



## **BDEW-Heizkostenvergleich Altbau 2017**

Ein Vergleich der Gesamtkosten verschiedener Systeme zur Heizung und Warmwasserbereitung in Altbauten



**Autoren:**



ITG Institut für Technischen Gebäudeausrüstung Dresden  
Forschung und Anwendung GmbH  
Bayreuther Straße 29 in 01187 Dresden  
<http://www.itg-dresden.de>

Dipl.-Ing. Bettina Mailach  
Prof. Dr.-Ing. Bert Oschatz

## **Inhalt**

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Erläuterungen</b>	<b>6</b>
	2.1. Begriffe	6
	2.2. Ermittlung Jahresgesamtkosten	8
	2.3. Lüftung	11
	2.4. Treibhausgasemissionen	12
<b>3</b>	<b>Ergebnisse Komplettsanierung</b>	<b>15</b>
	3.1. Einfamilienhaus	15
	3.2. 6-Familienhaus	29
	3.3. Kostenkennwerte und CO <sub>2</sub> -Emissionen je Nutzfläche und Jahr	38
<b>4</b>	<b>Ergebnisse Teilsanierung</b>	<b>39</b>
	4.1. Einfamilienhaus: Ausgangszustand Gas-Altessel	39
	4.2. Einfamilienhaus: Ausgangszustand Öl-Altessel	45
	4.3. 6-Familienhaus: Ausgangszustand Gas-Altessel	51
	4.4. 6-Familienhaus: Ausgangszustand Öl-Altessel	55
	4.5. Vermeidungskosten Treibhausgasemissionen	59
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>64</b>
<b>6</b>	<b>Anhang</b>	<b>67</b>
	6.1. Gebäudegrundrisse und Schnitte	67
	6.2. Beschreibung baulicher Wärmeschutz	73
	6.3. Ausgangszustand Teilsanierung	73
	6.4. Rechnerische Nutzungsdauer	74
	6.5. Allgemeine Anlagenbeschreibungen	75
	6.6. Anlagenbeschreibungen im Detail	77
<b>7</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>82</b>
	<b>Wichtiger Hinweis</b>	<b>U3</b>
	<b>Herausgeber und Redaktion</b>	<b>U4</b>

## 1 Einleitung

Der BDEW-Heizkostenvergleich für den Altbau soll Bauherren, Architekten und Planern einen Überblick über die aktuelle Kostensituation bei verschiedenen Systemen zur Heizung und Warmwasserbereitung im Sanierungsfall geben. Als Berechnungsgrundlage dienen beispielhaft zwei typische Wohngebäude (Einfamilienhaus und 6-Familienhaus).

Die Berechnungen zielen auf einen möglichst vollständigen Vergleich der Kosten der betrachteten Systeme. Deshalb werden wie bei den früheren Ausgaben des Heizkostenvergleichs Gesamtkosten ermittelt, die nicht nur die Brennstoffkosten, sondern auch die Investitionskosten und die betriebsgebundenen Kosten umfassen.

Am 01.05.2014 ist eine Novelle der **Energieeinsparverordnung EnEV 2014** [1] in Kraft getreten. Diese definiert energetische Anforderungen vor allem für den Neubau von Gebäuden und für den Einbau von Heizungs- und Trinkwassererwärmungsanlagen. Anforderungen an den Primärenergiebedarf werden bei anlagentechnischen Modernisierungen im Gegensatz zum Neubau nicht gestellt. Die in der EnEV in Bezug genommenen Berechnungsverfahren werden jedoch im Gebäudebestand im Falle von KfW-Förderungen für Effizienzhäuser herangezogen.

Im Heizkostenvergleich Altbau 2017 wird von einem einheitlichen baulichen Wärmeschutz der Gebäude bei allen Anlagenvarianten ausgegangen. Ein entsprechendes Wärmeschutzniveau erreichen wärmeschutztechnisch teilsanierte ältere Gebäude. Dieser bauliche Wärmeschutz führt zu energetischen Kennwerten, die in der Praxis vielfach anzutreffen sind (vgl. Abschnitt 6.2).

Neben der EnEV gilt im Neubau eine Pflicht zur Nutzung Erneuerbarer Energien nach dem Erneuerbare-Energien-Wärme-gesetz [2]. An Gebäude im Bestand werden derzeit keine bundesweit gültigen Anforderungen gestellt.

Dagegen verpflichtet das im Bundesland Baden-Württemberg geltende Erneuerbare-Wärme-Gesetz - EWärmeG [3] auch Gebäudeeigentümer, beim Austausch der Heizungsanlage mindestens 15% des jährlichen Wärmebedarfes durch Erneuerbare Energien zu decken bzw. Ersatzmaßnahmen durchzuführen. Als Erneuerbare Energie im Sinne dieses Gesetzes gilt:

- Solare Strahlungsenergie
- Geothermie
- Biomasse einschließlich Biogas und Bioöl
- Nutzung von Umweltwärme einschließlich Abwärme in Wärmepumpen.

Dabei gelten für die Erfüllung der Nutzungspflicht beim Heizungsaustausch entsprechende technische Anforderungen und ggf. weitere Nebenbedingungen an die Anlagen.

Im vorliegenden Heizkostenvergleich sind auch ausgewählte Systemvarianten enthalten, die die Anforderungen zur anteiligen Nutzung Erneuerbarer Energien des Bundeslandes Baden-Württemberg erfüllen. Ist für die vollständige Erfüllung zusätzlich ein gebäudeindividueller energetischer Sanierungsfahrplan vorzulegen (zum Beispiel Erfüllungsoption mit Biogas-

bzw. Bioölanteil), sind die dafür entstehenden Kosten nicht Bestandteil des vorliegenden Heizkostenvergleiches.

Bei der Erneuerung der Heizung und Warmwasserbereitung werden zwei unterschiedliche Fälle betrachtet:

**Komplettsanierung** – es wird eine vollständig neue Heizung und Warmwasserbereitung installiert. Die Komplettsanierung beinhaltet den Einbau von Wärmeerzeuger einschließlich Regelung, Heizflächen und Verteilungsleitungen, Warmwasserspeicher und Leitungssystem, die Schornsteinsanierung sowie erforderliche sonstige Installationen und Baumaßnahmen.

Bei allen Komplettsanierungsvarianten wird davon ausgegangen, dass zu ersetzende Bestandteile der alten Heizung mit allem Zubehör bereits demontiert und entsorgt sind. Die dabei entstehenden Kosten sind bei allen neuen Systemen gleich, sie werden deshalb im Heizkostenvergleich nicht berücksichtigt. Damit wird ein Vergleich der Systeme unabhängig vom Zustand vor der Sanierung ermöglicht. Es wird vorausgesetzt, dass in den betrachteten Gebäuden ein Schornstein vorhanden ist, der für den Anschluss eines neuen Kessels saniert werden muss.

Die Kosten für den bei Erdgasheizungen erforderlichen Gasanschluss, den bei Ölheizungen notwendigen Öltank bzw. das bei Pelletheizungen notwendige Pelletlager werden bei den Investitionskosten berücksichtigt.

**Teilsanierung** - ein bereits vorhandenes zentrales Heizungssystem wird durch ein energieeffizienteres System ersetzt. Gegenüber dem Ausgangszustand Öl- oder Gas-Niedertemperaturkessel werden die sich ergebenden verbrauchsgebundenen Kosten incl. Hilfsenergie, die betriebsgebundenen Kosten und die CO<sub>2</sub>-Emissionen ausgewiesen.

Es werden die notwendigen Investitionen für Demontage und Einbau von Wärmeerzeuger mit Regelung und Warmwasserspeicher, eine Schornsteinsanierung sowie erforderliche sonstige Installationen und Baumaßnahmen berücksichtigt.

Es wird davon ausgegangen, dass die vorhandenen Heizflächen und Rohrleitungen weiter genutzt werden. Eine Elektro- oder Gas-Wärmepumpe kann im Teilsanierungsfall nur dann zum Einsatz kommen, wenn die vorhandenen Heizflächen für den Betrieb mit einer wärmepumpentypisch geringeren Vorlauftemperatur geeignet sind. Dies wird im vorliegenden Heizkostenvergleich vorausgesetzt.

Die untersuchten Anlagensanierungen enthalten jeweils ein Paket geringinvestiver Maßnahmen zur Optimierung der Gesamtanlage, welches die Dämmung der Verteilleitungen im Keller, den Einbau neuer Thermostatventile sowie einen hydraulischen Abgleich beinhaltet. Je nach Ausgangszustand und Sanierungsvariante wird davon ausgegangen, dass der vorhandene Gas-Hausanschluss bzw. die vorhandene Öltankanlage weiter genutzt werden kann. In der Summe ergeben sich jährliche Mehr- bzw. Minderkosten gegenüber dem Ausgangszustand.

