 17

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Beispiel für ein Hausdatenblatt 8
Tabelle 2: Modellgebäude der Untersuchung 10
Tabelle 3: Hausdatenblatt EFH68 – Zielstandard 1: EnEV 2009 21
Tabelle 4: Hausdatenblatt EFH78a – Zielstandard 1: EnEV 2009 22
Tabelle 5: Hausdatenblatt EFH78b – Zielstandard 1: EnEV 2009 23
Tabelle 6: Hausdatenblatt EFH83 – Zielstandard 1: EnEV 2009 24
Tabelle 7: Hausdatenblatt RMH68 – Zielstandard 1: EnEV 2009 25
Tabelle 8: Hausdatenblatt RMH78 – Zielstandard 1: EnEV 2009 26
Tabelle 9: Hausdatenblatt REH68 – Zielstandard 1: EnEV 2009 27
Tabelle 10: Hausdatenblatt REH78 – Zielstandard 1: EnEV 2009 28
Tabelle 11: Hausdatenblatt DHH83 – Zielstandard 1: EnEV 2009 29
Tabelle 12: Hausdatenblatt EFH68 – Zielstandard 2: EnEV 2009-30% 31
Tabelle 13: Hausdatenblatt EFH78a – Zielstandard 2: EnEV 2009-30% 32
Tabelle 14: Hausdatenblatt EFH78b – Zielstandard 2: EnEV 2009-30% 33
Tabelle 15: Hausdatenblatt EFH83 – Zielstandard 2: EnEV 2009-30% 34
Tabelle 16: Hausdatenblatt RMH68 – Zielstandard 2: EnEV 2009-30% 35
Tabelle 17: Hausdatenblatt RMH78 – Zielstandard 2: EnEV 2009-30% 36
Tabelle 18: Hausdatenblatt REH68 – Zielstandard 2: EnEV 2009-30% 37
Tabelle 19: Hausdatenblatt REH78 – Zielstandard 2: EnEV 2009-30% 38
Tabelle 20: Hausdatenblatt DHH83 – Zielstandard 2: EnEV 2009-30% 39

1 Vorwort

Die Entscheidung von selbstnutzenden Gebäudeeigentümern für oder gegen eine energetische Sanierung wird von unterschiedlichen Faktoren beeinflusst. Dem Ziel, Energiekosten einzusparen und den Wohnkomfort zu verbessern, stehen ein knappes Budget bzw. fehlende Finanzierungsmöglichkeiten gegenüber.

Die vorliegende Studie zeigt beispielhaft, welche Energiesparmaßnahmen bei unterschiedlichen finanziellen Budgets möglich sind. Damit soll den Hauseigentümern im Vorfeld einer energetischen Sanierung eine erste Orientierung gegeben werden, die im Rahmen einer individuellen Energieberatung vertieft werden kann.

In Kapitel 2 der Studie werden zunächst einige allgemeine Bemerkungen zur energetischen Sanierung von Wohngebäuden gemacht. In Kapitel 3 wird der Aufbau der sogenannten Hausdatenblätter erläutert, mit deren Hilfe die Handlungsmöglichkeiten von selbstnutzenden Eigentümern bei der energetischen Sanierung beschrieben werden. In Kapitel 4 werden die wesentlichen Ergebnisse der Energiebilanzberechnungen zusammengefasst. Die detaillierten Hausdatenblätter für insgesamt 9 Modellgebäude und zwei unterschiedliche energetische Standards finden sich im Anhang der Studie.

2 Energetische Sanierung von Wohngebäuden

2.1 Motivation

Die Reduzierung des Energieverbrauches und der damit verbundenen klimaschädlichen CO_2-Emissionen stellt eine große Herausforderung der kommenden Jahre und Jahrzehnte dar. In Deutschland werden gegenwärtig etwa 11 Tonnen CO_2 pro Kopf und Jahr – einschließlich Industrie und Verkehr – emittiert. Dies liegt etwa um einen Faktor 10 über den Grenzwerten, wie sie im Sinne eines langfristigen Klimaschutzes notwendig wären. Da etwa ein Drittel der Emissionen im Gebäudebereich verursacht werden und hieran wiederum die Wohngebäude den entscheidenden Anteil haben, ist diesem Bereich besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Dies ist umso wichtiger, als Wohngebäude äußerst langlebige Wirtschaftsgüter sind und Fehlentscheidungen – wie ungenügender Wärmeschutz – über viele Jahrzehnte nachwirken [IWU 2007].

In den vergangenen Jahren sind die Kosten für die Beheizung unserer Gebäude drastisch gestiegen. Die (nominalen) Preise für Heizöl sind von 2002 bis 2012 um ca. 11 % pro Jahr, die Preise für Erdgas um ca. 5 % pro Jahr gestiegen (siehe Abbildung 1).

Auch wenn exakte Prognosen über die weitere Entwicklung der Energiepreise schwierig sind, so besteht doch eine hohe Wahrscheinlichkeit, dass es zu weiter steigenden Preisen für die fossilen Energieträger Heizöl und Erdgas kommen wird. Wird der wärmetechnische Zustand unserer Altbauten nicht deutlich verbessert, führt ein weiterer Anstieg der Energiepreise zu einer erheblichen Mehrbelastung der Verbraucher für das Beheizen der Gebäude.

Diesem Szenario können die Hauseigentümer durch eigenes Handeln entgegenwirken: Die Heizkosten lassen sich durch geeignete Energiesparmaßnahmen am und im Gebäude dauerhaft reduzieren. Eine energetische Sanierung führt jedoch nicht nur zu deutlich geringeren Heizkosten, sondern hat darüber hinaus noch weitere Vorteile:

- Aus Sicht des Nutzers besitzt ein gut gedämmtes Gebäude ein sehr viel höheres Komfortniveau und eine bessere thermische Behaglichkeit als ein unsanierter Altbau.
- Für den Eigentümer einer Immobilie stellt ein niedriger Energieverbrauch eine „Versicherung“ gegen zukünftig stark ansteigende Energiepreise dar.

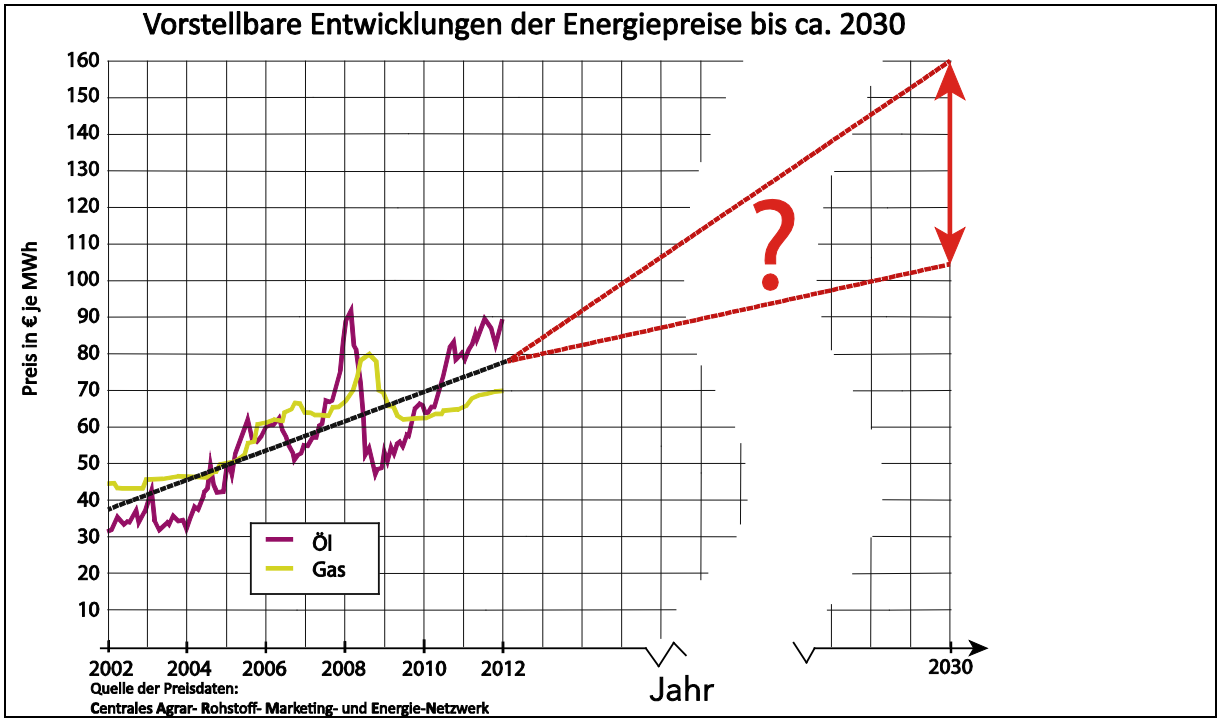


Abbildung 1: Verteuerung der Energiepreise (nominal) für Gas und Öl

Ein ausführlicher Überblick über die wesentlichen Maßnahmen der energietechnischen Gebäudemodernisierung findet sich in [IWU 2007]. Darüber hinaus veröffentlicht das IWU im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz sogenannte „Energiesparinformationen“. Diese stellen in 13 Heften umfangreiche Informationen rund um die Energieeinsparung in Wohngebäuden zur Verfügung (http://www.iwu.de/downloads/buergerinfos/energiesparinfos).

2.2 Kosten und Wirtschaftlichkeit

Bei der Analyse der Wirtschaftlichkeit energetischer Sanierungen ist grundsätzlich das sogenannte Kopplungsprinzip zu beachten:

- Maßnahmen zur Energieeinsparung sind aus ökonomischer Sicht in der Regel dann attraktiv, wenn am Bauteil ohnehin aus Gründen der Instandhaltung bzw. Instandsetzung größere Maßnahmen erforderlich werden.
- Beispiele: Eine Außenwand wird dann nachträglich gedämmt, wenn ohnehin eine umfangreiche Putzsanierung notwendig wird, oder ein Steildach wird dann gedämmt, wenn ohnehin eine neue Dachhaut erforderlich wird oder ein Dachausbau geplant ist.

Als Folge des Kopplungsprinzips teilen sich die Vollkosten der Maßnahmen der energetischen Gebäudesanierung in ohnehin entstehende Kosten der Instandsetzung und energiebedingte Mehrkosten auf. Als Instandsetzungsinvestition sind unter dieser Prämisse z.B. bei der Außenwand eine ohnehin erforderliche Putzsanierung und beim Steildach eine ohnehin erforderliche Dachneueindeckung zu werten.

In die Wirtschaftlichkeitsberechnung dürfen unter Beachtung des Kopplungsprinzips lediglich die energiebedingten Mehrkosten der Maßnahmen eingehen. Dabei handelt es sich um die Differenz von Gesamtkosten und Instandsetzungsinvestition, denn die Kosten der reinen Instandsetzung (z.B. der Putzsanierung, der neuen Dacheindeckung und dem Gerüst) wären auch bei einem Verzicht auf die Energiesparmaßnahme angefallen.

Zur Abgrenzung von energiebedingten Mehrkosten und ohnehin entstehenden Kosten hat das IWU eine Studie vorgelegt, aus der für die wesentlichen Maßnahmen der energetischen Gebäudesanierung empirisch abgesicherte Kostenkennwerte (Vollkosten und energiebedingte Mehrkosten) zu entnehmen sind [Hinz 2010].

Wirtschaftlichkeitsanalysen mit diesen Kostenkennwerten zeigen, dass sich die energetische Gebäudesanierung „rechnet“, wenn man sie an ohnehin anstehende Maßnahmen im Rahmen normaler Instandsetzungszyklen koppelt [IWU 2012]. Die unter Beachtung des Kopplungsprinzips wirtschaftlich zu realisierenden Standards gehen teilweise deutlich über die derzeitig gültigen ordnungsrechtlichen Mindestanforderungen der Energieeinsparverordnung hinaus. Die zukünftigen Energiekosteneinsparungen übersteigen nicht nur die energiebedingten Mehrkosten, sondern finanzieren bei vielen Bauteilen auch noch einen Teil der Instandsetzungskosten mit.

2.3 Einfluss des Nutzerverhaltens

Neben der energetischen Qualität des Gebäudes haben auch die Art der Nutzung und das Verhalten der Bewohner einen Einfluss auch die Energiekosten. Wer nicht alle Räume im Haus dauerhaft beheizen muss und die mittleren Raumtemperaturen reduziert, kann die Energiekosten senken.

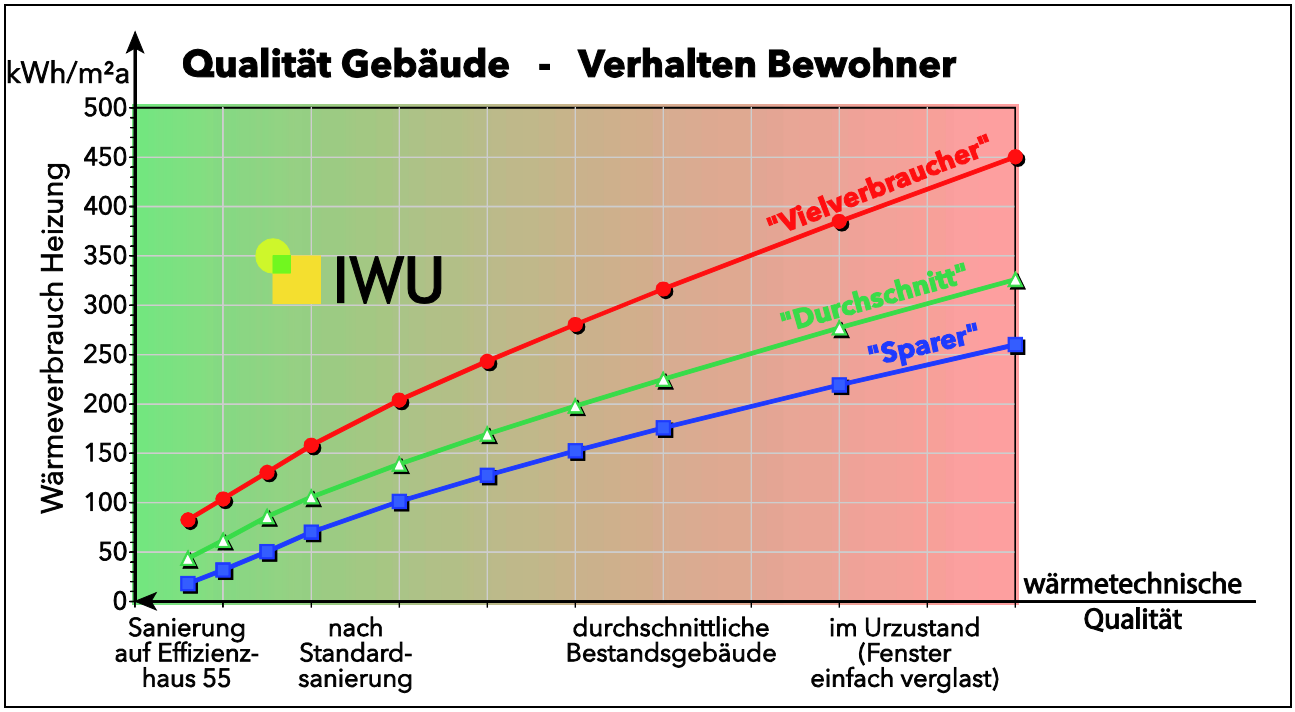


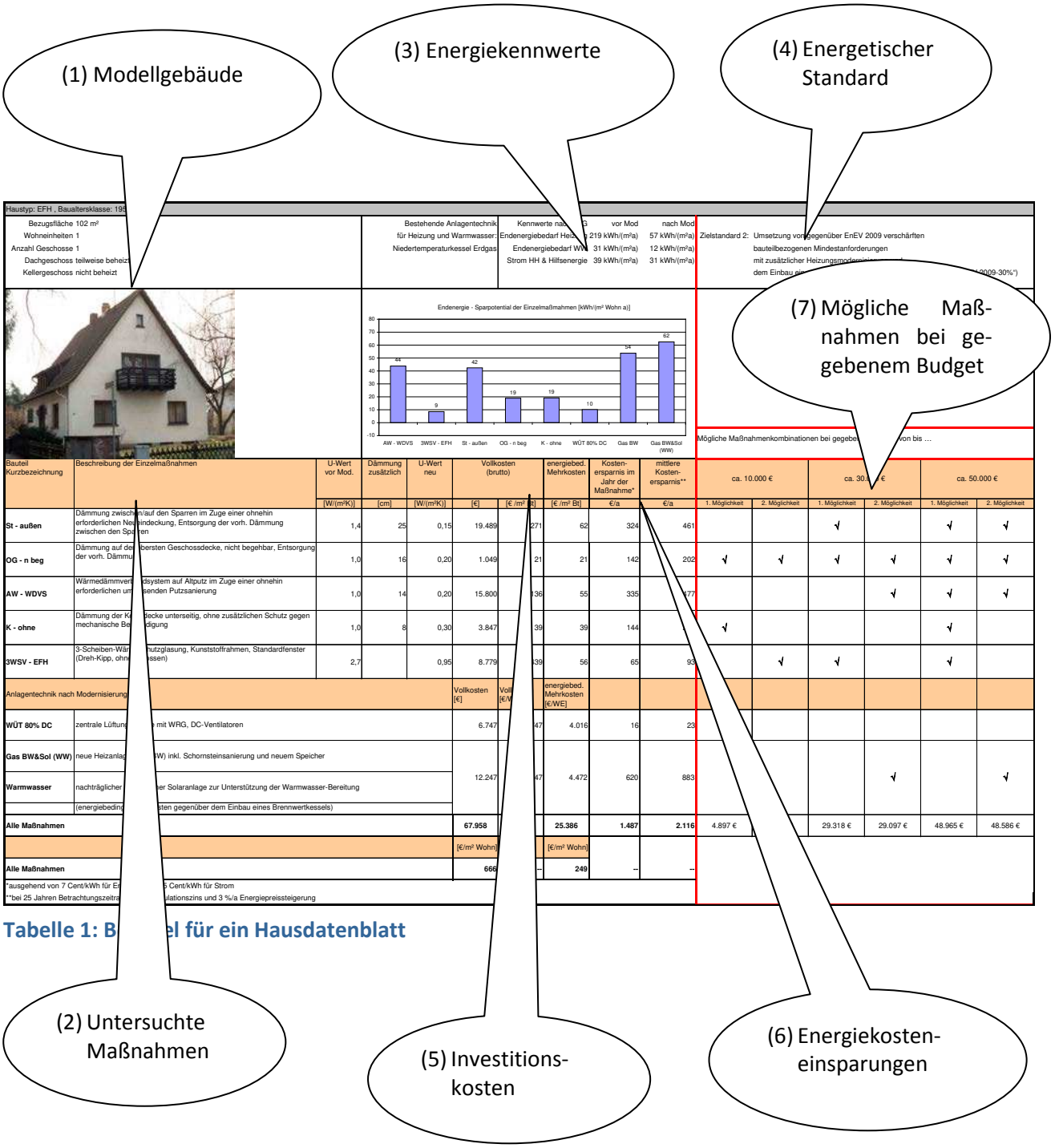
Abbildung 2: Gebäudequalität und Nutzerverhalten

Die Kurven in der Grafik zeigen, wie stark die Verbrauchswerte in Wohngebäuden vom Verhalten der Bewohner abhängen. Neben der gewünschten Raumtemperatur spielt die Häufigkeit beim Lüften eine entscheidende Rolle. Die Kurven der „Vielverbraucher“ und der „Sparer“ beschreiben etwa die Grenzen dessen, was in einer normalen Wohnsituation möglich ist.

Spartechniken und bewusstes Verhalten bilden dabei keinen Gegensatz, sondern ergänzen sich im Idealfall. Wer im sanierten Haus die Heizung sparsam einsetzt, der kann Energieverbräuche erreichen, die noch einmal deutlich unter den Durchschnittswerten in der Grafik (grüne Kurve) liegen.

3 Beschreibung der Hausdatenblätter

Die Darstellung der grundsätzlichen Handlungsmöglichkeiten der energetischen Sanierung erfolgt für insgesamt neun Modellgebäude an Hand der sogenannten Hausdatenblätter (Anhang A und B). Die Hausdatenblätter (wie z.B. in Tabelle 1) enthalten folgende Informationen:



Haustyp: EFH , Baualtersklasse: 195

Bezugsfläche 102 m²
Wohneinheiten 1
Anzahl Geschosse 1
Dachgeschoss teilweise beheizt
Kellergeschoss nicht beheizt

Bestehende Anlagentechnik
für Heizung und Warmwasser:
Niedertemperaturkessel Erdgas

Kennwerte nach EnEV	vor Mod	nach Mod
Endenergiebedarf Heizung	219 kWh/(m²a)	57 kWh/(m²a)
Endenergiebedarf WW	31 kWh/(m²a)	12 kWh/(m²a)
Strom HH & Hilfsenergie	39 kWh/(m²a)	31 kWh/(m²a)

Zielstandard 2: Umsetzung von gegenüber EnEV 2009 verschärften bauteilbezogenen Mindestanforderungen mit zusätzlicher Heizungsmodernisierung dem Einbau ei… (2009-30%*)

Mögliche Maßnahmenkombinationen bei gegebe… von bis …

Bauteil Kurzbezeichnung	Beschreibung der Einzelmaßnahmen	U-Wert vor Mod.	Dämmung zusätzlich	U-Wert neu	Vollkosten (brutto)		energiebed. Mehrkosten	Kosten-ersparnis im Jahr der Maßnahme*	mittlere Kosten-ersparnis**	ca. 10.000 €		ca. 30.… €		ca. 50.000 €	
		[W/(m²K)]	[cm]	[W/(m²K)]	[€]	[€ /m² Bt]	[€ /m² Bt]	€/a	€/a	1. Möglichkeit	2. Möglichkeit	1. Möglichkeit	2. Möglichkeit	1. Möglichkeit	2. Möglichkeit
St - außen	Dämmung zwischen/auf den Sparren im Zuge einer ohnehin erforderlichen Neueindeckung, Entsorgung der vorh. Dämmung zwischen den Sp…ten	1,4	25	0,15	19.489	271	62	324	461			√		√	√
OG - n beg	Dämmung auf der …bersten Geschossdecke, nicht begehbar, Entsorgung der vorh. Dämmu…	1,0	16	0,20	1.049	21	21	142	202	√	√	√	√	√	√
AW - WDVS	Wärmedämmverb…dsystem auf Altputz im Zuge einer ohnehin erforderlichen um…senden Putzsanierung	1,0	14	0,20	15.800	136	55	335	477				√	√	√
K - ohne	Dämmung der K…decke unterseitig, ohne zusätzlichen Schutz gegen mechanische Be…digung	1,0	8	0,30	3.847	39	39	144	…	√				√	
3WSV - EFH	3-Scheiben-Wär…hutzglasung, Kunststoffrahmen, Standardfenster (Dreh-Kipp, ohn…ssen)	2,7		0,95	8.779	39	56	65	93		√	√		√	
Anlagentechnik nach Modernisierung					Vollkosten [€]	Voll… [€/W…	energiebed. Mehrkosten [€/WE]								
WÜT 80% DC	zentrale Lüftun… mit WRG, DC-Ventilatoren				6.747	47	4.016	16	23						
Gas BW&Sol (WW)	neue Heizanla…(WW) inkl. Schornsteinsanierung und neuem Speicher				12.247	47	4.472	620	883				√		√
Warmwasser	nachträglicher …ler Solaranlage zur Unterstützung der Warmwasser-Bereitung														
	(energiebeding…sten gegenüber dem Einbau eines Brennwertkessels)														
Alle Maßnahmen					**67.958**		**25.386**	**1.487**	**2.116**	4.897 €		29.318 €	29.097 €	48.965 €	48.586 €
					[€/m² Wohn]		[€/m² Wohn]								
Alle Maßnahmen					**666**	–	**249**	–	–						

*ausgehend von 7 Cent/kWh für E… Cent/kWh für Strom
**bei 25 Jahren Betrachtungszeitra… kulationszins und 3 %/a Energiepreissteigerung

Tabelle 1: B…el für ein Hausdatenblatt

(1) Im oberen Abschnitt der Hausdatenblätter wird das Modellgebäude beschrieben [Haustyp mit Foto, Bezugsfläche (Wohnfläche), Zahl der Vollgeschosse, Zahl der Wohneinheiten, Angaben zur Beheizung von Dach- und Kellergeschoss] sowie das zugrunde liegende Heizsystem dokumentiert.

(2) Im linken Bereich der Hausdatenblätter werden die untersuchten Maßnahmen an der Gebäudehülle und der Anlagentechnik dokumentiert.

(3) Der berechnete Endenergiebedarf wird im oberen Abschnitt der Hausdatenblätter für den Ist-Zustand und den Zustand nach einer Gesamtsanierung in Kilowattstunden pro Quadratmeter Wohnfläche und Jahr (kWh/(m²a)) angegeben. Dabei wird der Endenergiebedarf für Heizung, für die Warmwasserbereitung (WW) sowie für Hilfsenergie (Heizungspumpen und anlagentechnische Regelungen) und sonstigen Haushaltsstrom (HH; z.B. Elektrogeräte) getrennt ausgewiesen. Die Sparpotentiale der Einzelmaßnahmen (Endenergie) werden für die Einzelmaßnahmen zusätzlich auch grafisch dargestellt.

(4) Der energetische Zielstandard für die Durchführung des gesamten Maßnahmenpaketes wird jeweils im oberen Abschnitt der Hausdatenblätter genannt.

(5) Im mittleren Bereich der Hausdatenblätter werden die Investitionskosten für die Einzelmaßnahmen bzw. für das Maßnahmenpaket aufgeführt. Für die Einzelmaßnahmen an der Gebäudehülle werden die Vollkosten (brutto) in Euro bzw. in Euro pro Quadratmeter Bauteilfläche (€/m²Bt) sowie die sog. energiebedingten Mehrkosten in Euro pro Quadratmeter Bauteilfläche (€/m²Bt) dargestellt. Für die anlagentechnischen Maßnahmen werden die Vollkosten in Euro bzw. in Euro pro Wohneinheit (€/WE) sowie die sog. energiebedingten Mehrkosten in Euro pro Wohneinheit (€/WE) angegeben. Für das gesamte Maßnahmenpaket werden die Vollkosten und die energiebedingten Mehrkosten in Euro und zusätzlich auch in Euro pro Quadratmeter Wohnfläche (€/m²Wohn) angeführt.

(6) Rechts neben den investiven Kosten werden in den Hausdatenblättern die Energiekosteneinsparungen in Euro pro Jahr (€/a) angegeben. Dabei handelt es sich um die jährlichen Energiekosteneinsparungen, die sich im Jahr der Maßnahme ergeben, sowie um die jährlichen Energiekosteneinsparungen, die sich im Mittel über einen Betrachtungszeitraum von 25 Jahren ergeben.

(7) Im rechten Bereich der Hausdatenblätter werden mögliche Maßnahmenkombinationen dargestellt, die sich bei unterschiedlich hohen finanziellen Budgets ergeben.

Die in den Hausdatenblättern enthaltenen Informationen und die zugrunde liegenden Annahmen werden in den folgenden Teilkapiteln detailliert erläutert.

3.1 Modellgebäude

In Deutschland finden sich etwa 60 % der Wohnfläche in Ein- und Zweifamilienhäusern bzw. Reihenhäusern, die anderen 40 % in Mehrfamilienhäusern unterschiedlicher Größe. Ein großer Teil des Bestands (41 %) stammt aus der Zeit zwischen dem 2. Weltkrieg und der Ölkrise der siebziger Jahre, ein kleinerer Teil (22 %) aus der Zeit davor. Gegenüber diesen im Urzustand energietechnisch unzureichenden Gebäuden wurden die restlichen Gebäude (37 %) zu Zeiten errichtet, in denen ein verbesserter Wärmeschutz schon üblich

war. Beheizt werden die Wohngebäude heute im Fall von Einfamilienhäusern vorwiegend durch Öl und Gas. Im Fall von Mehrfamilienhäusern dominiert dagegen Gas (47 %), Öl hat hier einen deutlich geringeren Anteil und entspricht damit etwa dem Versorgungsgrad mit Fernwärme (23 %) [IWU 2007].

Die Modellgebäude der vorliegenden Studie unterscheiden sich durch das Baualter, die Größe und die Anbausituation. Hinsichtlich Größe und Anbausituation wurden in Anlehnung an die deutsche Gebäudetypologie [IWU 2003] folgende Gebäudetypen unterschieden:

- Freistehendes Einfamilienhaus (EFH)
- Reihenmittelhaus (RMH)
- Reihenendhaus (REH) bzw. Doppelhaushälfte (DHH).

Für diese Gebäudetypen wurden ebenfalls in Anlehnung an die deutsche Gebäudetypologie drei Baualtersklassen ausgewählt. Die Baualtersklassen orientieren sich an historischen Einschnitten, den Zeitpunkten statistischer Erhebungen und den Veränderungen von Bauvorschriften:

- Baualtersklasse 1958 bis 1968: Die Mindestanforderungen an den baulichen Wärmeschutz der DIN 4108 werden im Allgemeinen eingehalten. Die Gebäude- und Wohnungszählung 1968 stellt umfangreiches Datenmaterial zur Gebäudestruktur zur Verfügung.
- Baualtersklasse 1969 bis 1978: Die erste Ölkrise führt dazu, dass die Bestimmungen der DIN 4108 im Allgemeinen übertroffen wurden.
- Baualtersklasse 1979 bis 1983: Die 1. Wärmeschutzverordnung von 1977 zeigt bei den ersten Wohngebäuden dieser Baualtersklasse ihre Auswirkungen.

Durch diese Einteilung ergeben sich theoretisch insgesamt 9 Modellgebäude. Aufgrund des großen Anteils von Einfamilienhäusern an der Wohnfläche im Bestand (52 %) wurde jedoch ein weiteres freistehendes Einfamilienhaus anstelle eines Reihenmittelhauses betrachtet. Für die Untersuchung werden daher folgende Modellgebäude zu Grunde gelegt:

	1958-1968	1969-1978	1979-1983
EFH	**EFH68** (103 m² Wfl.)	**EFH78a/EFH78b** (109 m²/130 m² Wfl.)	**EFH83** (196 m² Wfl.)
RMH	**RMH68** (97 m² Wfl.)	**RMH78** (96 m² Wfl.)	-
REH/DHH	**REH68** (107 m² Wfl.)	**REH78** (168 m² Wfl.)	**DHH83** (149 m² Wfl.)

Tabelle 2: Modellgebäude der Untersuchung

Bezüglich der Anlagentechnik wird davon ausgegangen, dass die Modellgebäude mit einem Niedertemperaturkessel Baujahr 1987-94 (Dämmstandard der Verteilleitungen 50er bis 70er Jahre, nachträglich gedämmt) zentral beheizt werden.

Bei der Zuordnung eines bestehenden Gebäudes zu einem der Modellgebäude sollte man sich zunächst an der Größe und der Anbausituation orientieren. Das Baualter ist für die Kosten weniger entscheidend, weil sich innerhalb der hier betrachteten Baualtersklassen der Wärmeschutz im Ausgangszustand nicht grundle-

gend unterscheidet. Deshalb spielt die Fläche der zu isolierenden Bauteile – die über den Gebäudetyp bestimmt werden – die größere Rolle für die entstehenden Kosten.

Ausgangspunkt der Berechnungen ist nicht der ursprüngliche Zustand, in dem die Häuser errichtet wurden, sondern der Zustand, in dem sie heute meist vorgefunden werden. Diese Annahmen spielen zwar für die Sanierungskosten eine untergeordnete Rolle, sind aber für die berechneten Einsparungen wesentlich. Dies schließt z.B. den bereits erfolgten Austausch von einfachverglasten Fenstern durch Zweischeiben-Isolierverglasung oder die nachträgliche Dämmung von Dachschrägen mit ein.

3.2 Untersuchte Maßnahmen

Bei den untersuchten Maßnahmen an der Gebäudehülle handelt es sich um Wärmeschutzmaßnahmen an den Bauteilen Dach bzw. oberste Geschossdecke, Außenwand, Kellerdecke und Fenster. Für diese Bauteile wird jeweils der U-Wert vor und nach der energetischen Sanierung angegeben. Als U-Wert wird der Wärmedurchgangskoeffizient in W/(m²K) bezeichnet. Er ist ein Maß für den Wärmeschutz eines Bauteils und gibt an, wie groß der Wärmeverlust in Watt pro m² Bauteilfläche ist, wenn die Temperaturdifferenz zwischen innen und außen 1 Kelvin beträgt. Für das Dach, die oberste Geschossdecke, die Außenwand und die Kellerdecke wird zusätzlich die notwendige Dämmdicke in Zentimetern angegeben, mit der die neuen U-Werte erreicht werden können. [1]

Bei den Maßnahmen an der Anlagentechnik wird ein Austausch des bestehenden Niedertemperaturkessels durch einen neuen Brennwertkessel in Kombination mit der Installation einer solarthermischen Anlage zur Unterstützung der Warmwasserbereitung betrachtet. Darüber hinaus wird der Einbau einer Abluftanlage bzw. einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung betrachtet.

Neben den genannten Einzelmaßnahmen wird auch ein Maßnahmenpaket bestehend aus den Einzelmaßnahmen betrachtet („Alle Maßnahmen“).

Nicht untersucht werden „gering investive“ Maßnahmen wie z.B. der hydraulische Abgleich der bestehenden Heizungsanlage. Hier wird davon ausgegangen, dass diese Maßnahmen in der Regel im Rahmen der laufenden Wartung und Instandhaltung durchgeführt werden können.

3.3 Energiekennwerte

Als Endenergie wird die Energiemenge bezeichnet, die vom Energielieferanten bzw. -versorger bezogen wird (z.B. Erdgas, Heizöl, Holz, Strom, Fernwärme usw.). Da die Kosten und die ökologische Relevanz der angebotenen Energieträger zum Teil sehr unterschiedlich sind, muss bei Angaben zum Endenergieverbrauch oder -bedarf immer der jeweilige Energieträger mit genannt werden. Die hier betrachteten Modellgebäude werden mit den Energieträgern Erdgas oder Heizöl versorgt.

Nach gängigem Sprachgebrauch wird die in einem Gebäude gemessene Energiemenge als „Verbrauch“ bezeichnet. Demgegenüber wird für die rechnerisch vom Gebäude benötigte Energiemenge in der Regel der Begriff „Bedarf“ verwendet.

Der Jahresendenergiebedarf für die Modellgebäude im Ausgangszustand sowie für die verschiedenen Sanierungsvarianten wird nach dem Leitfaden „Energiebewusste Gebäudeplanung“ (LEG) des IWU berechnet. Im LEG wird berücksichtigt, dass einzelne Räume wie Schlafzimmer oder Flure in Wohnhäusern häufig nicht durchgehend beheizt werden oder dass die Raumtemperaturen, z.B. in der Nacht oder bei längerer Abwesenheit (Wochenende, Urlaub), abgesenkt werden. Gleichzeitig wird im Energiebilanzmodell nach LEG der empirisch nachgewiesene Effekt relativ niedriger mittlerer Raumtemperaturen in ungedämmten Altbauten und relativ hoher Raumtemperaturen in energetisch modernisierten Altbauten abgebildet. Die nach LEG

[1] Dabei handelt es sich um Dämmstoffdicken der Wärmeleitfähigkeit 0,035 W/(mK).

berechneten Energiebedarfskennwerte stimmen im Vergleich zu den Ergebnissen des Berechnungsverfahrens nach EnEV daher deutlich besser mit gemessenen Energieverbrauchskennwerten überein.

Aus Gründen der Übersichtlichkeit werden alle spezifischen energetischen Kenndaten nicht auf die Gebäudenutzfläche nach EnEV, sondern auf die beheizte Wohnfläche bezogen. Damit können die Ergebnisse unmittelbar für Wirtschaftlichkeitsberechnungen genutzt werden.

3.4 Energetische Standards

Bezüglich der energetischen Qualität der Einzelmaßnahmen an der Gebäudehülle wird unterschieden zwischen den bauteilbezogenen Mindestanforderungen der EnEV 2009[2] (Anlage 3, Tabelle 1) und im Mittel um ca. 30 % verschärften bauteilbezogenen Mindestanforderungen. Diese Anforderungen beziehen sich auf die mindestens einzuhaltenden U-Werte der betreffenden Bauteile nach Durchführung der Wärmeschutzmaßnahmen. Hierbei handelt es sich um sogenannte bedingte Anforderungen (entsprechend dem oben dargestellten Kopplungsprinzip), die nur dann gelten, wenn entweder ohnehin der Wärmeschutz der Bauteile verbessert wird oder ohnehin bestimmte andere, durch die EnEV definierte Maßnahmen, am jeweiligen Bauteil durchgeführt werden (z. B. eine Putzerneuerung der Außenwand).

Zusätzlich werden noch anlagentechnische Modernisierungen bei Heizung und Lüftung betrachtet (s.o.), die nicht Bestandteil der bauteilbezogenen Mindestanforderungen der EnEV 2009 sind.