Die **Berechnungen zum Energiebedarf** erfolgen mit dem Hottgenroth-Energieberater Plus 8.4.4. Gebäudeseitig liegt das Monatsbilanzverfahren der DIN V 4108-6 [4] zugrunde, für die Anlagentechnik wird die DIN V 4701-10 [5] angewendet. Abweichend dazu wird der Nutzenergiebedarf für Trinkwarmwasser nach aktueller DIN V 18599:2016 [6] ermittelt und den Berechnungen zu Grunde gelegt. Durch die Berücksichtigung der Wohnungsgröße im neuen Ansatz ergeben sich realistischere Werte für den Nutzenergiebedarf Warmwasser.

Sowohl beim Einfamilienhaus als auch beim 6-Familienhaus ist die Kellerdecke die Grenze der thermischen Hülle.

Die energetischen Kennwerte werden unter Beachtung des aktuellen Standes der Technik ermittelt. Für die Bewertung der Wärmeerzeuger werden mittlere produktspezifische Kennwerte verschiedener Hersteller zugrunde gelegt. Bei der Umsetzung in der Praxis ist eine detaillierte anlagentechnische Planung Voraussetzung.

Die angesetzten Investitionskosten sind das Ergebnis umfangreicher Recherchen. Sie basieren auf Listenpreisen führender Hersteller und umfassen neben den Materialkosten auch die Lieferung, Montage und Inbetriebnahme sowie typische Rabatte und Preisaufschläge.

Im Heizkostenvergleich Altbau werden zwei für Deutschland typische Gebäude betrachtet, die Auswahl der Systemkombinationen erfolgt unter Berücksichtigung der aktuellen Marktsituation. Sollten zukünftig andere Heizungs-, Warmwasser- oder Lüftungssysteme eine größere Marktbedeutung erlangen, so werden sie bei der geplanten Aktualisierung des Heizkostenvergleichs berücksichtigt.

Die Ermittlung der Gesamtkosten erfolgt in Anlehnung an die VDI 2067 [7]. Alle Kosten enthalten die gültige Mehrwertsteuer in Höhe von 19% (Ausnahme: ermäßigter Mehrwertsteuersatz von 7% für Holzpellets). Fördermaßnahmen bleiben generell unberücksichtigt, da die Kostensituation ohne Fördereinfluss analysiert werden soll. Ein zusätzliches Argument ist die Abhängigkeit der Förderung von aktuellen politischen Vorgaben und der Haushalts-situation. Eine Ausnahme bildet die Vergütung des mit PV- bzw. KWK-Anlagen erzeugten Stromes nach Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG [8] bzw. KWK-Gesetz [9]. Zudem wird die Rückerstattung der Energiesteuer bei KWK-Anlagen berücksichtigt.

Ziel der Berechnung ist die Ableitung allgemeiner Aussagen zu den Kostenrelationen zwischen den betrachteten Systemen. Trotz großer Sorgfalt bei der Kostenermittlung können sich im konkreten Einzelfall Abweichungen zu den dargestellten Berechnungen ergeben.

Ursachen dafür können sein:

- unterschiedliche Energiepreise und Anschlusskosten bei verschiedenen Versorgungsunternehmen
- Schwankungen der Investitionskosten in Abhängigkeit vom Hersteller, Anbieter, von der Region und der Jahreszeit
- Abweichungen bei den sonstigen Randbedingungen wie Zinssatz, Baukonstruktion oder Wartungskosten.

## 2 Erläuterungen

### 2.1. Begriffe

Die **Nutzfläche  $A_N$**  ist die Bezugsgröße für den Nachweis nach EnEV für Wohngebäude. Sie wird aus dem Bruttovolumen des Gebäudes abgeleitet und ist in der Regel größer als die Wohnfläche. Alle flächenbezogenen Werte werden auf  $A_N$  bezogen.

Der **spezifische Nutzenergiebedarf Heizung  $q_h$**  ist die auf die Nutzfläche bezogene Wärmemenge, die dem Gebäude zur Aufrechterhaltung der Raumtemperatur zugeführt werden muss.

Der **spezifische Nutzenergiebedarf Warmwasser  $q_{tw}$**  ist die auf die Nutzfläche bezogene Wärmemenge, die zur Erwärmung des Trinkwassers zugeführt werden muss. Die Bestimmung des Nutzenergiebedarfes erfolgt nach aktueller DIN V 18599: 2016-10 [6] in Abhängigkeit von der mittleren Nettogrundfläche je Wohneinheit. Für die Berechnungen nach DIN V 4701-10:2003-08 [5] werden die Werte bezogen auf die Nutzfläche der Gebäude angesetzt. Für das Einfamilienhaus beträgt damit der nutzflächenbezogene Nutzenergiebedarf Warmwasser 7,8 kWh/m<sup>2</sup> und für das 6-Familienhaus 10,9 kWh/m<sup>2</sup>.

Der **Nutzenergiebedarf** ist das Produkt aus dem spezifischen Wert und der Nutzfläche.

Der **Wärmeenergiebedarf** ist die zur Deckung des Nutzenergiebedarfes für Heizung und Warmwasserbereitung jährlich benötigte Wärmemenge jeweils einschließlich des thermischen Aufwands für Übergabe, Verteilung und Speicherung. Der spezifische Wärmeenergiebedarf wird mit Bezug auf die Nutzfläche angegeben.

Der **Primärenergiebedarf  $Q_p$**  beinhaltet die Energiemenge, die zur Heizung, Lüftung und Trinkwassererwärmung unter Einbeziehung der anlagenseitigen Verluste und der vorgelagerten Prozesse außerhalb des Gebäudes aufgewendet werden muss. Der spezifische Primärenergiebedarf  $q_p$  wird mit Bezug auf die Nutzfläche angegeben. Bei der Berechnung der Primärenergiebedarfswerte werden entsprechend EnEV 2014 die Primärenergiefaktoren nach DIN V 18599:2011-12 [10] unter Berücksichtigung der EnEV-Vorgaben für den elektrischen Strom verwendet. Entsprechend EnEV erfolgt ein Bezug auf den nicht erneuerbaren Anteil des Primärenergiebedarfs. Die zugrunde liegenden Primärenergiefaktoren können der folgenden Tabelle entnommen werden.

Energieträger	Primärenergiefaktor - nicht erneuerbar <sup>1</sup>
Erdgas	1,1
Erdgas-Biogas-Gemisch (10 % Bioanteil)	1,04
Heizöl	1,1
Heizöl-Bioöl-Gemisch (10 % Bioanteil)	1,04
Pellets	0,2
Strom - allgemeiner Strommix	1,8
Strom - Verdrängungsstrommix für KWK-Gutschrift	2,8
Nah-/Fernwärme (aus KWK mit fossilem Brennstoff)	0,7 <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Die Faktoren der Brennstoffe sind auf den Heizwert bezogen.

<sup>2</sup> Der Primärenergiefaktor für Nah- und Fernwärmesysteme mit hohem KWK-Anteil liegt bei individueller Zertifizierung im konkreten Fernwärmenetz häufig unter dem Pauschalwert von 0,7.

Die **primärenergetische Anlagen-Aufwandszahl  $e_p$**  beschreibt das Verhältnis der von der Anlagentechnik aufgenommenen Primärenergie in Relation zu dem von ihr abgegebenen Nutzenergiebedarf. Sie dient dem Vergleich unterschiedlicher Anlagen hinsichtlich ihres Energieaufwandes.

Der **(Jahres-)Endenergiebedarf** beinhaltet die (End-)Energienmenge, die dem Heizungs- und Trinkwassersystem zugeführt werden muss, um den Nutzenergiebedarf für Heizung und Trinkwassererwärmung zu decken.

Mit der **Energieeffizienzklasse** erfolgt entsprechend EnEV eine Einteilung des Gebäudes in Klassen nach seinem Endenergiebedarf oder seinem Endenergieverbrauch. Die angegebenen Klassen im vorliegenden Heizkostenvergleich beruhen auf dem berechneten Endenergiebedarf. Die Einteilung erfolgt in die Energieeffizienzklassen A+ (sehr niedriger Endenergiebedarf) bis H (sehr hoher Endenergiebedarf).

Der **Heizwert  $H_i$**  eines Brennstoffes beinhaltet die Wärmemenge, die bei der Verbrennung eines Brennstoffes freigesetzt wird. Berücksichtigt man zusätzlich die Verdampfungswärme des Wassers in den Verbrennungsgasen, erhält man den **Brennwert  $H_s$**  eines Brennstoffes.

Die Energieträger Heizöl und Erdgas werden nach DIN V 4701-10 [5] bzw. EnEV end- und primärenergetisch gleich bewertet. Dementsprechend gibt es keine Unterschiede zwischen diesen Energieträgern beim End- und Primärenergiebedarf.

## 2.2. Ermittlung Jahresgesamtkosten

Die Jahresgesamtkosten einer Anlagenvariante werden in Anlehnung an VDI 2067 Blatt 1 ermittelt. Diese beinhalten folgende Kostenbestandteile:

- verbrauchsgebundene Kosten
- kapitalgebundene Kosten (einschließlich Instandsetzung),
- betriebsgebundene Kosten.

### Energiepreise

Den Berechnungen werden bundesdeutsche Jahres-Mittelwerte für den Zeitraum Oktober 2015 bis September 2016 aus den angegebenen Quellen zugrunde gelegt. Alle Energiepreise beinhalten sämtliche Steuern.

Gebäude / Anwendung			Grundpreis	Arbeitspreis <sup>3</sup>
Erdgas	EFH	alle	132 €/a	5,26 ct/kWh <sub>HS</sub>
	6-FH	alle (außer KWK, Gas-Altessel)	144 €/a	5,22 ct/kWh <sub>HS</sub>
	6-FH	KWK-Anlage, Gas-Altessel	161 €/a	5,18 ct/kWh <sub>HS</sub>
Erdgas-Biogas-Gemisch (10 %)	EFH	alle	146 €/a	5,73 ct/kWh <sub>HS</sub>
	6-FH	alle	156 €/a	5,71 ct/kWh <sub>HS</sub>
Heizöl	EFH	alle (außer mit Solarthermie, Öl-Altessel)	-	4,75 ct/kWh
	EFH	mit Solarthermie	-	4,85 ct/kWh
	EFH	Öl-Altessel	-	4,69 ct/kWh
	6-FH	alle (außer Öl-Altessel)	-	4,66 ct/kWh
	6-FH	Öl-Altessel	-	4,61 ct/kWh
Heizöl-Bioöl-Gemisch (10 %)	EFH	alle	-	5,46 ct/kWh
	6-FH	alle	-	5,36 ct/kWh
Pellets	EFH	alle (außer mit Solarthermie)	-	4,80 ct/kWh
	EFH	mit solarer Trinkwassererwärmung	-	4,85 ct/kWh
	6-FH	alle	-	4,59 ct/kWh
Nah-/Fernwärme	EFH	alle	460 €/a	6,58 ct/kWh
	6-FH	alle	1.090 €/a	6,56 ct/kWh
Strom Wärmepumpentarif <sup>4</sup>	EFH	alle	73 €/a	18,56 ct/kWh
	6-FH	alle	73 €/a	18,54 ct/kWh
Strom Haushaltstarif	alle	alle	-	25,80 ct/kWh

Erdgas/Erdgas-Biogas-Gemisch BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V.

Heizöl/Heizöl-Bioöl-Gemisch Brennstoffspiegel Ceto Verlag GmbH

Holzpellets C.A.R.M.E.N. e.V. (Centrales Agrar-Rohstoff-Marketing- und Entwicklungs-Netzwerk e.V.)

Fernwärme AGFW – Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V.

Strom BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V.

<sup>3</sup> Die Arbeitspreise der Brennstoffe (außer Erdgas) sind heizwertbezogen. Der Energiepreis für Erdgas wird wie üblich brennwertbezogen angegeben.

<sup>4</sup> Es wird davon ausgegangen, dass mit dem Wärmepumpentarif für Strom die Wärmepumpe selbst als auch die Regelung bzw. der Hilfsstrom bedient werden kann.

Bei Heizöl, Nah-/Fernwärme und Pellets erfolgt eine Anpassung der in den Quellen angegebenen Energiepreise an die Abnahmemenge.

Für den mit der Photovoltaikanlage erzeugten Strom liegen die Vergütungssätze nach Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEG) [8] zugrunde.

Die Vergütung für den in einer KWK-Anlage erzeugten Strom erfolgt nach dem KWK-Gesetz [9]. Zudem wird die Rückerstattung der Energiesteuer für das eingesetzte Erdgas in einer KWK-Anlage berücksichtigt.

Die aus der Lagerung von Heizöl bzw. Pellets resultierenden Kosten werden für die durchschnittliche Lagermenge von 50% des Jahresbedarfes unter Beachtung des Kalkulationszinssatzes von 3% berechnet.

### **Investitionen und kapitalgebundene Kosten**

Grundlage für die Ermittlung der Investitionskosten ist die Dimensionierung der Anlagen entsprechend der Gebäude-Heizlast:

- Einfamilienhaus      10,8 kW
- 6-Familienhaus      24,3 kW

Die Gesamtinvestitionskosten setzen sich aus den angegebenen Kostenanteilen zusammen. In der Summe der einzelnen Kostenbestandteile ergibt sich ein funktionsfähiges Gesamtsystem einschließlich Montage und Inbetriebnahme, das den anerkannten Regeln der Technik entspricht.

Die Kalkulation der Heizkörper und des Leitungssystems erfolgt auf Basis der festgelegten Systemtemperaturen:

- Heizkörper 70/55 °C: alle Anlagenvarianten außer Wärmepumpen
- Heizkörper 50/40 °C: alle Gas- und Elektro-Wärmepumpenvarianten.

Der Anteil „Schornstein/sonst. Baukosten“ beinhaltet die Sanierung des vorhandenen Schornsteins bei den brennstoffgespeisten Heizungsvarianten. Bei den Sole-Wärmepumpen sind unter den sonstigen Baukosten die Kosten für die Erdsonde berücksichtigt.

Unter „Brennstofflagerung“ sind die Kosten für die Öltankanlage bzw. für die Einrichtung des Pelletlagerraumes mit der automatischen Brennstoffzufuhr zum Kessel erfasst. Die Dimensionierung der Öltankanlage bzw. des Pelletlagerraumes erfolgt für eine einmalige Befüllung pro Jahr. Der für die Brennstofflagerung bei Öl- und Pelletheizungen benötigte Kellerraum selbst bleibt bei der Kostenermittlung unberücksichtigt.

Die **kapitalgebundenen Kosten** beinhalten die in jährliche Kosten umgerechneten Investitionen mit der Annuitätsmethode. Die Berechnung der Annuität erfolgt über die Nutzungsdauer und den Instandsetzungsaufwand der Komponenten entsprechend der Angaben in VDI 2067 Blatt 1 mit dem Kalkulationszinssatz von 3%. Mit dem angesetzten Kalkulationszinssatz wird unterstellt, dass eine Fremdkapitalfinanzierung erfolgt und langfristig von einer Steigerung des Zinssatzes ausgegangen wird. Es erfolgt keine Berücksichtigung eines Preisänderungsfaktors.

### **Betriebsgebundene Kosten**

Die betriebsgebundenen Kosten beinhalten die Kosten für Wartung der Anlage und die Schornsteinfegergebühren, für die Heizkostenabrechnung sowie die Kosten für notwendige Versicherungen.

Die **Wartungskosten** werden in Anlehnung an die BTGA-Regel 3.001: Wartung heiztechnischer Anlagen [11] ermittelt und entsprechend der Größe der Anlage differenziert. Stehen für Anlagenkomponenten keine Vorgaben zur Verfügung werden diese entsprechend abgeschätzt. Bei KWK-Anlagen wird der vom Hersteller angebotene Vollwartungsvertrag zugrunde gelegt. Die bei einer zentralen Warmwasserversorgung im 6-Familienhaus notwendige regelmäßige Legionellenüberprüfung geht ebenfalls in diesen Kostenbestandteil ein.

Die **Schornsteinfegergebühren** werden anhand der Kehr- und Überprüfungsgebührenordnung ermittelt. Der Arbeitswert ist auf einen Betrag von 1,05 € zuzüglich Mehrwertsteuer festgesetzt. [12]

Der Kostenbestandteil „**Heizkostenabrechnung**“ umfasst die Kosten für die nach Heizkostenverordnung vorgeschriebene Heizkostenabrechnung im 6-Familienhaus. Die Kosten variieren je nach Ausstattung entsprechend der vorhandenen Anlagensysteme:

- zentrale Wärmeversorgung und zentrale Trinkwassererwärmung:  
elektronische Heizkostenverteiler und Warmwasserzähler je Wohnung, zentraler Wärmemengenzähler für Warmwasserbereitung
- zentrale Wärmeversorgung und dezentrale Trinkwassererwärmung:  
elektronische Heizkostenverteiler je Wohnung
- zentrale Wärmeversorgung mit Wohnungsstationen für Heizung und Trinkwassererwärmung:  
Wärmemengenzähler je Wohnungsstation

Weiterhin werden durchschnittliche Kosten für die notwendige **Versicherung** des Lagerrisikos für Heizöl mit einer jährlichen Zahlungsweise angesetzt. Für die Instandhaltung der Photovoltaikanlage sind ebenfalls Versicherungs- bzw. Rücklagekosten notwendig, diese werden ebenfalls in diesem Kostenbestandteil berücksichtigt.

**Kostenindex**

Der Kostenindex gibt das Verhältnis der Jahresgesamtkosten des jeweiligen Systems im Verhältnis zu den entsprechenden Kosten des Vergleichssystems an. Bei Komplettsanierung ist das Vergleichssystem Variante 1: Gas-Brennwertgerät. Bei Teilsanierung bezieht sich der Kostenindex jeweils auf den Ausgangszustand mit Gas- bzw. Öl-Altessel.

**Kostenkennwerte bezogen auf die Nutzfläche**

Alle Kostenkennwerte der Varianten mit Komplettsanierung werden zusätzlich mit Bezug auf die Nutzfläche der Gebäude angegeben. Dabei erfolgt eine Sortierung der Varianten aufsteigend in Abhängigkeit von den Investitionen je m<sup>2</sup> Nutzfläche und Jahr.