Für die Gesamtmaßnahme ergeben sich dadurch zwei energetische Zielstandards, die die energetische Qualität der Modellgebäude nach Durchführung einer Gesamtsanierung beschreiben:

- Zielstandard 1 („EnEV 2009“): Umsetzung der bauteilbezogenen Mindestanforderungen der EnEV 2009 mit zusätzlicher Heizungsmodernisierung. Dieser Standard entspricht aufgrund der zusätzlichen Heizungsmodernisierung ungefähr dem Standard für einen Neubau nach EnEV 2009. Die Kriterien für ein Effizienzhaus 100 der KfW werden in etwa erfüllt.
- Zielstandard 2 („EnEV 2009-30%“): Umsetzung von im Mittel um 30 % gegenüber EnEV 2009 verschärften bauteilbezogenen Mindestanforderungen mit zusätzlicher Modernisierung der Heizung und dem Einbau einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung. Dieser Standard ist deutlich besser als der Standard für Neubauten nach EnEV 2009. Die Kriterien für ein Effizienzhaus 70 der KfW werden näherungsweise erfüllt.

Die Kriterien für die Effizienzhaus-Förderung der KfW (Effizienzhaus 100 und Effizienzhaus 70) sind im Rahmen der Energieberatung im Einzelfall zu überprüfen. Die Hausdatenblätter für den Zielstandard 1 finden sich in Anhang A, für den Zielstandard 2 in Anhang B.

3.5 Investitionskosten der untersuchten Maßnahmen

Die Vollkosten und die energiebedingten Mehrkosten der hier untersuchten energiesparenden Maßnahmen wurden mit Hilfe von empirisch abgesicherten Kostenfunktionen ermittelt, die in einer umfangreichen Studie des IWU auf Basis abgerechneter Kosten für energiesparende Maßnahmen von Wohngebäuden abgeleitet wurden [Hinz 2010].

Um mit aktualisierten Kosten zu rechnen, wurde bei den Kostenansätzen für die hier vorliegende Studie eine mittlere Preissteigerung von 12,6 % gegenüber dem Stand 1’2009 berücksichtigt. Kosten, die im Mittel für die Beseitigung von Wärmebrücken nötig sind, sind dabei in die Kosten für den verbesserten Wärmeschutz mit eingerechnet.

[2] Die EnEV 2014 tritt im Mai 2014 in Kraft. Die hier verwendeten bauteilbezogenen Mindestanforderungen für Maßnahmen im Bestand bleiben darin unverändert.

Bei der Interpretation der Kostenkennwerte ist zu berücksichtigen, dass im konkreten Einzelfall die Kosten für die Maßnahmen auch deutlich über den „typischen“ Kosten nach der Kostenfunktion liegen können – aber auch deutlich darunter.

Bei der Bestimmung der energiebedingten Mehrkosten wurden folgende Annahmen zu Grunde gelegt:

Als Instandsetzungsinvestition sind z.B. bei der Außenwand die Putzsanierung und beim Steildach die Dachneueindeckung zu werten. Energiebedingte Mehrkosten resultieren z.B. bei der Dämmung der Außenwand aus dem Dämmstoff (Material), dem Verlegen des Dämmstoffs (kleben, schäumen, schleifen) sowie allen Nebenarbeiten wie z. B. die Dämmung im Sockelbereich, im Bereich von Loggien oder Fensterlaibungen, den Sockelschienen, dem Dübeln des Dämmstoffs, aus eventuell erforderlichen Brandschutzausbildungen, systemgerechten Fensterbänken etc.

Sind alte Fenster im Zuge einer ohnehin anstehenden Instandsetzung vollständig zu ersetzen, dann sind Fenster mit einer 2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung und einem U_W-Wert für das Fenster von 1,3 W/(m²K) vorgeschrieben. Dieser energetische Standard führt zu keinen energiebedingten Mehrkosten, weil nennenswert schlechtere Fenster zu entsprechend geringeren Kosten praktisch am Markt nicht mehr angeboten werden. Energiebedingte Mehrkosten entstehen erst beim Übergang auf hochwertigere Verglasungen (3-Scheiben) in konventionellen Rahmen bis hin zu passivhaustauglichen Fenstern.

Ausnahmen vom Kopplungsprinzip bilden die Kellerdecke und die oberste Geschossdecke. Für diese Bauteile ist in der Regel über die Lebensdauer des Gebäudes keine Instandsetzung erforderlich. Die energiebedingten Mehrkosten entsprechen daher den Vollkosten.

Beim Austausch der alten Niedertemperaturkessel kann ein neuer Gas- bzw. Öl-Brennwertkessel als Stand der Technik angesehen werden. Dieser Standard ist ohne energiebedingte Mehrkosten zu realisieren. Energiebedingte Mehrkosten entstehen jedoch durch den Einsatz von Solaranlagen. Abluftanlagen sind Maßnahmen zur Sicherstellung einer zeitgemäßen Raumluftqualität. Energiebedingte Mehrkosten entstehen erst beim Übergang zu Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung.

3.6 Energiekosteneinsparungen

Die Energiekosteneinsparungen im Jahr der Maßnahme ergeben sich aus den nach dem Leitfaden „Energiebewusste Gebäudeplanung“ (LEG) berechneten jährlichen Einsparungen an Endenergie (für Heizung, Warmwasser und Hilfsstrom) und den angenommenen, aktuellen Energiepreisen für Heizöl (8,5 Cent/kWh) bzw. Erdgas (7,0 Cent/kWh) und Strom (23,5 Cent/kWh).

Bei der Berechnung der mittleren Kostenersparnis über 25 Jahre wird zusätzlich von einer jährlichen Energiepreissteigerung von 3 %/a (nominal) und einem Kalkulationszinssatz von 4 % ausgegangen.

Die Energiekosteneinsparungen werden sowohl für die Einzelmaßnahmen als auch für die Gesamtmaßnahme berechnet. Die Summe der Energiekosteneinsparungen der Einzelmaßnahmen ist dabei größer als die Energiekosteneinsparung der Gesamtmaßnahme. Dies liegt unter anderem an der Kombination von Wärmeschutz und Kesselaustausch, da beim ungedämmten Gebäude der Brennwertkessel als Einzelmaßnahme mehr einspart als in einem bereits gedämmten Gebäude.

3.7 Budgetklassen

Entscheidungen für Energiesparmaßnahmen am Gebäude müssen unter Berücksichtigung der zur Verfügung stehenden finanziellen Mittel getroffen werden. In den Hausdatenblättern werden daher drei Budgetklassen unterschieden: bis ca. 10.000 Euro, bis ca. 30.000 Euro und bis ca. 50.000 Euro.

Für jede Budgetklasse werden in den Hausdatenblättern zwei Maßnahmenkombinationen angegeben, die bei unterschiedlich hohem Budget möglich sind. Dies wird optisch über das Setzen von Häkchen verdeut-

licht. Für diese Maßnahmenkombinationen werden die Gesamtkosten ausgewiesen. Budgetüberschreitungen von jeweils 3 % des Budgets werden dabei als „normale“ Baukostenschwankungen zugelassen.

Bei der Auswahl der möglichen Maßnahmenkombinationen wird ausschließlich nach Kostengesichtspunkten und nicht nach Maßgabe der Wirtschaftlichkeit bzw. technischer Kriterien vorgegangen. Ausnahme sind Abluftanlagen und Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung. Sie werden nur dann berücksichtigt, wenn die thermische Hülle des Gebäudes vollkommen geschlossen ist.

Bei der Höhe der zur Verfügung stehenden Budgets werden mögliche Förderungen für Energiesparmaßnahmen nicht berücksichtigt. Die Voraussetzungen für eine mögliche Förderung müssen individuell, z.B. im Rahmen einer Energieberatung, überprüft werden.

4 Einsparungen und Kosten für die Modellgebäude im Überblick

4.1 Einsparungen Endenergie

In Abbildung 3 und Abbildung 4 sind die Ergebnisse der Energiebilanzberechnungen für den Endenergiebedarf nach LEG (Heizperiodenverfahren & DIN 4701-10) für die energetischen Standards IST, EnEV 2009 und EnEV 2009-30% sowie für die neun Modellgebäude zusammenfassend dargestellt. Bezugsfläche ist die Wohnfläche. Die Werte beziehen sich jeweils auf die Umsetzung des gesamten Maßnahmenpakets („Alle“).

Aufgrund der stark unterschiedlichen Energiepreise für Strom und Erdgas/Heizöl werden in der Darstellung die Endenergiekennwerte für Strom (Haushalt & Hilfsenergie) sowie für Heizung & Warmwasser getrennt ausgewiesen.

- IST-Zustand: Die Endenergiekennwerte für Heizung & Warmwasser der neun Modellgebäude liegen im IST-Zustand zwischen 170 kWh/(m^2_{Wohn}a) und 262 kWh/(m^2_{Wohn}a). Zusätzlich entstehen Bedarfe für Strom (Haushalt & Hilfsenergie), die zwischen 29 und 39 kWh/(m^2_{Wohn}a) liegen.
- EnEV 2009: Beim Standard „EnEV 2009“ sinken die Endenergiekennwerte der Modellgebäude durchgängig um mindestens ca. 50 % im Vergleich zum IST-Zustand. Teilweise werden noch deutlich höhere Einsparungen erzielt. Die Endenergiekennwerte für Heizung & Warmwasser liegen zwischen 74 kWh/(m^2_{Wohn}a) und 100 kWh/(m^2_{Wohn}a). Durch Einsparungen beim Hilfsstrom liegen die Bedarfe für Strom (Haushalt & Hilfsenergie) zwischen 27 und 30 kWh/(m^2_{Wohn}a).
- EnEV 2009-30%: Der Endenergiebedarf ist bei diesem Standard mit Kennwerten zwischen 50 kWh/(m^2_{Wohn}a) und 75 kWh/(m^2_{Wohn}a) für Heizung & Warmwasser, zusätzlich ca. 30 kWh/(m^2_{Wohn}a) für den Strombedarf nochmals niedriger.

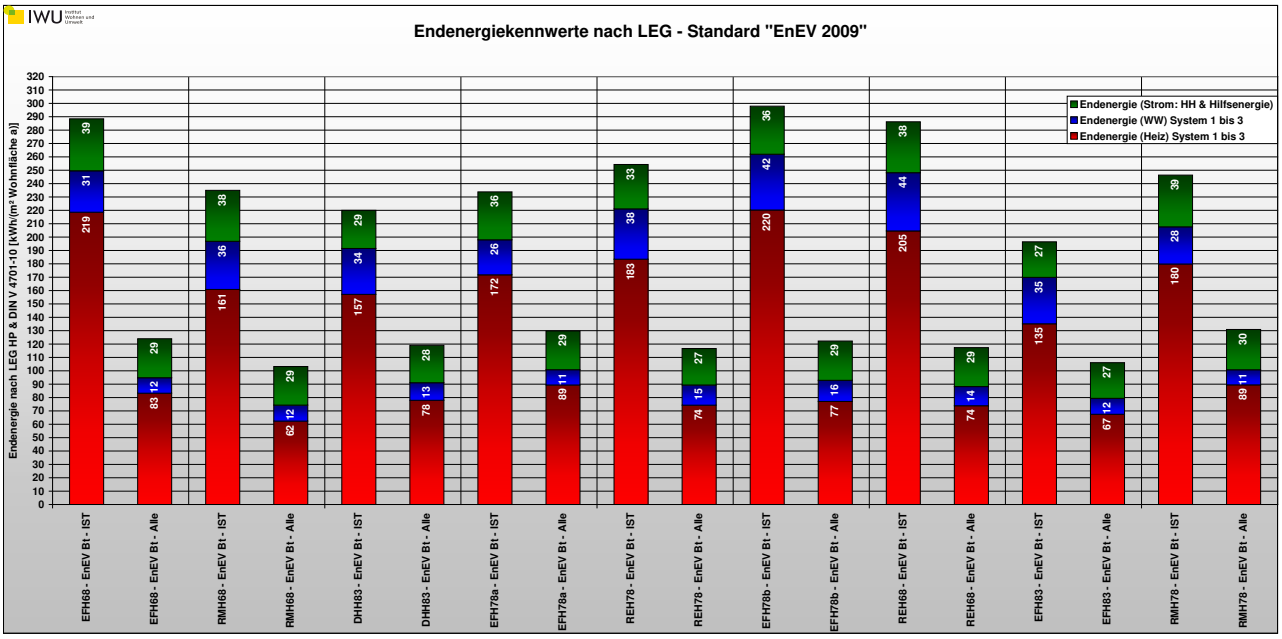


Abbildung 3: Endenergiekennwerte (Heizung & Warmwasser & Strom für Haushalt und Hilfsenergie) nach LEG für die Modellgebäude und den energetischen Standard „EnEV 2009“, Bezugsfläche: Wohnfläche

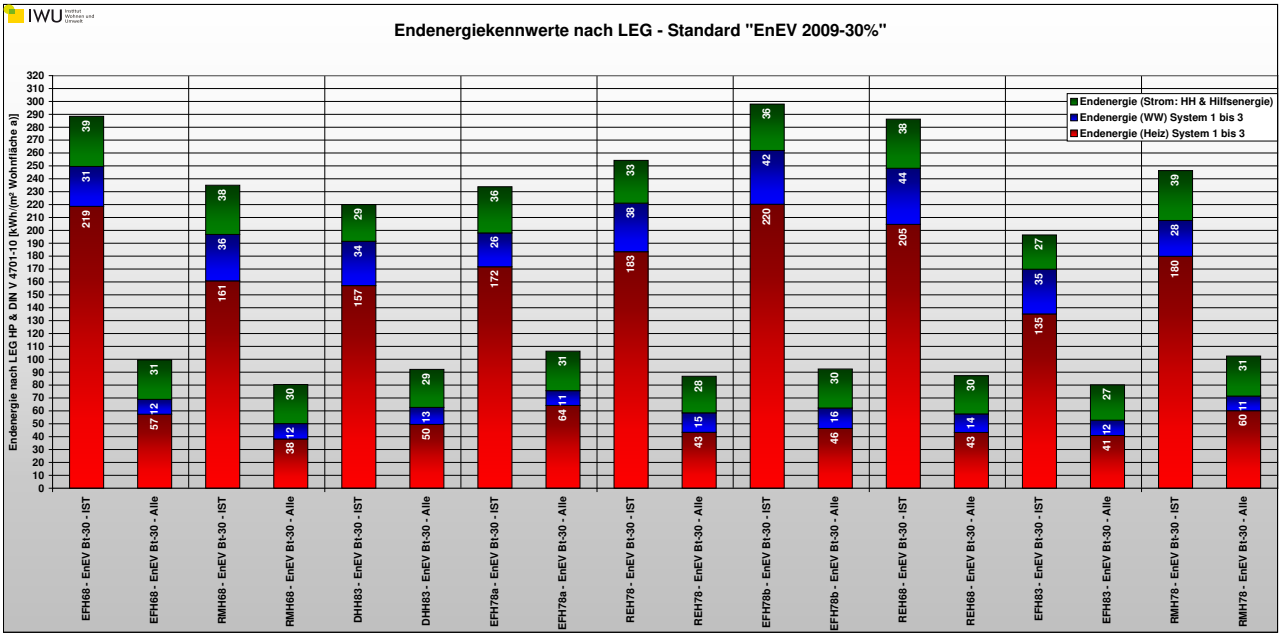


Abbildung 4: Endenergiekennwerte (Heizung & Warmwasser & Strom für Haushalt und Hilfsenergie) nach LEG für die Modellgebäude und den energetischen Standard „EnEV 2009-30%“, Bezugsfläche: Wohnfläche

4.2 Vollkosten und energiebedingte Mehrkosten

Für die Modellgebäude und die beiden definierten energetischen Standards ergeben sich die in Abbildung 5 und Abbildung 6 dargestellten Vollkosten bzw. energiebedingten Mehrkosten, wenn jeweils das gesamte Maßnahmenpaket umgesetzt wird.

Dabei wird deutlich, dass

- bei einem Gebäude mit erheblichem Instandsetzungsbedarf die energiebedingten Mehrkosten deutlich kleiner sind als die „ohnehin“ entstehenden Instandsetzungskosten (in der Abbildung als Differenz zwischen Vollkosten und energiebedingten Mehrkosten ablesbar). Beim Standard „EnEV 2009“ liegen die Vollkosten zum Beispiel zwischen 310 €/m²$_{Wohn}$ im EFH83 und 587 €/m²$_{Wohn}$ im EFH68. Die energiebedingten Mehrkosten für diesen Standard sind deutlich geringer und liegen zwischen 106 €/m²$_{Wohn}$ im EFH83 und 173 €/m²$_{Wohn}$ im EFH68.
- die Komplettsanierung immer dann deutlich günstiger ausfällt, wenn nur eine Dämmung der Obergeschossdecke und keine aufwändige Steildachsanierung notwendig wird (bei unbeheizten Dachgeschossen wie im EFH78a, EFH83, RMH68 und RMH78) sowie
- beim Übergang zum energetisch besseren Standard „EnEV 2009-30%“ die Vollkosten um ca. 56 bis 95 €/m²$_{Wohn}$ ansteigen.