**2.3. Lüftung**

Alle betrachteten Gebäude werden durch freie Lüftung mit Außenluft versorgt. Bei der Berechnung des Energiebedarfes wird von einem 0,6-fachen Luftwechsel ausgegangen, wie er sich bei einer relativ dichten Gebäudehülle ergeben würde. Der nachträgliche Einbau von Lüftungsanlagen ist nicht Bestandteil der vorliegenden Untersuchung.

Eine Lüftungstechnische Anlage verbessert die Raumluftqualität und kann möglichen bauphysikalischen Schäden vorbeugen.

## 2.4. Treibhausgasemissionen

Die bei der Beheizung eines Gebäudes entstehenden Kohlendioxid-Emissionen bilden ein wesentliches Kriterium bei der ökologischen Bewertung unterschiedlicher Heizungsvarianten. Neben dem Treibhausgas CO<sub>2</sub> sind CO<sub>2</sub>-Äquivalente ein verbreiteter Maßstab für die Klimawirkung. CO<sub>2</sub>-Äquivalente berücksichtigen zusätzlich zu Kohlendioxid die Klimawirksamkeit weiterer Emissionen.

Folgende Tabelle enthält die angesetzten energieträgerspezifischen Faktoren für CO<sub>2</sub>-Emissionen (direkte Emissionen) und CO<sub>2</sub>-Äquivalente.

Energieträger	Faktor CO <sub>2</sub> -Emissionen <sup>5</sup>	Faktor CO <sub>2</sub> -Äquivalent <sup>5</sup>
Erdgas	228 g/kWh	250 g/kWh
Erdgas-Biogas-Gemisch (10%)	212 g/kWh	236 g/kWh
Heizöl	312 g/kWh	315 g/kWh
Heizöl-Bioöl-Gemisch (10%)	295 g/kWh	298 g/kWh
Pellets	22 g/kWh	25 g/kWh
Strom - allgemeiner Strommix	538 g/kWh	566 g/kWh
Strom - Verdrängungsstrommix für KWK / PV	798 g/kWh	840 g/kWh
Nah-/Fernwärme	Gemis	238 <sup>6</sup> g/kWh
	AGFW	158 <sup>7</sup> g/kWh
		169 <sup>8</sup> g/kWh

Die verwendeten Faktoren sind Standarddaten aus Gemis 4.9. Sie spiegeln mittlere Verhältnisse für Deutschland wider und berücksichtigen globale Emissionen für Erdgas, Heizöl und Pellets. Abweichende bzw. ergänzende Annahmen dazu werden an folgenden Stellen getroffen:

- Bei Strom wird vereinfachend der mittlere Emissionsfaktor für die Stromentnahme aus dem lokalen Stromnetz verwendet. Infolge der stetigen Entwicklung des CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktors bei Strom wird für diesen der aktualisierte Wert für 2015 der Untersuchungen von IINAS [13] angesetzt.
- Für den in KWK-Anlagen erzeugten Strom erfolgt die Berechnung der Gutschrift (analog zur Berechnung des Primärenergiebedarfes) mit den Faktoren für Verdrängungsstrommix.
- Die Emissionen der Varianten mit Photovoltaikanlage erhalten eine Gutschrift für den gesamten erzeugten Strom mit den Faktoren für Verdrängungsstrommix.
- Für Fernwärme variiert der Emissionsfaktor stark in Abhängigkeit vom eingesetzten Brennstoff und der Art der Wärmeerzeugung (Heizwerk oder KWK). Es wird ein Wert für den bundesdeutschen Fernwärme-Mix entsprechend Gemis verwendet. Unabhängig davon gibt der Branchenverband AGFW einen CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor an, welcher auf einem Mix aus 50% Gas und 50% Kohle nach der Arbeitswertmethode (mit Vorkette) beruht. Bei den Fernwärmevarianten werden die Emissionen auf Basis beider Quellen ausgewiesen.

<sup>5</sup> Enthält Emissionen an CO<sub>2</sub> bzw. CO<sub>2</sub>-Äquivalent aus vorgelagerten Stufen der Prozesskette. Die Faktoren der Brennstoffe sind heizwertbezogen.

<sup>6</sup> Entsprechend Gemis 4.8: Kennzahlen 2010 für bundesdeutschen Fernwärme-Mix.

<sup>7</sup> Mix aus 50% Gas und 50% Kohle nach Arbeitswertmethode mit Vorkette (AGFW).

<sup>8</sup> Wert aus dem Verhältnis von CO<sub>2</sub>-Emissionen zu CO<sub>2</sub>-Äquivalent nach Gemis ermittelt.

### CO<sub>2</sub>-Emissionen bezogen auf die Nutzfläche

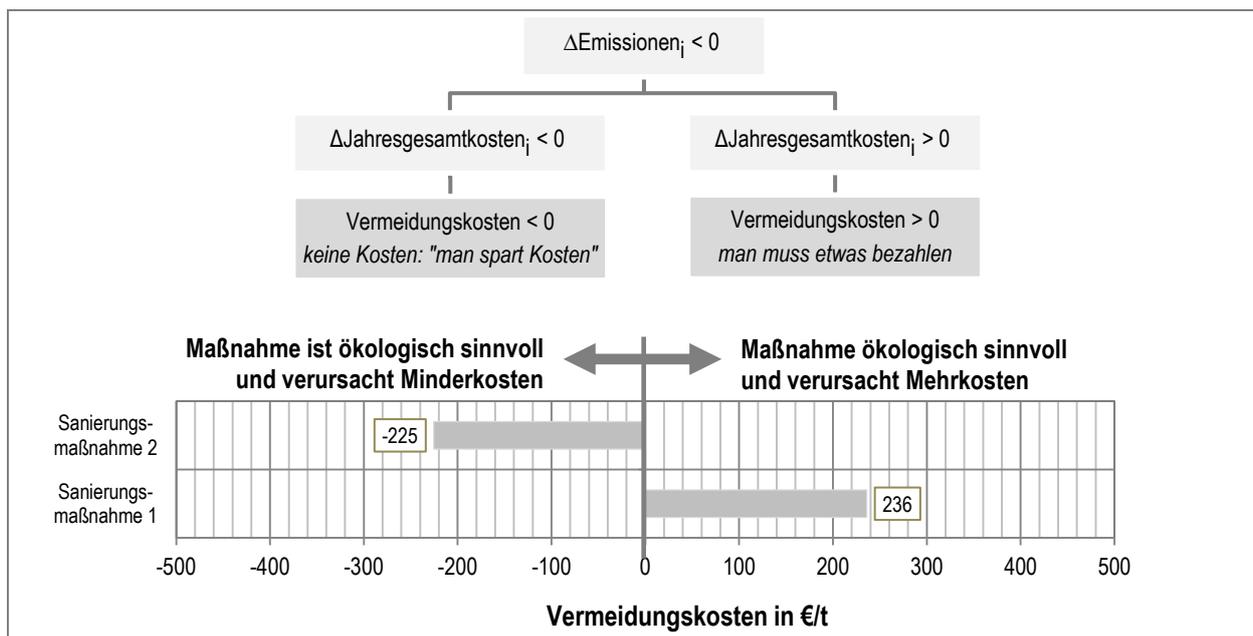
Die ermittelten jährlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen der Varianten mit Komplettsanierung werden zusätzlich mit Bezug auf die Nutzfläche der Gebäude angegeben.

### Vermeidungskosten

Vermeidungskosten geben die Mehr- bzw. Minderkosten an, welche sich durch den Einsatz einer Technologie mit geringerer Treibhausgasintensität gegenüber dem vorhandenen Stand (Referenzfall) ergeben. Die Vermeidungskosten werden auf der Grundlage der Berechnung der Jahres-Gesamtkosten sowie der Einsparungen an Treibhausgasen für die Sanierungsmaßnahmen in Relation zum Referenzfall (Ausgangszustand) ermittelt. Die Änderung der Jahres-Gesamtkosten bezogen auf die jährlichen Treibhausgas-Einsparungen ergeben die Vermeidungskosten:

$$\text{Vermeidungskosten}_i \left[ \frac{\text{€}}{\text{t}} \right] = - \frac{\text{Jahresgesamtkosten}_i - \text{Jahresgesamtkosten}_{\text{Referenz}}}{\text{Emission}_i - \text{Emission}_{\text{Referenz}}}$$

Die Differenzen der Jahresgesamtkosten und der Treibhausgasemissionen können sowohl negative als auch positive Ergebnisse liefern, so dass diese entsprechend interpretiert werden müssen. Bei der Betrachtung von Vermeidungskosten sind nur solche Sanierungsoptionen sinnvoll, welche eine Treibhausgasreduktion zur Folge haben.



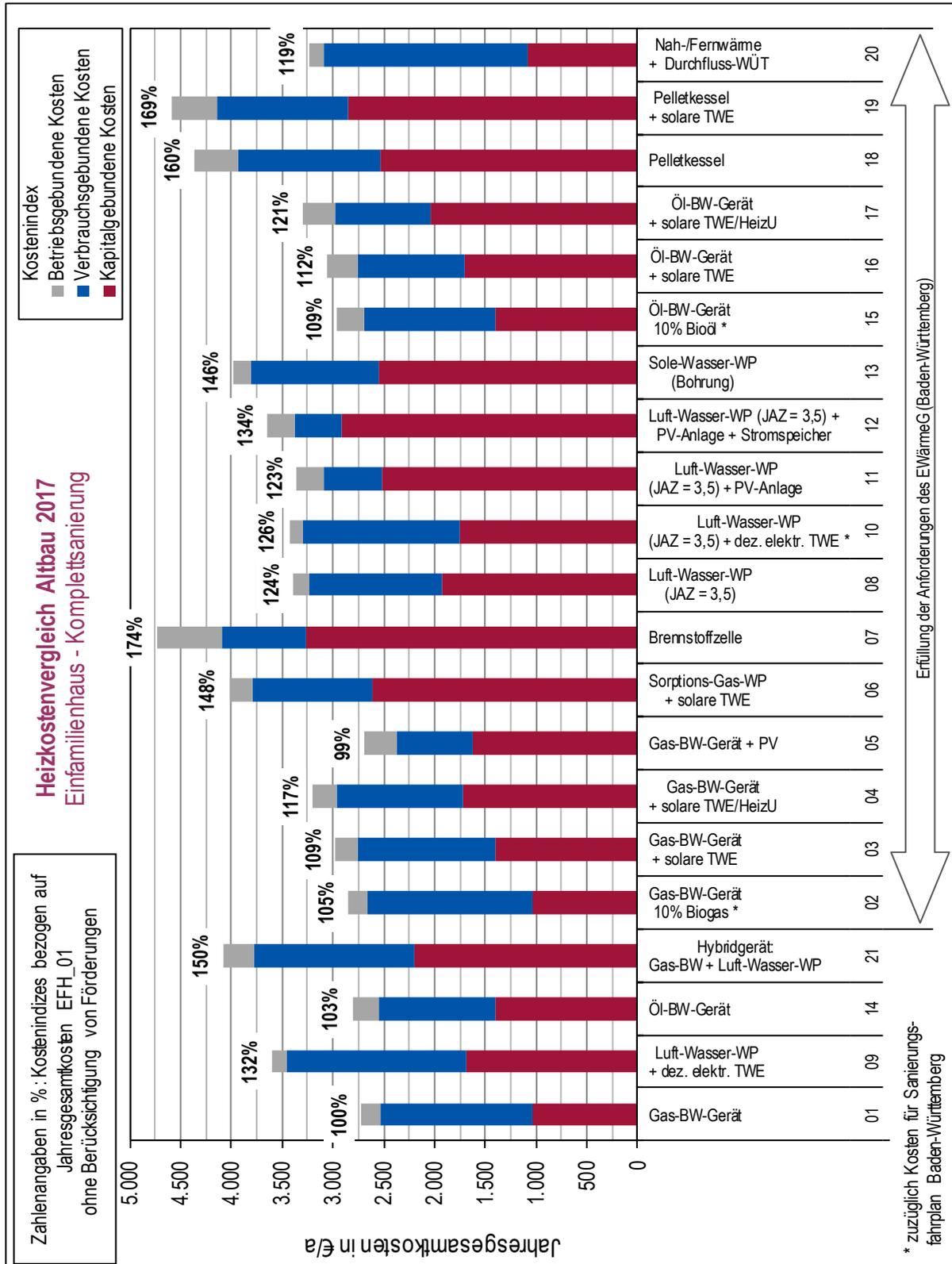
Für die richtige Interpretation der Ergebnisse ist eine gleichzeitige Betrachtung der vermiedenen Treibhausgasemissionen (in t) und der Differenz der Jahresgesamtkosten (in €) erforderlich.

Für die Varianten der Teilsanierung werden für die Ausgangszustände: Gas- und Öl-Altessel jeweils die Mehr-/Minderkosten, die eingesparten CO<sub>2</sub>-Emissionen und CO<sub>2</sub>-Äquivalente sowie die sich ergebenden Vermeidungskosten für CO<sub>2</sub>-Emissionen und CO<sub>2</sub>-Äquivalente ausgewiesen. Zusätzlich erfolgt eine graphische Darstellung der Ergebnisse für CO<sub>2</sub>-Äquivalente.