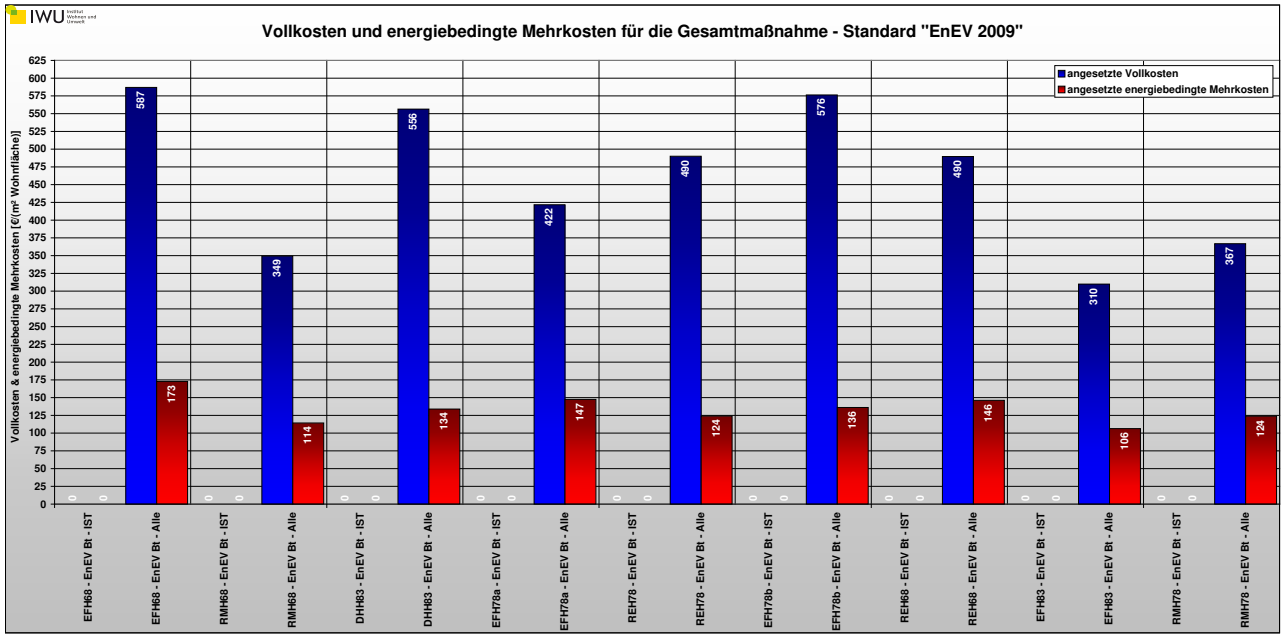


Abbildung 5: Vollkosten bzw. energiebedingte Mehrkosten für die Modellgebäude und den energetischen Standard „EnEV 2009“, Bezugsfläche: Wohnfläche

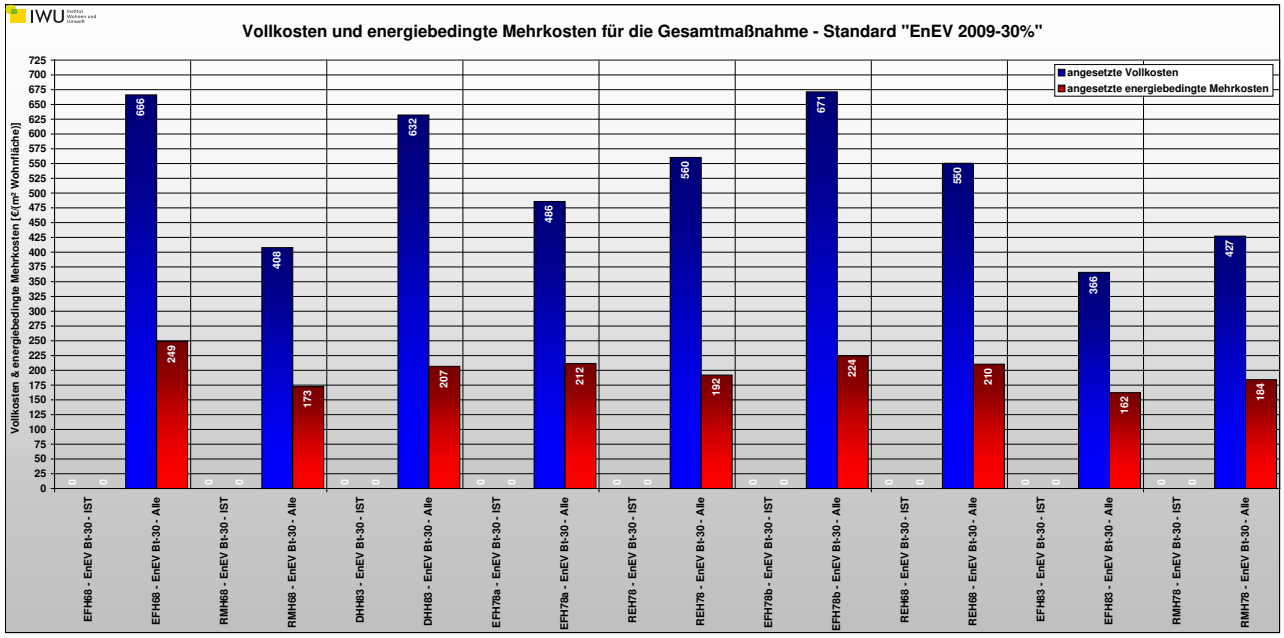


Abbildung 6: Vollkosten bzw. energiebedingte Mehrkosten für die Modellgebäude und den energetischen Standard „EnEV 2009 -30%“, Bezugsfläche: Wohnfläche

4.3 Mögliche Maßnahmen bei gegebenem Budget

Bei den untersuchten Modellgebäuden sind energiesparende Maßnahmen in jeder Budgetklasse möglich:

- Budgetklasse bis ca. 10.000 €: Bei allen Modellgebäuden sind in dieser Budgetklasse maximal zwei Einzelmaßnahmen möglich, die aber bereits zu einer merklichen Einsparung an Energiekosten füh-

ren können. Insbesondere bei Modellgebäuden mit großen Bauteilflächen (z.B. DHH83 und REH79) wird das Budget von 10.000 € teilweise nicht ausgeschöpft, da im Rahmen des Budgets nur eine Maßnahme und keine Maßnahmenkombination möglich ist.

- Budgetklasse bis ca. 30.000 €: In dieser Budgetklasse sind bei allen Modellgebäuden Kombinationen von mindestens zwei Einzelmaßnahmen möglich, die zu einer deutlichen Einsparung von Energiekosten führen können. Das zur Verfügung stehende Budget kann in der Regel nahezu vollständig ausgeschöpft werden.
- Budgetklasse bis ca. 50.000 €: In dieser Budgetklasse sind bei allen Modellgebäuden Kombinationen von mindestens drei Einzelmaßnahmen möglich, die zu einer erheblichen Einsparung von Energiekosten führen können. Bei Gebäudetypen mit kleineren Bauteilflächen kann mit diesem Budget das gesamte Maßnahmenpaket (RMH68, RMH78, EFH78a) bzw. nahezu das gesamte Maßnahmenpaket (REH 68) durchgeführt werden. Bei den Gebäudetypen mit größeren Bauteilflächen kann das gesamte Maßnahmenpaket dagegen mit einem Budget von 50.000 € nicht vollständig durchgeführt werden.

Im Gespräch mit einem Energieberater sollten Gebäudeeigentümer für sich Klarheit gewinnen, welcher energetische Standard mittelfristig beim Wärmeschutz erreicht werden soll bzw. welche Restriktionen beim jeweiligen Gebäude beachtet werden müssen. Darüber hinaus informiert der Energieberater über technische Zusammenhänge und Fördermöglichkeiten. Die Energieberatung wird zum Beispiel von der KfW im Rahmen der Effizienzhausförderung oder vom Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) gefördert. Der Zuschuss der BAFA für eine Vor-Ort-Beratung beträgt 400 Euro für Ein-/Zweifamilienhäuser und 500 Euro für Wohnhäuser mit mindestens drei Wohneinheiten. Energieberater in Wohnortnähe sind über das Internet zu finden (z. B. http://www.energie-effizienz-experten.de).

Literatur

[Hinz 2010] Hinz, E.: Untersuchung zur weiteren Verschärfung der energetischen Anforderungen an Wohngebäude mit der EnEV 2012; Teil 1 - Kosten energierelevanter Bau- und Anlagenteile in der energetischen Modernisierung von Altbauten; im Auftrag des BBSR; IWU; Darmstadt 2010

[IWU 2003] Institut Wohnen und Umwelt (Hrsg.): Deutsche Gebäudetypologie – Systematik und Datensätze; IWU; Darmstadt 2003

[IWU 2007] Loga, T., Diefenbach, N., Enseling, A., Hacke, U., Born, R., Knissel, J., Hinz, E.: Querschnittsbericht Energieeffizienz im Wohngebäudebestand - Techniken, Potenziale, Kosten und Wirtschaftlichkeit; im Auftrag des VdW südwest; IWU; Darmstadt 2007

[IWU 2012] Diefenbach, N., Enseling, A., Hinz, E., Loga, T.: Evaluierung und Fortentwicklung der EnEV 2009: Untersuchung zu ökonomischen Rahmenbedingungen im Wohnungsbau; im Auftrag des BBSR; IWU/BBSR 2012

[IWU 2013] Diefenbach, N.; v. Malottki, C.; Enseling, A.; Loga, T.; Cischinsky, H.; Stein, B.; Hörner, M.; Grafe, M.: Maßnahmen zur Umsetzung der Ziele des Energiekonzeptes im Gebäudebereich – Zielerreichungsszenario; BMVBS-Online-Publikation 03/2013

Anhang A - Hausdatenblätter der Modellgebäude – Zielstandard 1: „EnEV 2009“

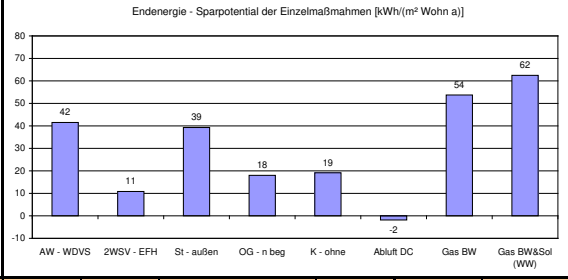
„EnEV 2009“: Umsetzung der bauteilbezogenen Mindestanforderungen der EnEV 2009 mit zusätzlicher Heizungsmodernisierung

Tabelle 3: Einfamilienhaus Baualter 1958 bis 1968 (EFH68) 21
Tabelle 4: Einfamilienhaus Baualter 1969 bis 1978 (EFH78a) 22
Tabelle 5: Einfamilienhaus Baualter 1969 bis 1978 (EFH78b) 23
Tabelle 6: Einfamilienhaus Baualter 1979 bis 1983 (EFH83) 24
Tabelle 7: Reihenmittelhaus Baualter 1958 bis 1968 (RMH68) 25
Tabelle 8: Reihenmittelhaus Baualter 1969 bis 1978 (RMH78) 26
Tabelle 9: Reihenendhaus Baualter 1958 bis 1968 (REH68) 27
Tabelle 10: Reihenendhaus Baualter 1969 bis 1978 (REH78) 28
Tabelle 11: Doppelhaushälfte Baualter 1979 bis 1983 (DHH83) 29

Haustyp: EFH , Baualtersklasse: 1958 bis 1968

Bezugsfläche 102 m²	Bestehende Anlagentechnik	Kennwerte nach LEG	vor Mod	nach Mod
Wohneinheiten 1	für Heizung und Warmwasser:	Endenergiebedarf Heizung	219 kWh/(m²a)	83 kWh/(m²a)
Anzahl Geschosse 1	Niedertemperaturkessel Erdgas	Endenergiebedarf WW	31 kWh/(m²a)	12 kWh/(m²a)
Dachgeschoss teilweise beheizt		Strom HH & Hilfsenergie	39 kWh/(m²a)	29 kWh/(m²a)
Kellergeschoss nicht beheizt				

Zielstandard 1: Umsetzung der bauteilbezogenen Mindestanforderungen der EnEV 2009 mit zusätzlicher Heizungsmodernisierung („EnEV 2009")



Mögliche Maßnahmenkombinationen bei gegebenem Budget von bis …

Bauteil Kurzbezeichnung	Beschreibung der Einzelmaßnahmen	U-Wert vor Mod.	Dämmung zusätzlich	U-Wert neu	Vollkosten (brutto)		energiebed. Mehrkosten	Kosten-ersparnis im Jahr der Maßnahme*	mittlere Kosten-ersparnis**	ca. 10.000 €		ca. 30.000 €		ca. 50.000 €	
		[W/(m²K)]	[cm]	[W/(m²K)]	[€]	[€ /m² Bt]	[€ /m² Bt]	€/a	€/a	1. Möglichkeit	2. Möglichkeit	1. Möglichkeit	2. Möglichkeit	1. Möglichkeit	2. Möglichkeit
St - außen	Dämmung zwischen/auf den Sparren im Zuge einer ohnehin erforderlichen Neueindeckung, Entsorgung der vorh. Dämmung zwischen den Sparren	1,4	17	0,24	17.658	245	41	300	424			√	√	√	√
OG - n beg	Dämmung auf der obersten Geschossdecke, nicht begehbar, Entsorgung der vorh. Dämmung	1,0	13	0,24	859	17	17	135	191	√	√	√		√	√
AW - WDVS	Wärmedämmverbundsystem auf Altputz im Zuge einer ohnehin erforderlichen umfassenden Putzsanierung	1,0	11	0,24	14.880	128	47	317	449					√	√
K - ohne	Dämmung der Kellerdecke unterseitig, ohne zusätzlichen Schutz gegen mechanische Beschädigung	1,0	8	0,30	3.847	39	39	144	203	√		√		√	√
2WSV - EFH	2-Scheiben-Wärmeschutzglasung, Kunststoffrahmen, Standardfenster (Dreh-Kipp, ohne Sprossen)	2,7		1,30	7.653	383		82	115		√	√		√	
Anlagentechnik nach Modernisierung					Vollkosten [€]	Vollkosten [€/WE]	energiebed. Mehrkosten [€/WE]								
Abluft DC	einfache Abluftanlage, DC Ventilator				2.731	2.731		-44	-62					√	
Gas BW&Sol (WW)	neue Heizanlage (Gas-BW) inkl. Schornsteinsanierung und neuem Speicher				12.247	12.247	4.472	620	878						
Warmwasser	nachträglicher Einbau einer Solaranlage zur Unterstützung der Warmwasser-Bereitung												√		√
	(energiebedingte Mehrkosten gegenüber dem Einbau eines Brennwertkessels)														
Alle Maßnahmen					**59.867**	**59.867**	**17.629**	**1.338**	**1.893**	4.706 €	8.512 €	30.018 €	29.905 €	47.629 €	49.492 €
					[€/m² Wohn]		[€/m² Wohn]								
Alle Maßnahmen					**587**	**--**	**173**	**--**	**--**						

*ausgehend von 7 Cent/kWh für Erdgas und 23,5 Cent/kWh für Strom
**bei 25 Jahren Betrachtungszeitraum, 4 % Kalkulationszins und 3 %/a Energiepreissteigerung

Die Energiekosteneinsparung der markierten Maßnahmenkombinationen ist jeweils etwas geringer als die addierten Energiekosteneinsparungen der Einzelmaßnahmen (siehe S. 13)

Tabelle 3: Hausdatenblatt EFH68 – Zielstandard 1: EnEV 2009

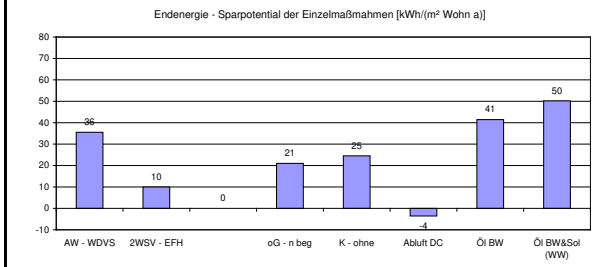
Haustyp: EFH , Baualtersklasse: 1969 bis 1978

Bezugsfläche	109 m²
Wohneinheiten	1
Anzahl Geschosse	1
Dachgeschoss	nicht beheizt
Kellergeschoss	nicht beheizt

Bestehende Anlagentechnik für Heizung und Warmwasser: Niedertemperaturkessel Heizöl

Kennwerte nach LEG	vor Mod	nach Mod
Endenergiebedarf Heizung	172 kWh/(m²a)	89 kWh/(m²a)
Endenergiebedarf WW	26 kWh/(m²a)	11 kWh/(m²a)
Strom HH & Hilfsenergie	36 kWh/(m²a)	29 kWh/(m²a)

Zielstandard 1: Umsetzung der bauteilbezogenen Mindestanforderungen der EnEV 2009 mit zusätzlicher Heizungsmodernisierung („EnEV 2009“)



Mögliche Maßnahmenkombinationen bei gegebenem Budget von bis …

Bauteil Kurzbezeichnung	Beschreibung der Einzelmaßnahmen	U-Wert vor Mod.	Dämmung zusätzlich	U-Wert neu	Vollkosten (brutto)		energiebed. Mehrkosten	Kosten-ersparnis im Jahr der Maßnahme*	mittlere Kosten-ersparnis**	ca. 10.000 €		ca. 30.000 €		ca. 50.000 €	
		[W/(m²K)]	[cm]	[W/(m²K)]	[€]	[€ /m² Bt]	[€ /m² Bt]	€/a	€/a	1. Möglichkeit	2. Möglichkeit	1. Möglichkeit	2. Möglichkeit	1. Möglichkeit	2. Möglichkeit
--															
oG - n beg	Dämmung auf der obersten Geschossdecke, nicht begehbar, Entsorgung der vorh. Dämmung	0,6	9	0,24	1.701	12	12	208	294	√	√	√	√	√	
AW - WDVS	Wärmedämmverbundsystem auf Altputz im Zuge einer ohnehin erforderlichen umfassenden Putzsanierung	1,0	11	0,24	14.752	128	47	352	498				√	√	
K - ohne	Dämmung der Kellerdecke unterseitig, ohne zusätzlichen Schutz gegen mechanische Beschädigung	1,0	8	0,30	5.626	39	39	243	344	√		√	√	√	
2WSV - EFH	2-Scheiben-Wärmeschutzglasung, Kunststoffrahmen, Standardfenster (Dreh-Kipp, ohne Sprossen)	2,7		1,30	8.419	383		94	134		√	√	√	√	
Anlagentechnik nach Modernisierung					Vollkosten [€]	Vollkosten [€/WE]	energiebed. Mehrkosten [€/WE]								
Abluft DC	einfache Abluftanlage, DC Ventilator				2.755	2.755		-62	-88					√	
Öl BW&Sol (WW)	neue Heizanlage (Öl-Brennwert) inkl. Schornsteinsanierung und neuem Speicher				12.716	12.716	3.317	604	855			√		√	
Warmwasser	nachträglicher Einbau einer Solaranlage zur Unterstützung der Warmwasser-Bereitung														
	(energiebedingte Mehrkosten gegenüber dem Einbau eines Brennwertkessels)														
Alle Maßnahmen					**45.969**	**45.969**	**16.076**	**1.075**	**1.521**	7.327 €	10.120 €	28.462 €	30.498 €	45.969 €	
					[€/m² Wohn]		[€/m² Wohn]								
Alle Maßnahmen					**422**	**--**	**147**	**--**	**--**						

*ausgehend von 8,5 Cent/kWh für Heizöl und 23,5 Cent/kWh für Strom
**bei 25 Jahren Betrachtungszeitraum, 4 % Kalkulationszins und 3 %/a Energiepreissteigerung

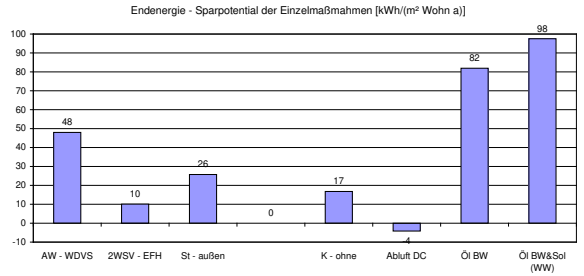
Die Energiekosteneinsparung der markierten Maßnahmenkombinationen ist jeweils etwas geringer als die addierten Energiekosteneinsparungen der Einzelmaßnahmen (siehe S. 13)

Tabelle 4: Hausdatenblatt EFH78a – Zielstandard 1: EnEV 2009

Haustyp: EFH, Baualtersklasse: 1969 bis 1978

Bezugsfläche	130 m²	Bestehende Anlagentechnik	Kennwerte nach LEG	vor Mod	nach Mod
Wohneinheiten	1	für Heizung und Warmwasser:	Endenergiebedarf Heizung	220 kWh/(m²a)	77 kWh/(m²a)
Anzahl Geschosse	1	Niedertemperaturkessel Heizöl	Endenergiebedarf WW	42 kWh/(m²a)	16 kWh/(m²a)
Dachgeschoss	voll beheizt		Strom HH & Hilfsenergie	36 kWh/(m²a)	29 kWh/(m²a)
Kellergeschoss	nicht beheizt				

Zielstandard 1: Umsetzung der bauteilbezogenen Mindestanforderungen der EnEV 2009 mit zusätzlicher Heizungsmodernisierung („EnEV 2009“)



Mögliche Maßnahmenkombinationen bei gegebenem Budget von bis …

Bauteil Kurzbezeichnung	Beschreibung der Einzelmaßnahmen	U-Wert vor Mod.	Dämmung zusätzlich	U-Wert neu	Vollkosten (brutto)		energiebed. Mehrkosten	Kosten-ersparnis im Jahr der Maßnahme*	mittlere Kosten-ersparnis**	ca. 10.000 €		ca. 30.000 €		ca. 50.000 €	
		[W/(m²K)]	[cm]	[W/(m²K)]	[€]	[€ /m² Bt]	[€ /m² Bt]	€/a	€/a	1. Möglichkeit	2. Möglichkeit	1. Möglichkeit	2. Möglichkeit	1. Möglichkeit	2. Möglichkeit
St - außen	Dämmung zwischen/auf den Sparren im Zuge einer ohnehin erforderlichen Neueindeckung, Entsorgung der vorh. Dämmung zwischen den Sparren	0,8	10	0,24	25.279	226	25	295	418						√
--															
AW - WDVS	Wärmedämmverbundsystem auf Altputz im Zuge einer ohnehin erforderlichen umfassenden Putzsanierung	1,0	11	0,24	18.985	128	47	555	786				√	√	
K - ohne	Dämmung der Kellerdecke unterseitig, ohne zusätzlichen Schutz gegen mechanische Beschädigung	1,0	8	0,30	3.847	39	39	191	271	√		√		√	
2WSV - EFH	2-Scheiben-Wärmeschutzglasung, Kunststoffrahmen, Standardfenster (Dreh-Kipp, ohne Sprossen)	2,7		1,30	9.949	383		115	163		√	√	√	√	√
Anlagentechnik nach Modernisierung					Vollkosten [€]	Vollkosten [€/WE]	energiebed. Mehrkosten [€/WE]								
Abluft DC	einfache Abluftanlage, DC Ventilator				2.818	2.818		-85	-120						
Öl BW&Sol (WW)	neue Heizanlage (Öl-Brennwert) inkl. Schornsteinsanierung und neuem Speicher				14.050	14.050	4.017	1.226	1.735			√		√	√
Warmwasser	nachträglicher Einbau einer Solaranlage zur Unterstützung der Warmwasser-Bereitung														
	(energiebedingte Mehrkosten gegenüber dem Einbau eines Brennwertkessels)														
Alle Maßnahmen					**74.929**	**74.929**	**17.697**	**2.070**	**2.928**	3.847 €	9.949 €	27.846 €	28.935 €	46.831 €	49.278 €
					[€/m² Wohn]		[€/m² Wohn]								
Alle Maßnahmen					**576**	**--**	**136**	**--**	**--**						

*ausgehend von 8,5 Cent/kWh für Heizöl und 23,5 Cent/kWh für Strom

**bei 25 Jahren Betrachtungszeitraum, 4 % Kalkulationszins und 3 %/a Energiepreissteigerung

Die Energiekosteneinsparung der markierten Maßnahmenkombinationen ist jeweils etwas geringer als die addierten Energiekosteneinsparungen der Einzelmaßnahmen (siehe S. 13)

Tabelle 5: Hausdatenblatt EFH78b – Zielstandard 1: EnEV 2009

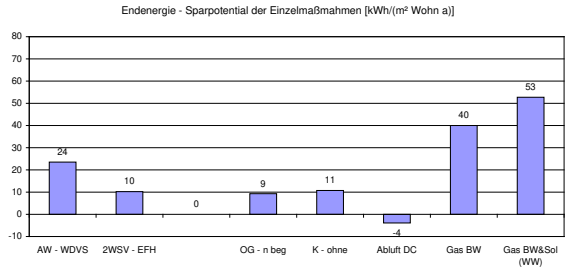
Haustyp: EFH, Baualtersklasse: 1979 bis 1983

Bezugsfläche 196 m²
Wohneinheiten 1
Anzahl Geschosse 2
Dachgeschoss nicht beheizt
Kellergeschoss nicht beheizt

Bestehende Anlagentechnik für Heizung und Warmwasser: Niedertemperaturkessel Erdgas

Kennwerte nach LEG	vor Mod	nach Mod
Endenergiebedarf Heizung	135 kWh/(m²a)	67 kWh/(m²a)
Endenergiebedarf WW	35 kWh/(m²a)	12 kWh/(m²a)
Strom HH & Hilfsenergie	27 kWh/(m²a)	27 kWh/(m²a)

Zielstandard 1: Umsetzung der bauteilbezogenen Mindestanforderungen der EnEV 2009 mit zusätzlicher Heizungsmodernisierung („EnEV 2009")



Mögliche Maßnahmenkombinationen bei gegebenem Budget von bis …

Bauteil Kurzbezeichnung	Beschreibung der Einzelmaßnahmen	U-Wert vor Mod.	Dämmung zusätzlich	U-Wert neu	Vollkosten (brutto)		energiebed. Mehrkosten	Kosten-ersparnis im Jahr der Maßnahme*	mittlere Kosten-ersparnis**	ca. 10.000 €		ca. 30.000 €		ca. 50.000 €	
		[W/(m²K)]	[cm]	[W/(m²K)]	[€]	[€ /m² Bt]	[€ /m² Bt]	€/a	€/a	1. Möglichkeit	2. Möglichkeit	1. Möglichkeit	2. Möglichkeit	1. Möglichkeit	2. Möglichkeit
--															
OG - n beg	Dämmung auf der obersten Geschossdecke, nicht begehbar, Entsorgung der vorh. Dämmung	0,5	8	0,24	1.328	10	10	133	188	√		√	√	√	
AW - WDVS	Wärmedämmverbundsystem auf Altputz im Zuge einer ohnehin erforderlichen umfassenden Putzsanierung	0,8	10	0,24	18.872	126	45	336	476				√	√	√
K - ohne	Dämmung der Kellerdecke unterseitig, ohne zusätzlichen Schutz gegen mechanische Beschädigung	0,8	7	0,30	4.915	38	38	153	217	√		√	√	√	
2WSV - EFH	2-Scheiben-Wärmeschutzglasung, Kunststoffrahmen, Standardfenster (Dreh-Kipp, ohne Sprossen)	2,7		1,30	14.924	383		138	195						√
Anlagentechnik nach Modernisierung					Vollkosten [€]	Vollkosten [€/WE]	energiebed. Mehrkosten [€/WE]								
Abluft DC	einfache Abluftanlage, DC Ventilator				2.973	2.973		-108	-152						
Gas BW&Sol (WW)	neue Heizanlage (Gas-BW) inkl. Schornsteinsanierung und neuem Speicher				17.725	17.725	7.889	761	1.076			√		√	√
Warmwasser	nachträglicher Einbau einer Solaranlage zur Unterstützung der Warmwasser-Bereitung														
	(energiebedingte Mehrkosten gegenüber dem Einbau eines Brennwertkessels)														
Alle Maßnahmen					**60.738**	**60.738**	**20.849**	**1.237**	**1.750**	6.243 €		23.968 €	25.116 €	42.841 €	51.522 €
					[€/m² Wohn]		[€/m² Wohn]								
Alle Maßnahmen					**310**	**--**	**106**	**--**	**--**						

*ausgehend von 7 Cent/kWh für Erdgas und 23,5 Cent/kWh für Strom
**bei 25 Jahren Betrachtungszeitraum, 4 % Kalkulationszins und 3 %/a Energiepreissteigerung

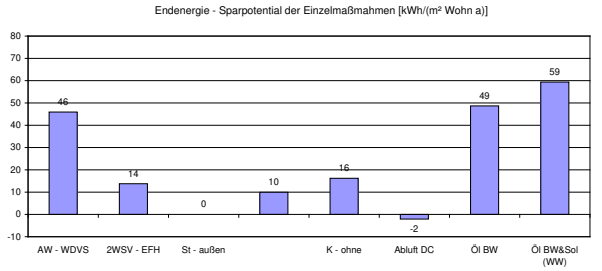
Die Energiekosteneinsparung der markierten Maßnahmenkombinationen ist jeweils etwas geringer als die addierten Energiekosteneinsparungen der Einzelmaßnahmen (siehe S. 13)

Tabelle 6: Hausdatenblatt EFH83 – Zielstandard 1: EnEV 2009

Haustyp: RMH , Baualtersklasse: 1958 bis 1968

Bezugsfläche 97 m²	Bestehende Anlagentechnik	Kennwerte nach LEG	vor Mod	nach Mod
Wohneinheiten 1	für Heizung und Warmwasser:	Endenergiebedarf Heizung	161 kWh/(m²a)	62 kWh/(m²a)
Anzahl Geschosse 2	Niedertemperaturkessel Erdgas	Endenergiebedarf WW	36 kWh/(m²a)	12 kWh/(m²a)
Dachgeschoss nicht beheizt		Strom HH & Hilfsenergie	38 kWh/(m²a)	29 kWh/(m²a)
Kellergeschoss nicht beheizt				

Zielstandard 1: Umsetzung der bauteilbezogenen Mindestanforderungen der EnEV 2009 mit zusätzlicher Heizungsmodernisierung („EnEV 2009")



Mögliche Maßnahmenkombinationen bei gegebenem Budget von bis …

Bauteil Kurzbezeichnung	Beschreibung der Einzelmaßnahmen	U-Wert vor Mod.	Dämmung zusätzlich	U-Wert neu	Vollkosten (brutto)		energiebed. Mehrkosten	Kosten-ersparnis im Jahr der Maßnahme*	mittlere Kosten-ersparnis**	ca. 10.000 €		ca. 30.000 €		ca. 50.000 €	
		[W/(m²K)]	[cm]	[W/(m²K)]	[€]	[€ /m² Bt]	[€ /m² Bt]	€/a	€/a	1. Möglichkeit	2. Möglichkeit	1. Möglichkeit	2. Möglichkeit	1. Möglichkeit	2. Möglichkeit
--															
OG - n beg	Dämmung auf der obersten Geschossdecke, nicht begehbar, Entsorgung der vorh. Dämmung	0,5	13	0,24	1.100	17	17	71	100	√		√		√	
AW - WDVS	Wärmedämmverbundsystem auf Altputz im Zuge einer ohnehin erforderlichen umfassenden Putzsanierung	1,4	12	0,24	8.385	131	50	341	483	√		√	√	√	
K - ohne	Dämmung der Kellerdecke unterseitig, ohne zusätzlichen Schutz gegen mechanische Beschädigung	1,0	8	0,30	2.522	39	39	118	167		√		√	√	
2WSV - EFH	2-Scheiben-Wärmeschutzglasung, Kunststoffrahmen, Standardfenster (Dreh-Kipp, ohne Sprossen)	2,7		1,30	7.271	383		98	139		√	√	√	√	
Anlagentechnik nach Modernisierung					Vollkosten [€]	Vollkosten [€/WE]	energiebed. Mehrkosten [€/WE]								
Abluft DC	einfache Abluftanlage, DC Ventilator				2.713	2.713		-47	-67					√	
Gas BW&Sol (WW)	neue Heizanlage (Gas-BW) inkl. Schornsteinsanierung und neuem Speicher				11.904	11.904	4.268	556	787			√	√	√	
Warmwasser	nachträglicher Einbau einer Solaranlage zur Unterstützung der Warmwasser-Bereitung														
	(energiebedingte Mehrkosten gegenüber dem Einbau eines Brennwertkessels)														
Alle Maßnahmen					**33.894**	**33.894**	**11.088**	**1.044**	**1.477**	9.484 €	9.793 €	28.659 €	30.081 €	33.894 €	
					[€/m² Wohn]		[€/m² Wohn]								
Alle Maßnahmen					**349**	**--**	**114**	**--**	**--**						

*ausgehend von 7 Cent/kWh für Erdgas und 23,5 Cent/kWh für Strom

**bei 25 Jahren Betrachtungszeitraum, 4 % Kalkulationszins und 3 %/a Energiepreissteigerung

Die Energiekosteneinsparung der markierten Maßnahmenkombinationen ist jeweils etwas geringer als die addierten Energiekosteneinsparungen der Einzelmaßnahmen (siehe S. 13)

Tabelle 7: Hausdatenblatt RMH68 – Zielstandard 1: EnEV 2009

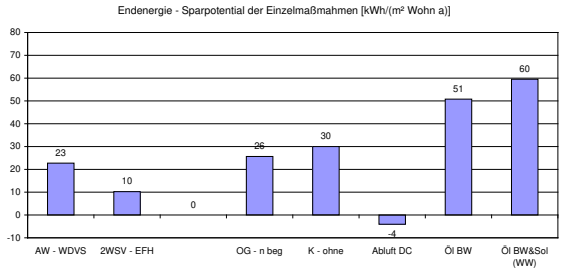
Haustyp: RMH , Baualtersklasse: 1969 bis 1978

Bezugsfläche 96 m²
Wohneinheiten 1
Anzahl Geschosse 1
Dachgeschoss voll beheizt
Kellergeschoss nicht beheizt

Bestehende Anlagentechnik für Heizung und Warmwasser: Niedertemperaturkessel Heizöl

Kennwerte nach LEG	vor Mod	nach Mod
Endenergiebedarf Heizung	180 kWh/(m²a)	89 kWh/(m²a)
Endenergiebedarf WW	28 kWh/(m²a)	11 kWh/(m²a)
Strom HH & Hilfsenergie	39 kWh/(m²a)	30 kWh/(m²a)

Zielstandard 1: Umsetzung der bauteilbezogenen Mindestanforderungen der EnEV 2009 mit zusätzlicher Heizungsmodernisierung („EnEV 2009")



Mögliche Maßnahmenkombinationen bei gegebenem Budget von bis …

Bauteil Kurzbezeichnung	Beschreibung der Einzelmaßnahmen	U-Wert vor Mod.	Dämmung zusätzlich	U-Wert neu	Vollkosten (brutto)		energiebed. Mehrkosten	Kosten-ersparnis im Jahr der Maßnahme*	mittlere Kosten-ersparnis**	ca. 10.000 €		ca. 30.000 €		ca. 50.000 €	
		[W/(m²K)]	[cm]	[W/(m²K)]	[€]	[€ /m² Bt]	[€ /m² Bt]	€/(m²Mon)	€/(m²Mon)	1. Möglichkeit	2. Möglichkeit	1. Möglichkeit	2. Möglichkeit	1. Möglichkeit	2. Möglichkeit
--															
OG - n beg	Dämmung auf der obersten Geschossdecke, nicht begehbar, Entsorgung der vorh. Dämmung	0,6	9	0,24	1.510	12	12	223	316	√	√		√	√	
AW - WDVS	Wärmedämmverbundsystem auf Altputz im Zuge einer ohnehin erforderlichen umfassenden Putzsanierung	1,0	11	0,24	6.927	128	47	198	280			√	√	√	
K - ohne	Dämmung der Kellerdecke unterseitig, ohne zusätzlichen Schutz gegen mechanische Beschädigung	1,0	8	0,30	4.974	39	39	261	370	√		√		√	
2WSV - EFH	2-Scheiben-Wärmeschutzglasung, Kunststoffrahmen, Standardfenster (Dreh-Kipp, ohne Sprossen)	2,7		1,30	7.271	383		87	123		√	√	√	√	
Anlagentechnik nach Modernisierung					Vollkosten [€]	Vollkosten [€/WE]	energiebed. Mehrkosten [€/WE]								
Abluft DC	einfache Abluftanlage, DC Ventilator				2.710	2.710		-61	-86					√	
Öl BW&Sol (WW)	neue Heizanlage (Öl-Brennwert) inkl. Schornsteinsanierung und neuem Speicher				11.834	11.834	2.866	631	893			√	√	√	
Warmwasser	nachträglicher Einbau einer Solaranlage zur Unterstützung der Warmwasser-Bereitung														
	(energiebedingte Mehrkosten gegenüber dem Einbau eines Brennwertkessels)														
Alle Maßnahmen					**35.217**	**35.217**	**11.893**	**1.066**	**1.508**	6.484 €	8.781 €	31.006 €	27.542 €	35.225 €	
					[€/m² Wohn]		[€/m² Wohn]								
Alle Maßnahmen					**367**	**--**	**124**	**--**	**--**						

*ausgehend von 8,5 Cent/kWh für Heizöl und Cent/kWh für Strom
**bei 25 Jahren Betrachtungszeitraum, 4 % Kalkulationszins und 3 %/a Energiepreissteigerung

Die Energiekosteneinsparung der markierten Maßnahmenkombinationen ist jeweils etwas geringer als die addierten Energiekosteneinsparungen der Einzelmaßnahmen (siehe S. 13)

Tabelle 8: Hausdatenblatt RMH78 – Zielstandard 1: EnEV 2009

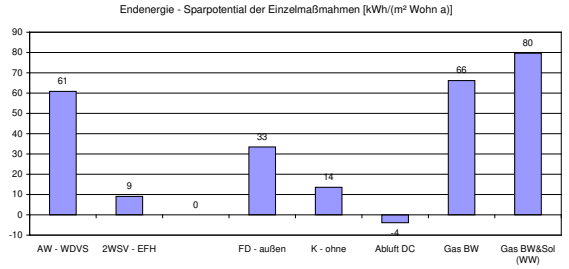
Haustyp: REH, Baualtersklasse: 1958 bis 1968