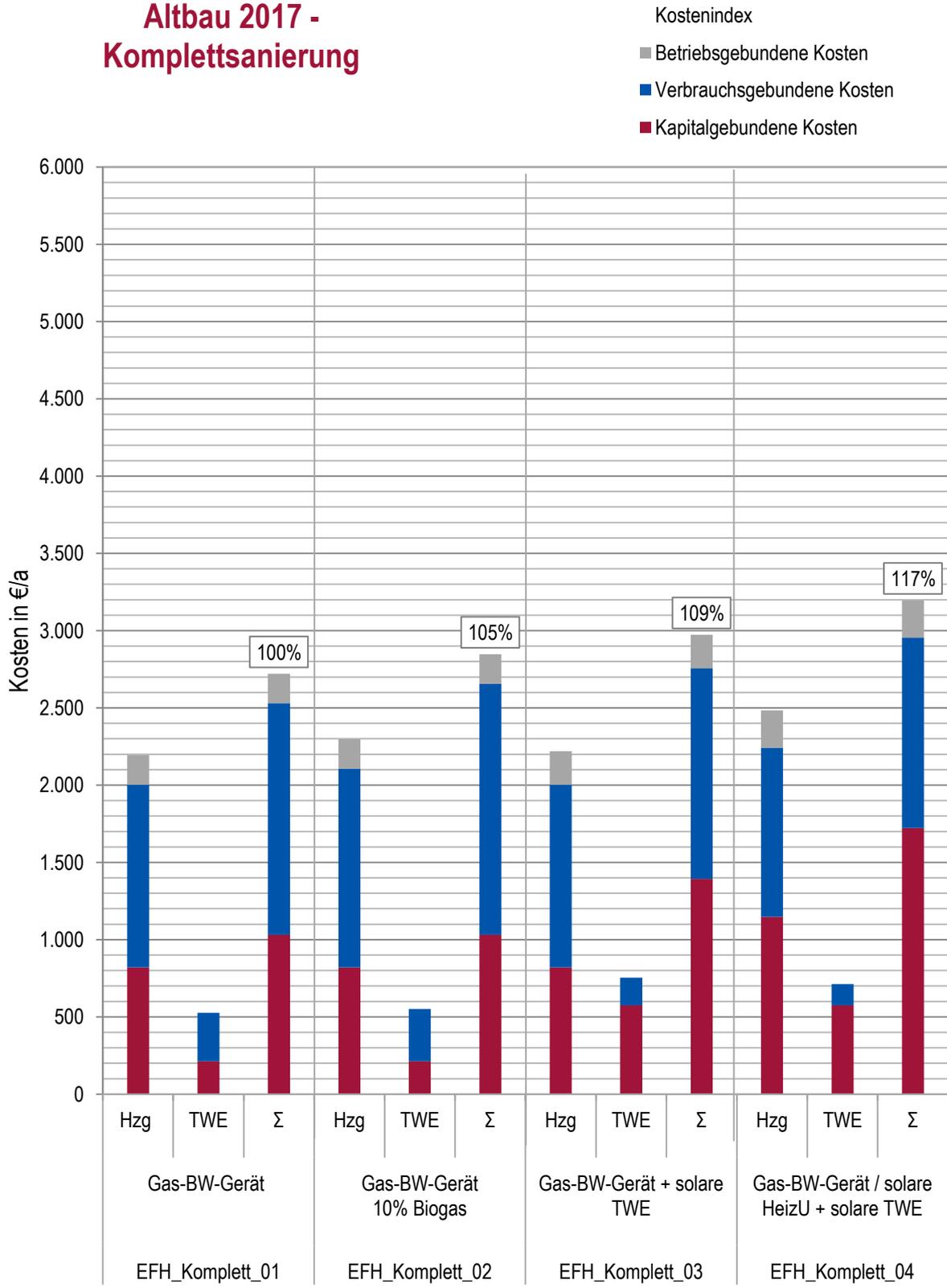
### 3 Ergebnisse Komplettanierung

#### 3.1. Einfamilienhaus



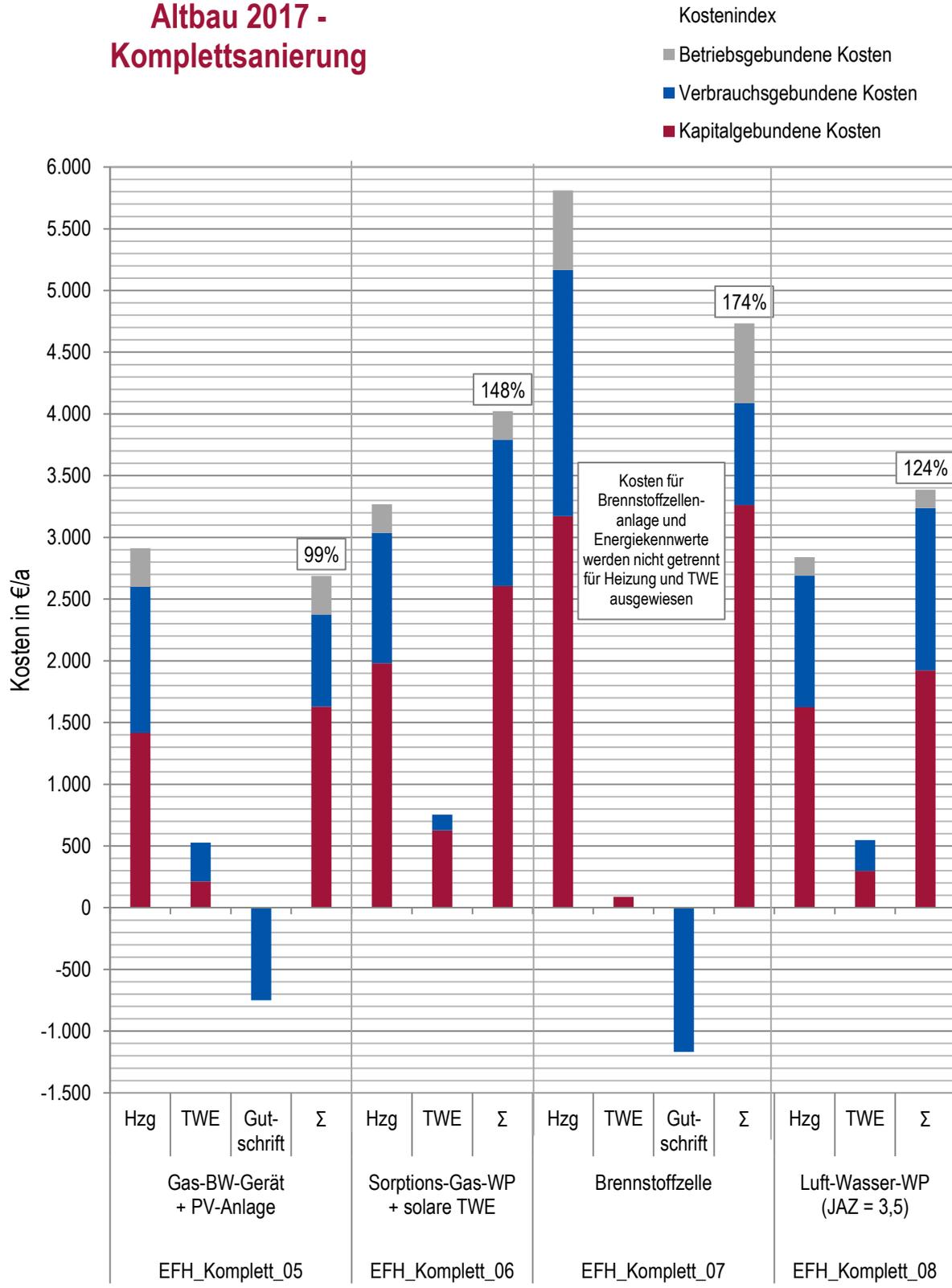
EFH				Komplettsanierung				HKV Altbau 2017					
alle Beträge enthalten die jeweils gültige Mehrwertsteuer 19% 2017  Heizlast 10,8 kW Nutzfläche A <sub>N</sub> 209,3 m <sup>2</sup> Wohnfläche 150,0 m <sup>2</sup>				EFH_Komplett_01		EFH_Komplett_02		EFH_Komplett_03		EFH_Komplett_04			
				Erdgas		Erdgas-Biogas (10%)		Erdgas		Erdgas			
				Gas-BW-Gerät	Speicher	Gas-BW-Gerät	Speicher	Gas-BW-Gerät	solare TWE	Gas-BW/solare HeizU	solare TWE		
				Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE		
spez. Nutzenergiebedarf (Bezug: A <sub>N</sub> )				kWh/m <sup>2</sup> a	78,7	7,8	78,7	7,8	78,7	7,8	78,7	7,8	
Nutzenergiebedarf				kWh/a	16.477	1.632	16.477	1.632	16.477	1.632	16.477	1.632	
spez. Wärmeenergiebedarf (Bezug: A <sub>N</sub> )				kWh/m <sup>2</sup> a	85	21	85	21	85	20	85	19	
spez. Primärenergiebedarf (Bezug: A <sub>N</sub> )				kWh/m <sup>2</sup> a	117,06		110,87		104,25		92,91		
primärenergetische Anlagenaufwandszahl				-	1,35		1,28		1,20		1,07		
Energieeffizienzklasse Endenergiebedarf				-	D		D		C		C		
Jahresendenergiebedarf				1.WE	kWh <sub>(H)</sub>	16.967	4.643	16.967	4.643	16.967	2.128	15.535	1.447
				1.WE	kWh <sub>(HS)</sub>	18.833	5.154	18.833	5.154	18.833	2.362	17.244	1.606
Hilfsenergiebedarf				kWh	236	167	236	167	236	214	214	209	
Arbeitspreis				1.WE	€/kWh	0,0526	0,0526	0,0573	0,0573	0,0526	0,0526	0,0526	0,0526
				Hilfsenergie		€/kWh	0,258		0,258		0,258		0,258
Jahresenergiekosten				1.WE	€/a	991	271	1.079	295	991	124	907	84
notwendige Lagermenge				l bzw. t	-		-		-		-		
Zinskosten gelagerte Brennstoffe				€/a	-		-		-		-		
Grundpreis				€/a	132		146		132		132		
Kosten Hilfsenergie				€/a	61	43	61	43	61	55	55	54	
Summe Heizung / TWE				€/a	1.184	314	1.286	338	1.184	179	1.094	138	
Stromvergütung + eingesparte Strombezugskosten				€/a									
Rückvergütung Energiesteuer				€/a									
<b>Summe</b>				<b>€/a</b>	<b>1.498</b>	<b>314</b>	<b>1.624</b>	<b>338</b>	<b>1.363</b>	<b>179</b>	<b>1.233</b>	<b>138</b>	
Investitionen				Wärmeerzeuger / Regelung	€	3.300	1.600	3.300	1.600	3.300	6.300	7.700	6.300
				Heizflächen / Leitungssystem	€	6.500	1.500	6.500	1.500	6.500	1.500	6.500	1.500
				Schornstein / sonst. Baukosten	€	800		800		800		800	
				Hausanschluss	€	2.000		2.000		2.000		2.000	
				Brennstofflagerung	€	-		-		-		-	
				Gas- / Elektroinstallation	€	600	100	600	100	600	400	600	400
				Summe Heizung / TWE	€	13.200	3.200	13.200	3.200	13.200	8.200	17.600	8.200
<b>Summe Heizung + TWE</b>				<b>€</b>	<b>16.400</b>	<b>3.200</b>	<b>16.400</b>	<b>3.200</b>	<b>21.400</b>	<b>8.200</b>	<b>25.800</b>		
Kapitalgebundene Kosten				Wärmeerzeuger / Regelung	€/a	289	124	289	124	289	471	618	471
				Heizflächen / Leitungssystem	€/a	364	84	364	84	364	84	364	84
				Schornstein / sonst. Baukosten	€/a	39		39		39		39	
				Hausanschluss	€/a	98		98		98		98	
				Brennstofflagerung	€/a	-		-		-		-	
				Gas- / Elektroinstallation	€/a	29	5	29	5	29	20	29	20
				Summe Heizung / TWE	€/a	820	212	820	212	820	574	1.148	574
<b>Summe Heizung + TWE</b>				<b>€/a</b>	<b>1.032</b>	<b>212</b>	<b>1.032</b>	<b>212</b>	<b>1.394</b>	<b>574</b>	<b>1.723</b>		
Betriebsgebundene Kosten				Wartung / Schornsteinfegergebühren	€/a	191		191		216		241	
				Heizkostenabrechnung	€/a	-		-		-		-	
				Versicherung	€/a	-		-		-		-	
<b>Summe Heizung + TWE</b>				<b>€/a</b>	<b>191</b>	<b>212</b>	<b>191</b>	<b>212</b>	<b>216</b>	<b>216</b>	<b>241</b>		
Summe Heizung / TWE				€/a	2.194	527	2.297	551	2.219	754	2.484	713	
<b>Summe Heizung + TWE</b>				<b>€/a</b>	<b>2.721</b>	<b>527</b>	<b>2.848</b>	<b>551</b>	<b>2.973</b>	<b>754</b>	<b>3.197</b>	<b>713</b>	
<b>Kostenindex</b>				-	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>105%</b>	<b>105%</b>	<b>109%</b>	<b>109%</b>	<b>117%</b>	<b>117%</b>	
Summe				kg CO <sub>2</sub> /a	5.144		4.798		4.596		4.099		
CO <sub>2</sub> -Index				-	100%		93%		89%		80%		
Summe				kg CO <sub>2</sub> Äq/a	5.631		5.328		5.028		4.485		
CO <sub>2</sub> -Äquivalente				-	100%		95%		89%		80%		