Bezugsfläche 107 m²
Wohneinheiten 1
Anzahl Geschosse 2
Dachgeschoss nicht beheizt
Kellergeschoss nicht beheizt

Bestehende Anlagentechnik für Heizung und Warmwasser: Niedertemperaturkessel Erdgas

Kennwerte nach LEG	vor Mod	nach Mod
Endenergiebedarf Heizung	205 kWh/(m²a)	74 kWh/(m²a)
Endenergiebedarf WW	44 kWh/(m²a)	14 kWh/(m²a)
Strom HH & Hilfsenergie	38 kWh/(m²a)	29 kWh/(m²a)

Zielstandard 1: Umsetzung der bauteilbezogenen Mindestanforderungen der EnEV 2009 mit zusätzlicher Heizungsmodernisierung („EnEV 2009")



Mögliche Maßnahmenkombinationen bei gegebenem Budget von bis …

Bauteil Kurzbezeichnung	Beschreibung der Einzelmaßnahmen	U-Wert vor Mod.	Dämmung zusätzlich	U-Wert neu	Vollkosten (brutto)		energiebed. Mehrkosten	Kosten-ersparnis im Jahr der Maßnahme*	mittlere Kosten-ersparnis**	ca. 10.000 €		ca. 30.000 €		ca. 50.000 €	
		[W/(m²K)]	[cm]	[W/(m²K)]	[€]	[€ /m² Bt]	[€ /m² Bt]	€/a	€/a	1. Möglichkeit	2. Möglichkeit	1. Möglichkeit	2. Möglichkeit	1. Möglichkeit	2. Möglichkeit
--															
FD - außen	nachträgliche Dämmung von außen im Zuge einer ohnehin erforderlichen Flachdachsanierung	1,2	16	0,20	11.976	169	39	269	381			√		√	√
AW - WDVS	Wärmedämmverbundsystem auf Altputz im Zuge einer ohnehin erforderlichen umfassenden Putzsanierung	1,4	12	0,24	14.280	131	50	493	697			√	√	√	√
K - ohne	Dämmung der Kellerdecke unterseitig, ohne zusätzlichen Schutz gegen mechanische Beschädigung	1,0	8	0,30	2.759	39	39	107	151	√		√	√	√	√
2WSV - EFH	2-Scheiben-Wärmeschutzglasung, Kunststoffrahmen, Standardfenster (Dreh-Kipp, ohne Sprossen)	2,7		1,30	8.036	383		72	102		√			√	√
Anlagentechnik nach Modernisierung					Vollkosten [€]	Vollkosten [€/WE]	energiebed. Mehrkosten [€/WE]								
Abluft DC	einfache Abluftanlage, DC Ventilator				2.748	2.748		-62	-88					√	
Gas BW&Sol (WW)	neue Heizanlage (Gas-BW) inkl. Schornsteinsanierung und neuem Speicher				12.583	12.583	4.673	771	1.091				√		√
Warmwasser	nachträglicher Einbau einer Solaranlage zur Unterstützung der Warmwasser-Bereitung														
	(energiebedingte Mehrkosten gegenüber dem Einbau eines Brennwertkessels)														
Alle Maßnahmen					**52.383**	**52.383**	**15.640**	**1.423**	**2.014**	2.759 €	8.036 €	29.016 €	29.623 €	39.800 €	49.635 €
					[€/m² Wohn]		[€/m² Wohn]								
Alle Maßnahmen					**490**	--	**146**	--	--						

*ausgehend von 7 Cent/kWh für Erdgas und 23,5 Cent/kWh für Strom
**bei 25 Jahren Betrachtungszeitraum, 4 % Kalkulationszins und 3 %/a Energiepreissteigerung

Die Energiekosteneinsparung der markierten Maßnahmenkombinationen ist jeweils etwas geringer als die addierten Energiekosteneinsparungen der Einzelmaßnahmen (siehe S. 13)

Tabelle 9: Hausdatenblatt REH68 – Zielstandard 1: EnEV 2009

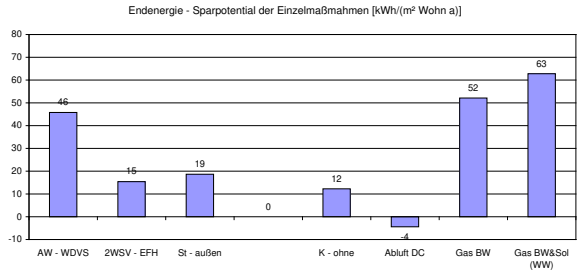
Haustyp: REH, Baualtersklasse: 1969 bis 1978

Bezugsfläche 168 m²
Wohneinheiten 3
Anzahl Geschosse 2
Dachgeschoss voll beheizt
Kellergeschoss nicht beheizt

Bestehende Anlagentechnik für Heizung und Warmwasser: Niedertemperaturkessel Erdgas

Kennwerte nach LEG	vor Mod	nach Mod
Endenergiebedarf Heizung	183 kWh/(m²a)	74 kWh/(m²a)
Endenergiebedarf WW	38 kWh/(m²a)	15 kWh/(m²a)
Strom HH & Hilfsenergie	33 kWh/(m²a)	27 kWh/(m²a)

Zielstandard 1: Umsetzung der bauteilbezogenen Mindestanforderungen der EnEV 2009 mit zusätzlicher Heizungsmodernisierung („EnEV 2009")



Mögliche Maßnahmenkombinationen bei gegebenem Budget von bis …

Bauteil Kurzbezeichnung	Beschreibung der Einzelmaßnahmen	U-Wert vor Mod.	Dämmung zusätzlich	U-Wert neu	Vollkosten (brutto)		energiebed. Mehrkosten	Kosten-ersparnis im Jahr der Maßnahme*	mittlere Kosten-ersparnis**	ca. 10.000 €		ca. 30.000 €		ca. 50.000 €	
		[W/(m²K)]	[cm]	[W/(m²K)]	[€]	[€ /m² Bt]	[€ /m² Bt]	€/a	€/a	1. Möglichkeit	2. Möglichkeit	1. Möglichkeit	2. Möglichkeit	1. Möglichkeit	2. Möglichkeit
St - außen	Dämmung zwischen/auf den Sparren im Zuge einer ohnehin erforderlichen Neueindeckung, Entsorgung der vorh. Dämmung zwischen den Sparren	0,8	14	0,24	21.828	237	35	229	323						√
--															
AW - WDVS	Wärmedämmverbundsystem auf Altputz im Zuge einer ohnehin erforderlichen umfassenden Putzsanierung	1,0	11	0,24	20.524	128	47	569	804				√	√	√
K - ohne	Dämmung der Kellerdecke unterseitig, ohne zusätzlichen Schutz gegen mechanische Beschädigung	1,0	8	0,30	3.143	39	39	150	213	√			√		√
2WSV - EFH	2-Scheiben-Wärmeschutzglasung, Kunststoffrahmen, Standardfenster (Dreh-Kipp, ohne Sprossen)	2,7		1,30	13.011	383		189	267			√		√	
Anlagentechnik nach Modernisierung					Vollkosten [€]	Vollkosten [€/WE]	energiebed. Mehrkosten [€/WE]								
Abluft DC	einfache Abluftanlage, DC Ventilator				7.579	2.526		-105	-148						
Gas BW&Sol (WW)	neue Heizanlage (Gas-BW) inkl. Schornsteinsanierung und neuem Speicher				16.244	5.415	2.313	922	1.304			√		√	
Warmwasser	nachträglicher Einbau einer Solaranlage zur Unterstützung der Warmwasser-Bereitung														
	(energiebedingte Mehrkosten gegenüber dem Einbau eines Brennwertkessels)														
Alle Maßnahmen					**82.329**	**27.443**	**6.948**	**1.782**	**2.521**	3.143 €		29.255 €	23.667 €	49.779 €	45.495 €
					[€/m² Wohn]		[€/m² Wohn]								
Alle Maßnahmen					**490**	--	**124**	--	--						

*ausgehend von 7 Cent/kWh für Erdgas und 23,5 Cent/kWh für Strom
**bei 25 Jahren Betrachtungszeitraum, 4 % Kalkulationszins und 3 %/a Energiepreissteigerung

Die Energiekosteneinsparung der markierten Maßnahmenkombinationen ist jeweils etwas geringer als die addierten Energiekosteneinsparungen der Einzelmaßnahmen (siehe S. 13)

Tabelle 10: Hausdatenblatt REH78 – Zielstandard 1: EnEV 2009

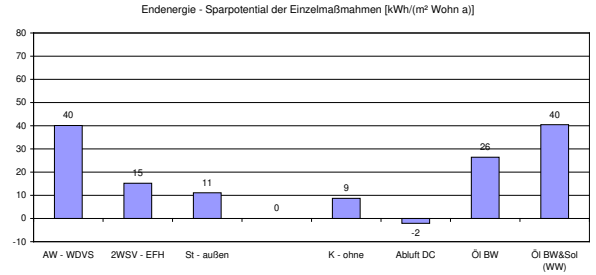
Haustyp: DHH , Baualtersklasse: 1979 bis 1983

Bezugsfläche 149 m²
Wohneinheiten 2
Anzahl Geschosse 2
Dachgeschoss voll beheizt
Kellergeschoss nicht beheizt

Bestehende Anlagentechnik für Heizung und Warmwasser: Niedertemperaturkessel Heizöl

Kennwerte nach LEG	vor Mod	nach Mod
Endenergiebedarf Heizung	157 kWh/(m²a)	78 kWh/(m²a)
Endenergiebedarf WW	34 kWh/(m²a)	13 kWh/(m²a)
Strom HH & Hilfsenergie	29 kWh/(m²a)	28 kWh/(m²a)

Zielstandard 1: Umsetzung der bauteilbezogenen Mindestanforderungen der EnEV 2009 mit zusätzlicher Heizungsmodernisierung („EnEV 2009")



Mögliche Maßnahmenkombinationen bei gegebenem Budget von bis …

Bauteil Kurzbezeichnung	Beschreibung der Einzelmaßnahmen	U-Wert vor Mod.	Dämmung zusätzlich	U-Wert neu	Vollkosten (brutto)		energiebed. Mehrkosten	Kosten-ersparnis im Jahr der Maßnahme*	mittlere Kosten-ersparnis**	ca. 10.000 €		ca. 30.000 €		ca. 50.000 €	
		[W/(m²K)]	[cm]	[W/(m²K)]	[€]	[€ /m² Bt]	[€ /m² Bt]	€/a	€/a	1. Möglichkeit	2. Möglichkeit	1. Möglichkeit	2. Möglichkeit	1. Möglichkeit	2. Möglichkeit
St - außen	Dämmung zwischen/auf den Sparren im Zuge einer ohnehin erforderlichen Neueindeckung, Entsorgung der vorh. Dämmung zwischen den Sparren	0,5	19	0,24	26.695	252	47	144	203				√		√
--															
AW - WDVS	Wärmedämmverbundsystem auf Altputz im Zuge einer ohnehin erforderlichen umfassenden Putzsanierung	0,8	10	0,24	21.640	126	45	525	743					√	√
K - ohne	Dämmung der Kellerdecke unterseitig, ohne zusätzlichen Schutz gegen mechanische Beschädigung	0,8	7	0,30	2.672	37	37	112	159	√		√	√	√	√
2WSV - EFH	2-Scheiben-Wärmeschutzglasung, Kunststoffrahmen, Standardfenster (Dreh-Kipp, ohne Sprossen)	2,7		1,30	11.480	383		197	278			√		√	
Anlagentechnik nach Modernisierung					Vollkosten [€]	Vollkosten [€/WE]	energiebed. Mehrkosten [€/WE]								
Abluft DC	einfache Abluftanlage, DC Ventilator				5.243	2.622		-73	-103						
Öl BW&Sol (WW)	neue Heizanlage (Öl-Brennwert) inkl. Schornsteinsanierung und neuem Speicher				15.177	7.589	2.313	547	773			√		√	
Warmwasser	nachträglicher Einbau einer Solaranlage zur Unterstützung der Warmwasser-Bereitung														
	(energiebedingte Mehrkosten gegenüber dem Einbau eines Brennwertkessels)														
Alle Maßnahmen					**82.908**	**41.454**	**9.978**	**1.290**	**1.825**	2.672 €		29.329 €	29.367 €	50.969 €	51.007 €
					[€/m² Wohn]		[€/m² Wohn]								
Alle Maßnahmen					**556**	--	**134**	--	--						

*ausgehend von 8,5 Cent/kWh für Heizöl und 23,5 Cent/kWh für Strom
**bei 25 Jahren Betrachtungszeitraum, 4 % Kalkulationszins und 3 %/a Energiepreissteigerung

Die Energiekosteneinsparung der markierten Maßnahmenkombinationen ist jeweils etwas geringer als die addierten Energiekosteneinsparungen der Einzelmaßnahmen (siehe S. 13)

Tabelle 11: Hausdatenblatt DHH83 – Zielstandard 1: EnEV 2009

Anhang B - Hausdatenblätter der Modellgebäude – Zielstandard 2: „EnEV 2009-30%“

„EnEV 2009-30%“: Umsetzung von im Mittel um 30 % gegenüber EnEV 2009 verschärften bauteilbezogenen Mindestanforderungen mit zusätzlicher Modernisierung der Heizung und dem Einbau einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung

Tabelle 12: Einfamilienhaus Baualter 1958 bis 1968 (EFH68) 31
Tabelle 13: Einfamilienhaus Baualter 1969 bis 1978 (EFH78a) 32
Tabelle 14: Einfamilienhaus Baualter 1969 bis 1978 (EFH78b) 33
Tabelle 15: Einfamilienhaus Baualter 1979 bis 1983 (EFH83) 34
Tabelle 16: Reihenmittelhaus Baualter 1958 bis 1968 (RMH68) 35
Tabelle 17: Reihenmittelhaus Baualter 1969 bis 1978 (RMH78) 36
Tabelle 18: Reihenendhaus Baualter 1958 bis 1968 (REH68) 37
Tabelle 19: Reihenendhaus Baualter 1969 bis 1978 (REH78) 38
Tabelle 20: Doppelhaushälfte Baualter 1979 bis 1983 (DHH83) 39

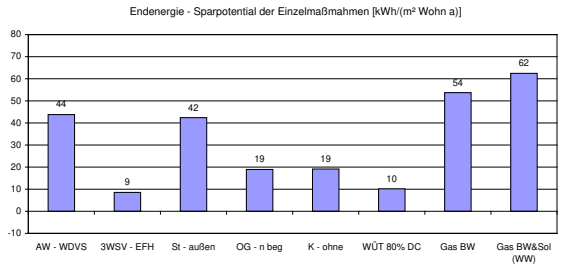
Haustyp: EFH , Baualtersklasse: 1958 bis 1968

Bezugsfläche 102 m²
Wohneinheiten 1
Anzahl Geschosse 1
Dachgeschoss teilweise beheizt
Kellergeschoss nicht beheizt

Bestehende Anlagentechnik für Heizung und Warmwasser: Niedertemperaturkessel Erdgas

Kennwerte nach LEG	vor Mod	nach Mod
Endenergiebedarf Heizung	219 kWh/(m²a)	57 kWh/(m²a)
Endenergiebedarf WW	31 kWh/(m²a)	12 kWh/(m²a)
Strom HH & Hilfsenergie	39 kWh/(m²a)	31 kWh/(m²a)

Zielstandard 2: Umsetzung von gegenüber EnEV 2009 verschärften bauteilbezogenen Mindestanforderungen mit zusätzlicher Heizungsmodernisierung und dem Einbau einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung („EnEV 2009-30%")



Mögliche Maßnahmenkombinationen bei gegebenem Budget von bis …

Bauteil Kurzbezeichnung	Beschreibung der Einzelmaßnahmen	U-Wert vor Mod.	Dämmung zusätzlich	U-Wert neu	Vollkosten (brutto)		energiebed. Mehrkosten	Kosten-ersparnis im Jahr der Maßnahme*	mittlere Kosten-ersparnis**	ca. 10.000 €		ca. 30.000 €		ca. 50.000 €	
		[W/(m²K)]	[cm]	[W/(m²K)]	[€]	[€ /m² Bt]	[€ /m² Bt]	€/a	€/a	1. Möglichkeit	2. Möglichkeit	1. Möglichkeit	2. Möglichkeit	1. Möglichkeit	2. Möglichkeit
St - außen	Dämmung zwischen/auf den Sparren im Zuge einer ohnehin erforderlichen Neueindeckung, Entsorgung der vorh. Dämmung zwischen den Sparren	1,4	25	0,15	19.489	271	62	324	459			√		√	√
OG - n beg	Dämmung auf der obersten Geschossdecke, nicht begehbar, Entsorgung der vorh. Dämmung	1,0	16	0,20	1.049	21	21	142	201	√	√	√	√	√	√
AW - WDVS	Wärmedämmverbundsystem auf Altputz im Zuge einer ohnehin erforderlichen umfassenden Putzsanierung	1,0	14	0,20	15.800	136	55	335	474				√	√	√
K - ohne	Dämmung der Kellerdecke unterseitig, ohne zusätzlichen Schutz gegen mechanische Beschädigung	1,0	8	0,30	3.847	39	39	144	203	√				√	
3WSV - EFH	3-Scheiben-Wärmeschutzglasung, Kunststoffrahmen, Standardfenster (Dreh-Kipp, ohne Sprossen)	2,7		0,95	8.779	439	56	65	92		√	√		√	
Anlagentechnik nach Modernisierung					Vollkosten [€]	Vollkosten [€/WE]	energiebed. Mehrkosten [€/WE]								
WÜT 80% DC	zentrale Lüftungsanlage mit WRG, DC-Ventilatoren				6.747	6.747	4.016	16	23						
Gas BW&Sol (WW)	neue Heizanlage (Gas-BW) inkl. Schornsteinsanierung und neuem Speicher				12.247	12.247	4.472	620	878				√		√
Warmwasser	nachträglicher Einbau einer Solaranlage zur Unterstützung der Warmwasser-Bereitung														
	(energiebedingte Mehrkosten gegenüber dem Einbau eines Brennwertkessels)														
Alle Maßnahmen					**67.958**	**67.958**	**25.386**	**1.487**	**2.104**	4.897 €	9.828 €	29.318 €	29.097 €	48.965 €	48.586 €
					[€/m² Wohn]		[€/m² Wohn]								
Alle Maßnahmen					**666**	**--**	**249**	**--**	**--**						

*ausgehend von 7 Cent/kWh für Erdgas und 23,5 Cent/kWh für Strom
**bei 25 Jahren Betrachtungszeitraum, 4 % Kalkulationszins und 3 %/a Energiepreissteigerung