## Einfamilienhaus Altbau 2017 - Komplettsanierung



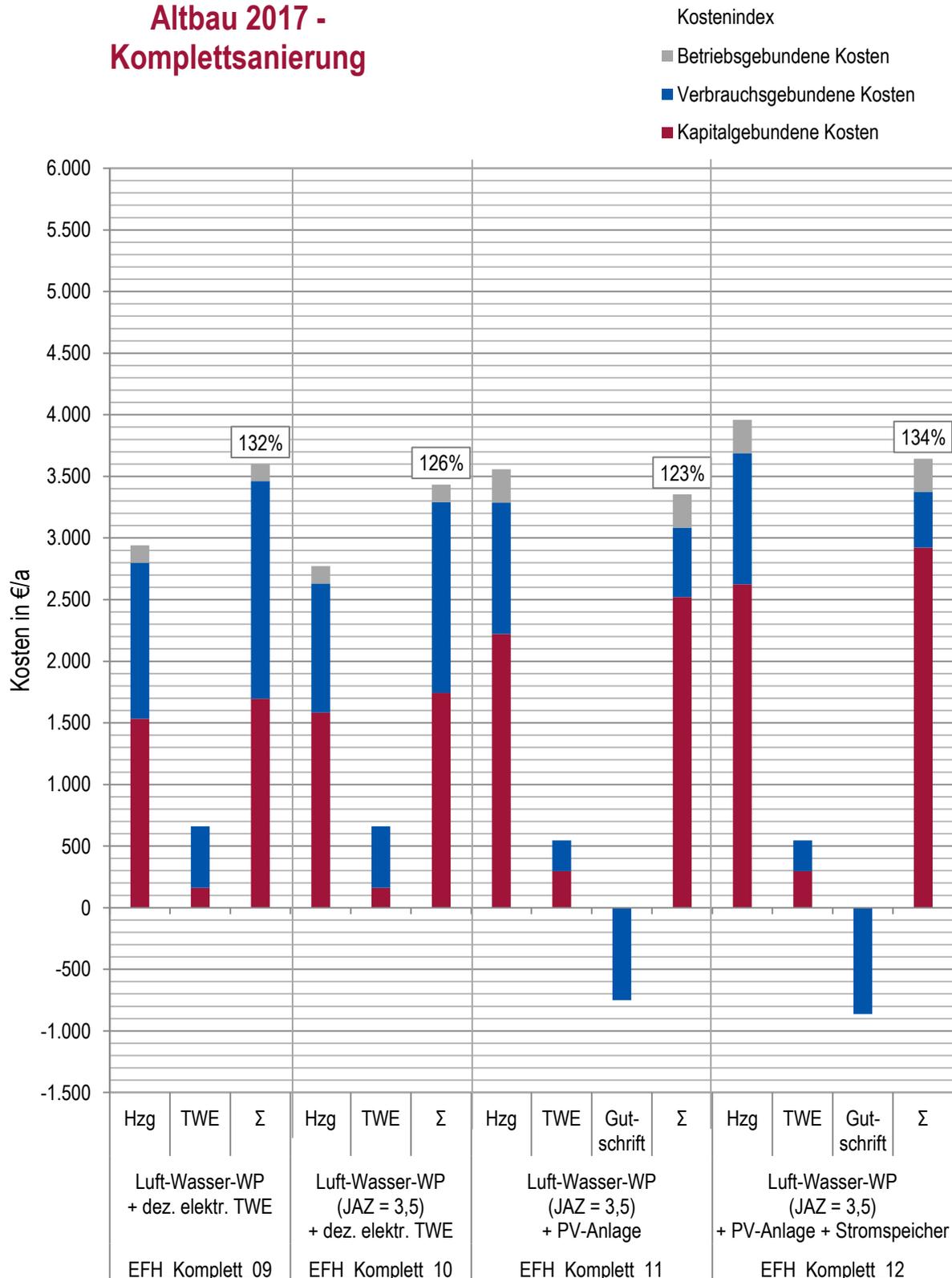
<b>EFH</b>		<b>Komplettsanierung</b>		<b>HKV Altbau 2017</b>										
alle Beträge enthalten die jeweils gültige Mehrwertsteuer 19% 2017  Heizlast 10,8 kW Nutzfläche A <sub>N</sub> 209,3 m <sup>2</sup> Wohnfläche 150,0 m <sup>2</sup>				EFH_Komplett_05 Erdgas		EFH_Komplett_06 Erdgas		EFH_Komplett_07 Erdgas		EFH_Komplett_08 Strom_WP				
				Gas-BW + PV- Anlage	Speicher	Sorpti- ons- Gas-WP	solare TWE	Brenn- stoffzelle	Speicher	Luft-WP JAZ=3,5	Speicher			
				Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE			
spez. Nutzenergiebedarf (Bezug: A <sub>N</sub> )				kWh/m <sup>2</sup> a	78,7	7,8	78,7	7,8	78,7	7,8	78,7	7,8		
Nutzenergiebedarf				kWh/a	16.477	1.632	16.477	1.632	16.477	1.632	16.477	1.632		
spez. Wärmeenergiebedarf (Bezug: A <sub>N</sub> )				kWh/m <sup>2</sup> a	85	21	82	18	87	21	84	22		
spez. Primärenergiebedarf (Bezug: A <sub>N</sub> )				kWh/m <sup>2</sup> a	113,60		83,07		88,45		57,55			
primärenergetische Anlagenaufwandszahl				-	1,31		0,96		1,02		0,66			
Energieeffizienzklasse Endenergiebedarf				-	D		B		D		A			
Jahresendenergiebedarf				1.WE	kWh <sup>(H)</sup>	16.967	4.643	13.253	1.245	30.404	5.158	1.198		
				1.WE	kWh <sup>(Hs)</sup>	18.833	5.154	14.711	1.382	33.748	-	-		
Hilfsenergiebedarf				kWh	236	167	588	209	333	187	147			
Arbeitspreis				1.WE	€/kWh	0,0526	0,0526	0,0526	0,0526	0,0526	0,1856	0,1856		
				Hilfsenergie	€/kWh	0,258		0,258		0,258		0,186		
Jahresenergiekosten				1.WE	€/a	991	271	774	73	1.775	957	222		
notwendige Lagermenge				l bzw. t	-		-		-		-			
Zinskosten gelagerte Brennstoffe				€/a	-		-		-		-			
Grundpreis				€/a	132		132		132		73			
Kosten Hilfsenergie				€/a	61	43	152	54	86	35	27			
<b>Summe Heizung / TWE</b>				<b>€/a</b>	<b>1.184</b>	<b>314</b>	<b>1.057</b>	<b>127</b>	<b>1.993</b>	<b>1.065</b>	<b>250</b>			
Stromvergütung + eingesparte Strombezugskosten				€/a	-751		-		-1.074		-			
Rückvergütung Energiesteuer				€/a	-		-		-94		-			
<b>Summe</b>				<b>€/a</b>	<b>747</b>		<b>1.184</b>		<b>825</b>		<b>1.315</b>			
Investitionen				€	13.700	1.600	15.900	7.000	25.300	14.400	2.700			
				€	6.500	1.500	7.400	1.500	6.500	1.500	7.400	1.500		
				€	800		900		900		-		-	
				€	2.000		2.000		2.000		-		-	
				€	-		-		-		-		-	
				€	600	100	600	400	1.400	100	400	100		
				€	23.600	3.200	26.800	8.900	36.100	1.600	22.200	4.300		
				€	<b>26.800</b>		<b>35.700</b>		<b>37.700</b>		<b>26.500</b>		-	
Kapitalgebundene Kosten				€/a	887	124	1.395	523	2.599	1.191	208			
				€/a	364	84	415	84	364	84	415	84		
				€/a	39		44		44		-		-	
				€/a	98		98		98		-		-	
				€/a	-		-		-		-		-	
				€/a	29	5	29	20	68	5	20	5		
				€/a	1.417	212	1.980	627	3.173	89	1.625	297		
				€/a	<b>1.629</b>		<b>2.607</b>		<b>3.262</b>		<b>1.922</b>		-	
Betriebsgebundene Kosten				€/a	226		231		646		150			
				€/a	-		-		-		-			
				€/a	85		-		-		-			
				€/a	<b>311</b>		<b>231</b>		<b>646</b>		<b>150</b>		-	
Jahresgesamtkosten				€/a	2.161	527	3.269	753	4.644	89	2.840	547		
				€/a	<b>2.688</b>		<b>4.022</b>		<b>4.733</b>		<b>3.387</b>		-	
				-	<b>99%</b>		<b>148%</b>		<b>174%</b>		<b>124%</b>		-	
CO <sub>2</sub> -Emissionen				kg CO <sub>2</sub> /a	1.182		3.734		2.681		3.599			
				-	23%		73%		52%		70%		-	
CO <sub>2</sub> -Äquivalente				kg CO <sub>2</sub> Äq/a	1.463		4.076		3.129		3.787			
				-	26%		72%		56%		67%		-	