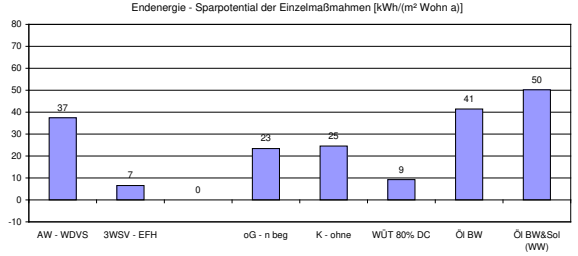
Die Energiekosteneinsparung der markierten Maßnahmenkombinationen ist jeweils etwas geringer als die addierten Energiekosteneinsparungen der Einzelmaßnahmen (siehe S. 13)

Tabelle 12: Hausdatenblatt EFH68 – Zielstandard 2: EnEV 2009-30%

Haustyp: EFH , Baualtersklasse: 1969 bis 1978

Bezugsfläche	109 m²	Bestehende Anlagentechnik	Kennwerte nach LEG	vor Mod	nach Mod
Wohneinheiten	1	für Heizung und Warmwasser:	Endenergiebedarf Heizung	172 kWh/(m²a)	64 kWh/(m²a)
Anzahl Geschosse	1	Niedertemperaturkessel Heizöl	Endenergiebedarf WW	26 kWh/(m²a)	11 kWh/(m²a)
Dachgeschoss	nicht beheizt		Strom HH & Hilfsenergie	36 kWh/(m²a)	31 kWh/(m²a)
Kellergeschoss	nicht beheizt				

Zielstandard 2: Umsetzung von gegenüber EnEV 2009 verschärften bauteilbezogenen Mindestanforderungen mit zusätzlicher Heizungsmodernisierung und dem Einbau einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung („EnEV 2009-30%“)



Mögliche Maßnahmenkombinationen bei gegebenem Budget von bis …

Bauteil Kurzbezeichnung	Beschreibung der Einzelmaßnahmen	U-Wert vor Mod.	Dämmung zusätzlich	U-Wert neu	Vollkosten (brutto)		energiebed. Mehrkosten	Kosten-ersparnis im Jahr der Maßnahme*	mittlere Kosten-ersparnis**	ca. 10.000 €		ca. 30.000 €		ca. 50.000 €	
		[W/(m²K)]	[cm]	[W/(m²K)]	[€]	[€ /m² Bt]	[€ /m² Bt]	€/a	€/a	1. Möglichkeit	2. Möglichkeit	1. Möglichkeit	2. Möglichkeit	1. Möglichkeit	2. Möglichkeit
--															
oG - n beg	Dämmung auf der obersten Geschossdecke, nicht begehbar, Entsorgung der vorh. Dämmung	0,6	12	0,20	2.263	16	16	232	328	√		√	√	√	√
AW - WDVS	Wärmedämmverbundsystem auf Altputz im Zuge einer ohnehin erforderlichen umfassenden Putzsanierung	1,0	14	0,20	15.664	136	55	371	525				√	√	√
K - ohne	Dämmung der Kellerdecke unterseitig, ohne zusätzlichen Schutz gegen mechanische Beschädigung	1,0	8	0,30	5.626	39	39	243	344	√		√		√	√
3WSV - EFH	3-Scheiben-Wärmeschutzglasung, Kunststoffrahmen, Standardfenster (Dreh-Kipp, ohne Sprossen)	2,7		0,95	9.657	439	56	49	69		√	√	√	√	√
Anlagentechnik nach Modernisierung					Vollkosten [€]	Vollkosten [€/WE]	energiebed. Mehrkosten [€/WE]								
WÜT 80% DC	zentrale Lüftungsanlage mit WRG, DC-Ventilatoren				7.026	7.026	4.272	34	48						√
Öl BW&Sol (WW)	neue Heizanlage (Öl-Brennwert) inkl. Schornsteinsanierung und neuem Speicher				12.716	12.716	3.317	604	855			√		√	
Warmwasser	nachträglicher Einbau einer Solaranlage zur Unterstützung der Warmwasser-Bereitung														
	(energiebedingte Mehrkosten gegenüber dem Einbau eines Brennwertkessels)														
Alle Maßnahmen					**52.952**	**52.952**	**23.060**	**1.267**	**1.792**	7.889 €	9.657 €	30.262 €	27.583 €	45.926 €	40.236 €
					[€/m² Wohn]		[€/m² Wohn]								
Alle Maßnahmen					**486**	--	**212**	--	--						

*ausgehend von 8,5 Cent/kWh für Heizöl und 23,5 Cent/kWh für Strom
**bei 25 Jahren Betrachtungszeitraum, 4 % Kalkulationszins und 3 %/a Energiepreissteigerung

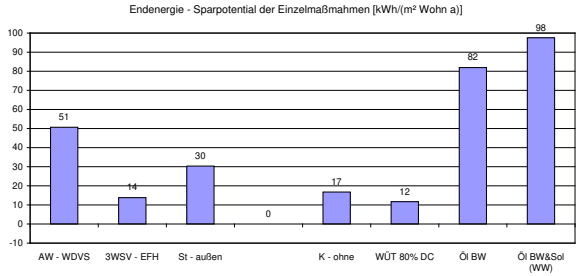
Die Energiekosteneinsparung der markierten Maßnahmenkombinationen ist jeweils etwas geringer als die addierten Energiekosteneinsparungen der Einzelmaßnahmen (siehe S. 13)

Tabelle 13: Hausdatenblatt EFH78a – Zielstandard 2: EnEV 2009-30%

Haustyp: EFH, Baualtersklasse: 1969 bis 1978

Bezugsfläche	130 m²	Bestehende Anlagentechnik	Kennwerte nach LEG	vor Mod	nach Mod
Wohneinheiten	1	für Heizung und Warmwasser:	Endenergiebedarf Heizung	220 kWh/(m²a)	46 kWh/(m²a)
Anzahl Geschosse	1	Niedertemperaturkessel Heizöl	Endenergiebedarf WW	42 kWh/(m²a)	16 kWh/(m²a)
Dachgeschoss	voll beheizt		Strom HH & Hilfsenergie	36 kWh/(m²a)	30 kWh/(m²a)
Kellergeschoss	nicht beheizt				

Zielstandard 2: Umsetzung von gegenüber EnEV 2009 verschärften bauteilbezogenen Mindestanforderungen mit zusätzlicher Heizungsmodernisierung und dem Einbau einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung („EnEV 2009-30%")



Mögliche Maßnahmenkombinationen bei gegebenem Budget von bis …

Bauteil Kurzbezeichnung	Beschreibung der Einzelmaßnahmen	U-Wert vor Mod.	Dämmung zusätzlich	U-Wert neu	Vollkosten (brutto)		energiebed. Mehrkosten	Kosten-ersparnis im Jahr der Maßnahme*	mittlere Kosten-ersparnis**	ca. 10.000 €		ca. 30.000 €		ca. 50.000 €	
		[W/(m²K)]	[cm]	[W/(m²K)]	[€]	[€ /m² Bt]	[€ /m² Bt]	€/a	€/a	1. Möglichkeit	2. Möglichkeit	1. Möglichkeit	2. Möglichkeit	1. Möglichkeit	2. Möglichkeit
St - außen	Dämmung zwischen/auf den Sparren im Zuge einer ohnehin erforderlichen Neueindeckung, Entsorgung der vorh. Dämmung zwischen den Sparren	0,8	24	0,15	29.976	268	60	349	494						√
--															
AW - WDVS	Wärmedämmverbundsystem auf Altputz im Zuge einer ohnehin erforderlichen umfassenden Putzsanierung	1,0	14	0,20	20.159	136	55	587	830				√	√	
K - ohne	Dämmung der Kellerdecke unterseitig, ohne zusätzlichen Schutz gegen mechanische Beschädigung	1,0	8	0,30	3.847	39	39	191	271	√		√	√	√	√
3WSV - EFH	3-Scheiben-Wärmeschutzglasung, Kunststoffrahmen, Standardfenster (Dreh-Kipp, ohne Sprossen)	2,7		0,95	11.413	439	56	158	223			√		√	
Anlagentechnik nach Modernisierung					Vollkosten [€]	Vollkosten [€/WE]	energiebed. Mehrkosten [€/WE]								
WÜT 80% DC	zentrale Lüftungsanlage mit WRG, DC-Ventilatoren				7.823	7.823	5.005	60	84						
Öl BW&Sol (WW)	neue Heizanlage (Öl-Brennwert) inkl. Schornsteinsanierung und neuem Speicher				14.050	14.050	4.017	1.226	1.735			√		√	√
Warmwasser	nachträglicher Einbau einer Solaranlage zur Unterstützung der Warmwasser-Bereitung														
	(energiebedingte Mehrkosten gegenüber dem Einbau eines Brennwertkessels)														
Alle Maßnahmen					**87.268**	**87.268**	**29.184**	**2.382**	**3.370**	3.847 €		29.309 €	24.006 €	49.468 €	47.873 €
					[€/m² Wohn]		[€/m² Wohn]								
Alle Maßnahmen					**671**	--	**224**	--	--						

*ausgehend von 8,5 Cent/kWh für Heizöl und 23,5 Cent/kWh für Strom

**bei 25 Jahren Betrachtungszeitraum, 4 % Kalkulationszins und 3 %/a Energiepreissteigerung

Die Energiekosteneinsparung der markierten Maßnahmenkombinationen ist jeweils etwas geringer als die addierten Energiekosteneinsparungen der Einzelmaßnahmen (siehe S. 13)

Tabelle 14: Hausdatenblatt EFH78b – Zielstandard 2: EnEV 2009-30%

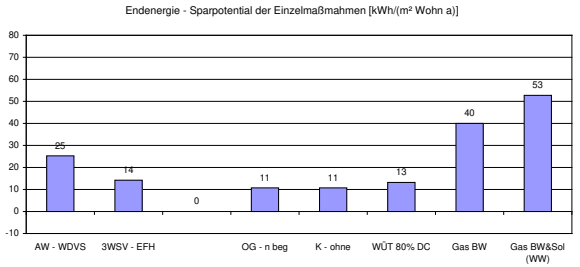
Haustyp: EFH, Baualtersklasse: 1979 bis 1983

Bezugsfläche 196 m²
Wohneinheiten 1
Anzahl Geschosse 2
Dachgeschoss nicht beheizt
Kellergeschoss nicht beheizt

Bestehende Anlagentechnik für Heizung und Warmwasser: Niedertemperaturkessel Erdgas

Kennwerte nach LEG	vor Mod	nach Mod
Endenergiebedarf Heizung	135 kWh/(m²a)	41 kWh/(m²a)
Endenergiebedarf WW	35 kWh/(m²a)	12 kWh/(m²a)
Strom HH & Hilfsenergie	27 kWh/(m²a)	27 kWh/(m²a)

Zielstandard 2: Umsetzung von gegenüber EnEV 2009 verschärften bauteilbezogenen Mindestanforderungen mit zusätzlicher Heizungsmodernisierung und dem Einbau einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung („EnEV 2009-30%")



Mögliche Maßnahmenkombinationen bei gegebenem Budget von bis …

Bauteil Kurzbezeichnung	Beschreibung der Einzelmaßnahmen	U-Wert vor Mod.	Dämmung zusätzlich	U-Wert neu	Vollkosten (brutto)		energiebed. Mehrkosten	Kosten-ersparnis im Jahr der Maßnahme*	mittlere Kosten-ersparnis**	ca. 10.000 €		ca. 30.000 €		ca. 50.000 €	
		[W/(m²K)]	[cm]	[W/(m²K)]	[€]	[€ /m² Bt]	[€ /m² Bt]	€/a	€/a	1. Möglichkeit	2. Möglichkeit	1. Möglichkeit	2. Möglichkeit	1. Möglichkeit	2. Möglichkeit
--															
OG - n beg	Dämmung auf der obersten Geschossdecke, nicht begehbar, Entsorgung der vorh. Dämmung	0,5	11	0,20	1.824	14	14	153	217	√		√	√	√	√
AW - WDVS	Wärmedämmverbundsystem auf Altputz im Zuge einer ohnehin erforderlichen umfassenden Putzsanierung	0,8	13	0,20	20.062	134	53	361	511				√	√	
K - ohne	Dämmung der Kellerdecke unterseitig, ohne zusätzlichen Schutz gegen mechanische Beschädigung	0,8	7	0,30	4.915	38	38	153	217	√		√	√	√	√
3WSV - EFH	3-Scheiben-Wärmeschutzglasung, Kunststoffrahmen, Standardfenster (Dreh-Kipp, ohne Sprossen)	2,7		0,95	17.119	439	56	194	275						√
Anlagentechnik nach Modernisierung					Vollkosten [€]	Vollkosten [€/WE]	energiebed. Mehrkosten [€/WE]								
WÜT 80% DC	zentrale Lüftungsanlage mit WRG, DC-Ventilatoren				10.050	10.050	7.077	85	120						
Gas BW&Sol (WW)	neue Heizanlage (Gas-BW) inkl. Schornsteinsanierung und neuem Speicher				17.725	17.725	7.889	761	1.076			√		√	√
Warmwasser	nachträglicher Einbau einer Solaranlage zur Unterstützung der Warmwasser-Bereitung														
	(energiebedingte Mehrkosten gegenüber dem Einbau eines Brennwertkessels)														
Alle Maßnahmen					**71.695**	**71.695**	**31.806**	**1.571**	**2.222**	6.739 €		24.464 €	26.801 €	44.526 €	41.583 €
					[€/m² Wohn]		[€/m² Wohn]								
Alle Maßnahmen					**366**	**--**	**162**	**--**	**--**						

*ausgehend von 7 Cent/kWh für Erdgas und 23,5 Cent/kWh für Strom
**bei 25 Jahren Betrachtungszeitraum, 4 % Kalkulationszins und 3 %/a Energiepreissteigerung

Die Energiekosteneinsparung der markierten Maßnahmenkombinationen ist jeweils etwas geringer als die addierten Energiekosteneinsparungen der Einzelmaßnahmen (siehe S. 13)

Tabelle 15: Hausdatenblatt EFH83 – Zielstandard 2: EnEV 2009-30%

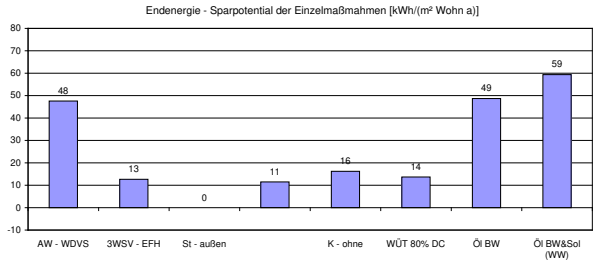
Haustyp: RMH , Baualtersklasse: 1958 bis 1968

Bezugsfläche 97 m²
Wohneinheiten 1
Anzahl Geschosse 2
Dachgeschoss nicht beheizt
Kellergeschoss nicht beheizt

Bestehende Anlagentechnik für Heizung und Warmwasser: Niedertemperaturkessel Erdgas

Kennwerte nach LEG	vor Mod	nach Mod
Endenergiebedarf Heizung	161 kWh/(m²a)	38 kWh/(m²a)
Endenergiebedarf WW	36 kWh/(m²a)	12 kWh/(m²a)
Strom HH & Hilfsenergie	38 kWh/(m²a)	30 kWh/(m²a)

Zielstandard 2: Umsetzung von gegenüber EnEV 2009 verschärften bauteilbezogenen Mindestanforderungen mit zusätzlicher Heizungsmodernisierung und dem Einbau einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung („EnEV 2009-30%“)



Mögliche Maßnahmenkombinationen bei gegebenem Budget von bis …

Bauteil Kurzbezeichnung	Beschreibung der Einzelmaßnahmen	U-Wert vor Mod.	Dämmung zusätzlich	U-Wert neu	Vollkosten (brutto)		energiebed. Mehrkosten	Kosten-ersparnis im Jahr der Maßnahme*	mittlere Kosten-ersparnis**	ca. 10.000 €		ca. 30.000 €		ca. 50.000 €	
		[W/(m²K)]	[cm]	[W/(m²K)]	[€]	[€ /m² Bt]	[€ /m² Bt]	€/a	€/a	1. Möglichkeit	2. Möglichkeit	1. Möglichkeit	2. Möglichkeit	1. Möglichkeit	2. Möglichkeit
--															
OG - n beg	Dämmung auf der obersten Geschossdecke, nicht begehbar, Entsorgung der vorh. Dämmung	0,5	16	0,20	1.343	21	21	83	117	√		√		√	
AW - WDVS	Wärmedämmverbundsystem auf Altputz im Zuge einer ohnehin erforderlichen umfassenden Putzsanierung	1,4	15	0,20	8.892	139	58	354	500	√		√	√	√	
K - ohne	Dämmung der Kellerdecke unterseitig, ohne zusätzlichen Schutz gegen mechanische Beschädigung	1,0	8	0,30	2.522	39	39	118	167					√	
3WSV - EFH	3-Scheiben-Wärmeschutzglasung, Kunststoffrahmen, Standardfenster (Dreh-Kipp, ohne Sprossen)	2,7		0,95	8.340	439	56	90	128		√	√	√	√	
Anlagentechnik nach Modernisierung					Vollkosten [€]	Vollkosten [€/WE]	energiebed. Mehrkosten [€/WE]								
WÜT 80% DC	zentrale Lüftungsanlage mit WRG, DC-Ventilatoren				6.544	6.544	3.831	34	48					√	
Gas BW&Sol (WW)	neue Heizanlage (Gas-BW) inkl. Schornsteinsanierung und neuem Speicher				11.904	11.904	4.268	556	787			√	√	√	
Warmwasser	nachträglicher Einbau einer Solaranlage zur Unterstützung der Warmwasser-Bereitung														
	(energiebedingte Mehrkosten gegenüber dem Einbau eines Brennwertkessels)														
Alle Maßnahmen					**39.545**	**39.545**	**16.739**	**1.175**	**1.663**	10.236 €	8.340 €	30.479 €	29.136 €	39.545 €	
					[€/m² Wohn]		[€/m² Wohn]								
Alle Maßnahmen					**408**	**--**	**173**	**--**	**--**						

*ausgehend von 7 Cent/kWh für Erdgas und 23,5 Cent/kWh für Strom
**bei 25 Jahren Betrachtungszeitraum, 4 % Kalkulationszins und 3 %/a Energiepreissteigerung

Die Energiekosteneinsparung der markierten Maßnahmenkombinationen ist jeweils etwas geringer als die addierten Energiekosteneinsparungen der Einzelmaßnahmen (siehe S. 13)

Tabelle 16: Hausdatenblatt RMH68 – Zielstandard 2: EnEV 2009-30%

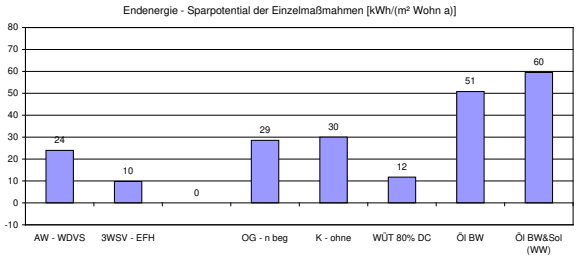
Haustyp: RMH , Baualtersklasse: 1969 bis 1978

Bezugsfläche 96 m²
Wohneinheiten 1
Anzahl Geschosse 1
Dachgeschoss voll beheizt
Kellergeschoss nicht beheizt

Bestehende Anlagentechnik für Heizung und Warmwasser: Niedertemperaturkessel Heizöl

Kennwerte nach LEG	vor Mod	nach Mod
Endenergiebedarf Heizung	180 kWh/(m²a)	60 kWh/(m²a)
Endenergiebedarf WW	28 kWh/(m²a)	11 kWh/(m²a)
Strom HH & Hilfsenergie	39 kWh/(m²a)	31 kWh/(m²a)

Zielstandard 2: Umsetzung von gegenüber EnEV 2009 verschärften bauteilbezogenen Mindestanforderungen mit zusätzlicher Heizungsmodernisierung und dem Einbau einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung („EnEV 2009-30%")



Mögliche Maßnahmenkombinationen bei gegebenem Budget von bis …

Bauteil Kurzbezeichnung	Beschreibung der Einzelmaßnahmen	U-Wert vor Mod.	Dämmung zusätzlich	U-Wert neu	Vollkosten (brutto)		energiebed. Mehrkosten	Kosten-ersparnis im Jahr der Maßnahme*	mittlere Kosten-ersparnis**	ca. 10.000 €		ca. 30.000 €		ca. 50.000 €	
		[W/(m²K)]	[cm]	[W/(m²K)]	[€]	[€ /m² Bt]	[€ /m² Bt]	€/(m²Mon)	€/(m²Mon)	1. Möglichkeit	2. Möglichkeit	1. Möglichkeit	2. Möglichkeit	1. Möglichkeit	2. Möglichkeit
--															
OG - n beg	Dämmung auf der obersten Geschossdecke, nicht begehbar, Entsorgung der vorh. Dämmung	0,6	12	0,20	1.997	16	16	248	351	√	√	√	√	√	
AW - WDVS	Wärmedämmverbundsystem auf Altputz im Zuge einer ohnehin erforderlichen umfassenden Putzsanierung	1,0	14	0,20	7.355	136	55	208	295			√	√	√	
K - ohne	Dämmung der Kellerdecke unterseitig, ohne zusätzlichen Schutz gegen mechanische Beschädigung	1,0	8	0,30	4.974	39	39	261	370	√				√	
3WSV - EFH	3-Scheiben-Wärmeschutzglasung, Kunststoffrahmen, Standardfenster (Dreh-Kipp, ohne Sprossen)	2,7		0,95	8.340	439	56	83	118		√	√	√	√	
Anlagentechnik nach Modernisierung					Vollkosten [€]	Vollkosten [€/WE]	energiebed. Mehrkosten [€/WE]								
WÜT 80% DC	zentrale Lüftungsanlage mit WRG, DC-Ventilatoren				6.503	6.503	3.793	47	67					√	
Öl BW&Sol (WW)	neue Heizanlage (Öl-Brennwert) inkl. Schornsteinsanierung und neuem Speicher				11.834	11.834	2.866	631	893			√	√	√	
Warmwasser	nachträglicher Einbau einer Solaranlage zur Unterstützung der Warmwasser-Bereitung														
	(energiebedingte Mehrkosten gegenüber dem Einbau eines Brennwertkessels)														
Alle Maßnahmen					**41.003**	**41.003**	**17.679**	**1.285**	**1.817**	6.972 €	10.337 €	29.527 €	29.527 €	41.003 €	
					[€/m² Wohn]		[€/m² Wohn]								
Alle Maßnahmen					**427**	--	**184**	--	--						

*ausgehend von 8,5 Cent/kWh für Heizöl und Cent/kWh für Strom
**bei 25 Jahren Betrachtungszeitraum, 4 % Kalkulationszins und 3 %/a Energiepreissteigerung

Die Energiekosteneinsparung der markierten Maßnahmenkombinationen ist jeweils etwas geringer als die addierten Energiekosteneinsparungen der Einzelmaßnahmen (siehe S. 13)

Tabelle 17: Hausdatenblatt RMH78 – Zielstandard 2: EnEV 2009-30%

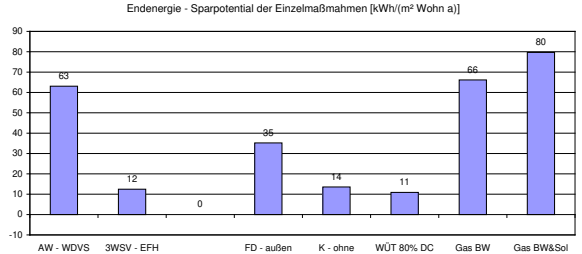
Haustyp: REH, Baualtersklasse: 1958 bis 1968

Bezugsfläche 107 m²
Wohneinheiten 1
Anzahl Geschosse 2
Dachgeschoss nicht beheizt
Kellergeschoss nicht beheizt

Bestehende Anlagentechnik für Heizung und Warmwasser: Niedertemperaturkessel Erdgas

Kennwerte nach LEG	vor Mod	nach Mod
Endenergiebedarf Heizung	205 kWh/(m²a)	43 kWh/(m²a)
Endenergiebedarf WW	44 kWh/(m²a)	14 kWh/(m²a)
Strom HH & Hilfsenergie	38 kWh/(m²a)	30 kWh/(m²a)

Zielstandard 2: Umsetzung von gegenüber EnEV 2009 verschärften bauteilbezogenen Mindestanforderungen mit zusätzlicher Heizungsmodernisierung und dem Einbau einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung („EnEV 2009-30%")



Mögliche Maßnahmenkombinationen bei gegebenem Budget von bis …

Bauteil Kurzbezeichnung	Beschreibung der Einzelmaßnahmen	U-Wert vor Mod.	Dämmung zusätzlich	U-Wert neu	Vollkosten (brutto)		energiebed. Mehrkosten	Kosten-ersparnis im Jahr der Maßnahme*	mittlere Kosten-ersparnis**	ca. 10.000 €		ca. 30.000 €		ca. 50.000 €	
		[W/(m²K)]	[cm]	[W/(m²K)]	[€]	[€ /m² Bt]	[€ /m² Bt]	€/a	€/a	1. Möglichkeit	2. Möglichkeit	1. Möglichkeit	2. Möglichkeit	1. Möglichkeit	2. Möglichkeit
--															
FD - außen	nachträgliche Dämmung von außen im Zuge einer ohnehin erforderlichen Flachdachsanierung	1,2	22	0,15	12.244	172	48	283	401			√		√	√
AW - WDVS	Wärmedämmverbundsystem auf Altputz im Zuge einer ohnehin erforderlichen umfassenden Putzsanierung	1,4	15	0,20	15.145	139	58	511	723			√	√	√	√
K - ohne	Dämmung der Kellerdecke unterseitig, ohne zusätzlichen Schutz gegen mechanische Beschädigung	1,0	8	0,30	2.759	39	39	107	151	√		√	√	√	
3WSV - EFH	3-Scheiben-Wärmeschutzglasung, Kunststoffrahmen, Standardfenster (Dreh-Kipp, ohne Sprossen)	2,7		0,95	9.218	439	56	99	139		√			√	√
Anlagentechnik nach Modernisierung					Vollkosten [€]	Vollkosten [€/WE]	energiebed. Mehrkosten [€/WE]								
WÜT 80% DC	zentrale Lüftungsanlage mit WRG, DC-Ventilatoren				6.947	6.947	4.199	22	32					√	
Gas BW&Sol (WW)	neue Heizanlage (Gas-BW) inkl. Schornsteinsanierung und neuem Speicher				12.583	12.583	4.673	771	1.091				√		√
Warmwasser	nachträglicher Einbau einer Solaranlage zur Unterstützung der Warmwasser-Bereitung														
	(energiebedingte Mehrkosten gegenüber dem Einbau eines Brennwertkessels)														
Alle Maßnahmen					**58.896**	**58.896**	**22.516**	**1.638**	**2.318**	2.759 €	9.218 €	30.148 €	30.488 €	46.313 €	49.190 €
					[€/m² Wohn]		[€/m² Wohn]								
Alle Maßnahmen					**550**	--	**210**	--	--						

*ausgehend von 7 Cent/kWh für Erdgas und 23,5 Cent/kWh für Strom
**bei 25 Jahren Betrachtungszeitraum, 4 % Kalkulationszins und 3 %/a Energiepreissteigerung

Die Energiekosteneinsparung der markierten Maßnahmenkombinationen ist jeweils etwas geringer als die addierten Energiekosteneinsparungen der Einzelmaßnahmen (siehe S. 13)

Tabelle 18: Hausdatenblatt REH68 – Zielstandard 2: EnEV 2009-30%

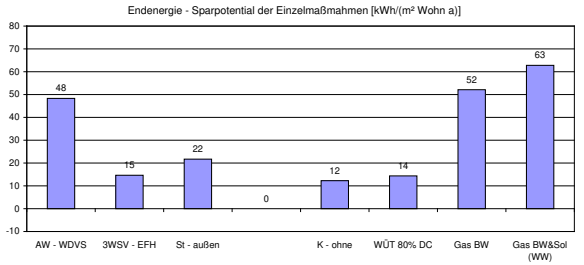
Haustyp: REH, Baualtersklasse: 1969 bis 1978

Bezugsfläche 168 m²
Wohneinheiten 3
Anzahl Geschosse 2
Dachgeschoss voll beheizt
Kellergeschoss nicht beheizt

Bestehende Anlagentechnik für Heizung und Warmwasser: Niedertemperaturkessel Erdgas

Kennwerte nach LEG	vor Mod	nach Mod
Endenergiebedarf Heizung	183 kWh/(m²a)	43 kWh/(m²a)
Endenergiebedarf WW	38 kWh/(m²a)	15 kWh/(m²a)
Strom HH & Hilfsenergie	33 kWh/(m²a)	28 kWh/(m²a)

Zielstandard 2: Umsetzung von gegenüber EnEV 2009 verschärften bauteilbezogenen Mindestanforderungen mit zusätzlicher Heizungsmodernisierung und dem Einbau einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung („EnEV 2009-30%")



Mögliche Maßnahmenkombinationen bei gegebenem Budget von bis …

Bauteil Kurzbezeichnung	Beschreibung der Einzelmaßnahmen	U-Wert vor Mod.	Dämmung zusätzlich	U-Wert neu	Vollkosten (brutto)		energiebed. Mehrkosten	Kosten-ersparnis im Jahr der Maßnahme*	mittlere Kosten-ersparnis**	ca. 10.000 €		ca. 30.000 €		ca. 50.000 €	
		[W/(m²K)]	[cm]	[W/(m²K)]	[€]	[€ /m² Bt]	[€ /m² Bt]	€/a	€/a	1. Möglichkeit	2. Möglichkeit	1. Möglichkeit	2. Möglichkeit	1. Möglichkeit	2. Möglichkeit
St - außen	Dämmung zwischen/auf den Sparren im Zuge einer ohnehin erforderlichen Neueindeckung, Entsorgung der vorh. Dämmung zwischen den Sparren	0,8	22	0,15	23.980	261	54	266	376						√
--															
AW - WDVS	Wärmedämmverbundsystem auf Altputz im Zuge einer ohnehin erforderlichen umfassenden Putzsanierung	1,0	14	0,20	21.793	136	55	601	851				√	√	√
K - ohne	Dämmung der Kellerdecke unterseitig, ohne zusätzlichen Schutz gegen mechanische Beschädigung	1,0	8	0,30	3.143	39	39	150	213	√		√	√	√	√
3WSV - EFH	3-Scheiben-Wärmeschutzglasung, Kunststoffrahmen, Standardfenster (Dreh-Kipp, ohne Sprossen)	2,7		0,95	14.924	439	56	180	255						
Anlagentechnik nach Modernisierung					Vollkosten [€]	Vollkosten [€/WE]	energiebed. Mehrkosten [€/WE]								
WÜT 80% DC	zentrale Lüftungsanlage mit WRG, DC-Ventilatoren				14.041	4.680	2.154	76	108						
Gas BW&Sol (WW)	neue Heizanlage (Gas-BW) inkl. Schornsteinsanierung und neuem Speicher				16.244	5.415	2.313	922	1.304			√		√	
Warmwasser	nachträglicher Einbau einer Solaranlage zur Unterstützung der Warmwasser-Bereitung														
	(energiebedingte Mehrkosten gegenüber dem Einbau eines Brennwertkessels)														
Alle Maßnahmen					**94.127**	**31.376**	**10.750**	**2.104**	**2.977**	3.143 €		19.387 €	24.936 €	41.181 €	48.917 €
					[€/m² Wohn]		[€/m² Wohn]								
Alle Maßnahmen					**560**	**--**	**192**	**--**	**--**						

*ausgehend von 7 Cent/kWh für Erdgas und 23,5 Cent/kWh für Strom
**bei 25 Jahren Betrachtungszeitraum, 4 % Kalkulationszins und 3 %/a Energiepreissteigerung

Die Energiekosteneinsparung der markierten Maßnahmenkombinationen ist jeweils etwas geringer als die addierten Energiekosteneinsparungen der Einzelmaßnahmen (siehe S. 13)

Tabelle 19: Hausdatenblatt REH78 – Zielstandard 2: EnEV 2009-30%

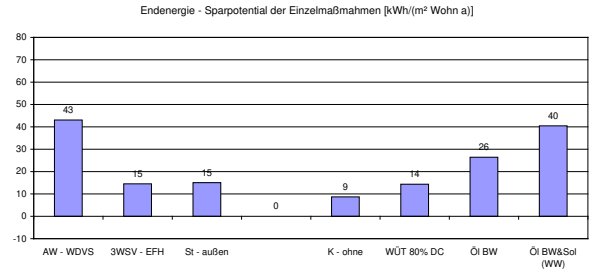
Haustyp: DHH , Baualtersklasse: 1979 bis 1983

Bezugsfläche 149 m²
Wohneinheiten 2
Anzahl Geschosse 2
Dachgeschoss voll beheizt
Kellergeschoss nicht beheizt

Bestehende Anlagentechnik für Heizung und Warmwasser: Niedertemperaturkessel Heizöl

Kennwerte nach LEG	vor Mod	nach Mod
Endenergiebedarf Heizung	157 kWh/(m²a)	50 kWh/(m²a)
Endenergiebedarf WW	34 kWh/(m²a)	13 kWh/(m²a)
Strom HH & Hilfsenergie	29 kWh/(m²a)	29 kWh/(m²a)

Zielstandard 2: Umsetzung von gegenüber EnEV 2009 verschärften bauteilbezogenen Mindestanforderungen mit zusätzlicher Heizungsmodernisierung und dem Einbau einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung („EnEV 2009-30%")



Mögliche Maßnahmenkombinationen bei gegebenem Budget von bis …

Bauteil Kurzbezeichnung	Beschreibung der Einzelmaßnahmen	U-Wert vor Mod.	Dämmung zusätzlich	U-Wert neu	Vollkosten (brutto)		energiebed. Mehrkosten	Kosten-ersparnis im Jahr der Maßnahme*	mittlere Kosten-ersparnis**	ca. 10.000 €		ca. 30.000 €		ca. 50.000 €	
		[W/(m²K)]	[cm]	[W/(m²K)]	[€]	[€ /m² Bt]	[€ /m² Bt]	€/a	€/a	1. Möglichkeit	2. Möglichkeit	1. Möglichkeit	2. Möglichkeit	1. Möglichkeit	2. Möglichkeit
St - außen	Dämmung zwischen/auf den Sparren im Zuge einer ohnehin erforderlichen Neueindeckung, Entsorgung der vorh. Dämmung zwischen den Sparren	0,5	26	0,15	29.015	274	65	195	277					√	
--															
AW - WDVS	Wärmedämmverbundsystem auf Altputz im Zuge einer ohnehin erforderlichen umfassenden Putzsanierung	0,8	13	0,20	23.005	134	53	565	799				√		√
K - ohne	Dämmung der Kellerdecke unterseitig, ohne zusätzlichen Schutz gegen mechanische Beschädigung	0,8	7	0,30	2.672	37	37	112	159	√			√	√	
3WSV - EFH	3-Scheiben-Wärmeschutzglasung, Kunststoffrahmen, Standardfenster (Dreh-Kipp, ohne Sprossen)	2,7		0,95	13.168	439	56	188	266			√			√
Anlagentechnik nach Modernisierung					Vollkosten [€]	Vollkosten [€/WE]	energiebed. Mehrkosten [€/WE]								
WÜT 80% DC	zentrale Lüftungsanlage mit WRG, DC-Ventilatoren				11.141	5.571	2.949	98	139						
Öl BW&Sol (WW)	neue Heizanlage (Öl-Brennwert) inkl. Schornsteinsanierung und neuem Speicher				15.177	7.589	2.313	547	773			√		√	√
Warmwasser	nachträglicher Einbau einer Solaranlage zur Unterstützung der Warmwasser-Bereitung														
	(energiebedingte Mehrkosten gegenüber dem Einbau eines Brennwertkessels)														
Alle Maßnahmen					**94.178**	**47.089**	**15.402**	**1.598**	**2.261**	2.672 €		28.346 €	25.676 €	46.864 €	51.350 €
					[€/m² Wohn]		[€/m² Wohn]								
Alle Maßnahmen					**632**	**--**	**207**	**--**	**--**						

*ausgehend von 8,5 Cent/kWh für Heizöl und 23,5 Cent/kWh für Strom
**bei 25 Jahren Betrachtungszeitraum, 4 % Kalkulationszins und 3 %/a Energiepreissteigerung

Die Energiekosteneinsparung der markierten Maßnahmenkombinationen ist jeweils etwas geringer als die addierten Energiekosteneinsparungen der Einzelmaßnahmen (siehe S. 13)

Tabelle 20: Hausdatenblatt DHH83 – Zielstandard 2: EnEV 2009-30%