## Einfamilienhaus Altbau 2017 - Komplettsanierung

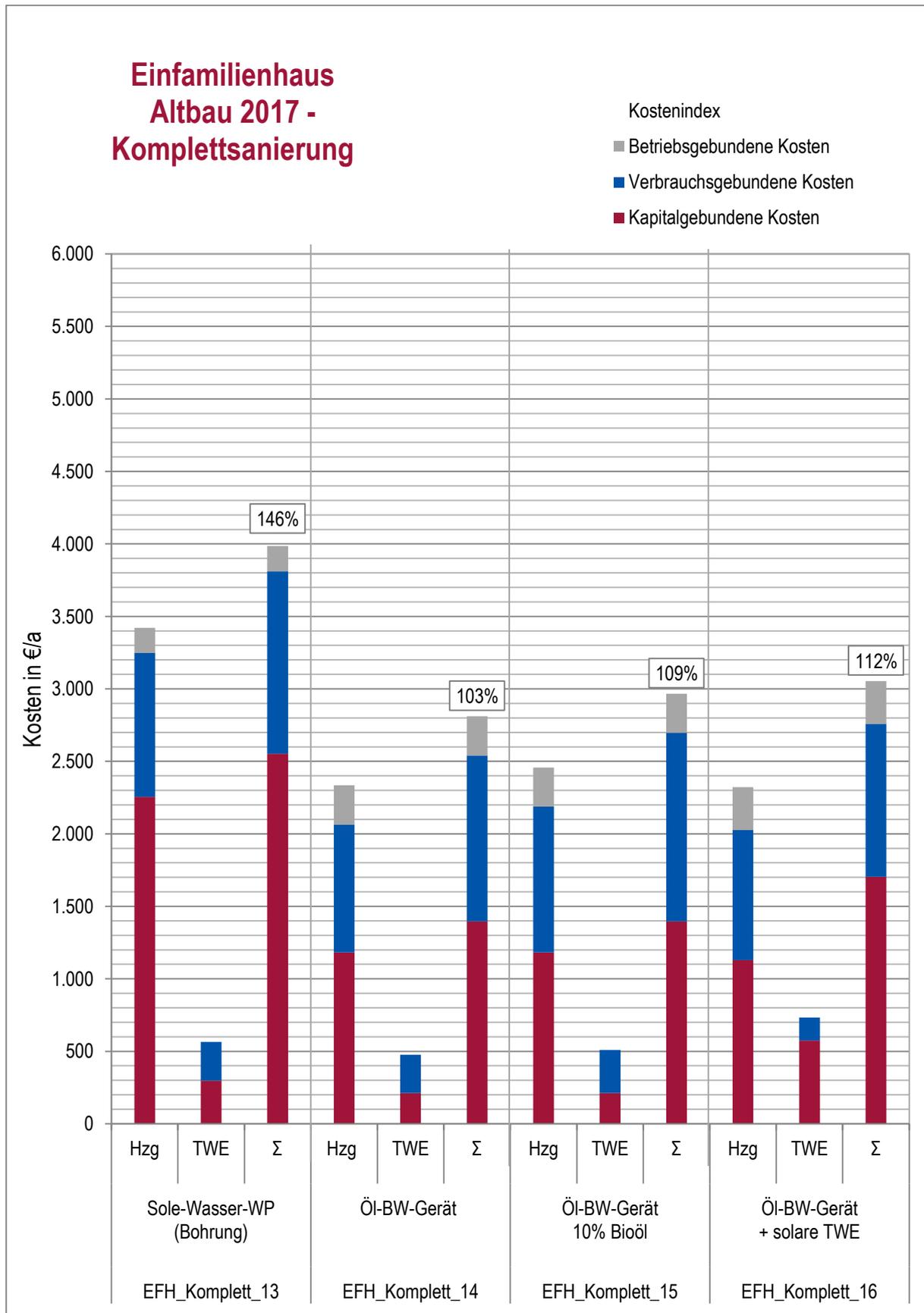


EFH			Komplettsanierung				HKV Altbau 2017				
alle Beträge enthalten die jeweils gültige Mehrwertsteuer 19% 2017			EFH_Komplett_09 Strom_WP		EFH_Komplett_10 Strom_WP		EFH_Komplett_11 Strom_WP		EFH_Komplett_12 Strom_WP		
Heizlast 10,8 kW Nutzfläche A <sub>N</sub> 209,3 m <sup>2</sup> Wohnfläche 150,0 m <sup>2</sup>			Luft-WP	dez. elektr. TWE	Luft-Wasser-WP JAZ=3,5	dez. elektr. TWE	Luft-WP JAZ=3,5 + PV-Anlage	Speicher	Luft-WP JAZ=3,5 + PV + Speicher	Speicher	
			Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE	
Verbrauchsgebundene Kosten	spez. Nutzenergiebedarf (Bezug: A <sub>N</sub> )	kWh/m <sup>2</sup> a	78,7	7,8	78,7	7,8	78,7	7,8	78,7	7,8	
	Nutzenergiebedarf	kWh/a	16.477	1.632	16.477	1.632	16.477	1.632	16.477	1.632	
	spez. Wärmeenergiebedarf (Bezug: A <sub>N</sub> )	kWh/m <sup>2</sup> a	85	9	85	9	84	22	84	22	
	spez. Primärenergiebedarf (Bezug: A <sub>N</sub> )	kWh/m <sup>2</sup> a			61,87		38,25		38,25		
	primärenergetische Anlagenaufwandszahl	-		0,83		0,71		0,44		0,44	
	Energieeffizienzklasse Endenergiebedarf	-		A		A+		A+		A+	
	Jahresendenergiebedarf	1.WE	kWh <sup>(HS)</sup>	6.240	1.941	5.065	1.941	5.158	1.198	5.158	1.198
		1.WE	kWh <sup>(HS)</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-
	Hilfsenergiebedarf		kWh	187	0	187	0	187	147	187	147
	Arbeitspreis	1.WE	€/kWh	0,1856	0,2580	0,1856	0,2580	0,1856	0,1856	0,1856	0,1856
		Hilfsenergie	€/kWh		0,186		0,186		0,186		0,186
	Jahresenergiekosten	1.WE	€/a	1.158	501	940	501	957	222	957	222
	notwendige Lagermenge		l bzw. t	-	-	-	-	-	-	-	-
	Zinskosten gelagerte Brennstoffe		€/a	-	-	-	-	-	-	-	-
	Grundpreis		€/a		73		73		73		73
	Kosten Hilfsenergie		€/a	35	0	35	0	35	27	35	27
	Summe Heizung / TWE		€/a	1.266	501	1.048	501	1.065	250	1.065	250
	Stromvergütung + eingesparte Strombezugskosten		€/a					-751		-862	
	Rückvergütung Energiesteuer		€/a								
	Summe		€/a	1.767		1.549		564		452	
Investitionen	Wärmeerzeuger / Regelung	€	13.300	800	13.900	800	24.800	2.700	31.800	2.700	
	Heizflächen / Leitungssystem	€	7.400	1.500	7.400	1.500	7.400	1.500	7.400	1.500	
	Schornstein / sonst. Baukosten	€	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Hausanschluss	€	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Brennstofflagerung	€	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Gas- / Elektroinstallation	€	400	100	400	100	400	100	400	100	
	Summe Heizung / TWE	€	21.100	2.400	21.700	2.400	32.600	4.300	39.600	4.300	
Summe Heizung + TWE	€	23.500		24.100		36.900		43.900			
Kapitalgebundene Kosten	Wärmeerzeuger / Regelung	€/a	1.100	72	1.150	72	1.788	208	2.190	208	
	Heizflächen / Leitungssystem	€/a	415	84	415	84	415	84	415	84	
	Schornstein / sonst. Baukosten	€/a	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Hausanschluss	€/a	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Brennstofflagerung	€/a	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Gas- / Elektroinstallation	€/a	20	5	20	5	20	5	20	5	
	Summe Heizung / TWE	€/a	1.534	161	1.584	161	2.222	297	2.624	297	
Summe Heizung + TWE	€/a	1.695		1.744		2.520		2.922			
Betriebsgebundene Kosten	Wartung / Schornsteinfegergebühren	€/a		140		140		185		185	
	Heizkostenabrechnung	€/a	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Versicherung	€/a	-	-	-	-	85		85		
	Summe Heizung + TWE	€/a		140		140		270		270	
Jahresgesamtkosten	Summe Heizung / TWE	€/a	2.940	661	2.772	661	2.807	547	3.097	547	
	Summe Heizung + TWE	€/a	3.601		3.433		3.354		3.644		
	Kostenindex	-	132%		126%		123%		134%		
CO <sub>2</sub> -Emissionen	Summe	kg CO <sub>2</sub> /a	4.502		3.870		-363		-363		
	CO <sub>2</sub> -Index	-	88%		75%		-7%		-7%		
CO <sub>2</sub> -Äquivalente	Summe	kg CO <sub>2</sub> Äq/a	4.736		4.071		-382		-382		
	CO <sub>2</sub> -Äquivalent Index	-	84%		72%		-7%		-7%		

## Einfamilienhaus Altbau 2017 - Komplettsanierung

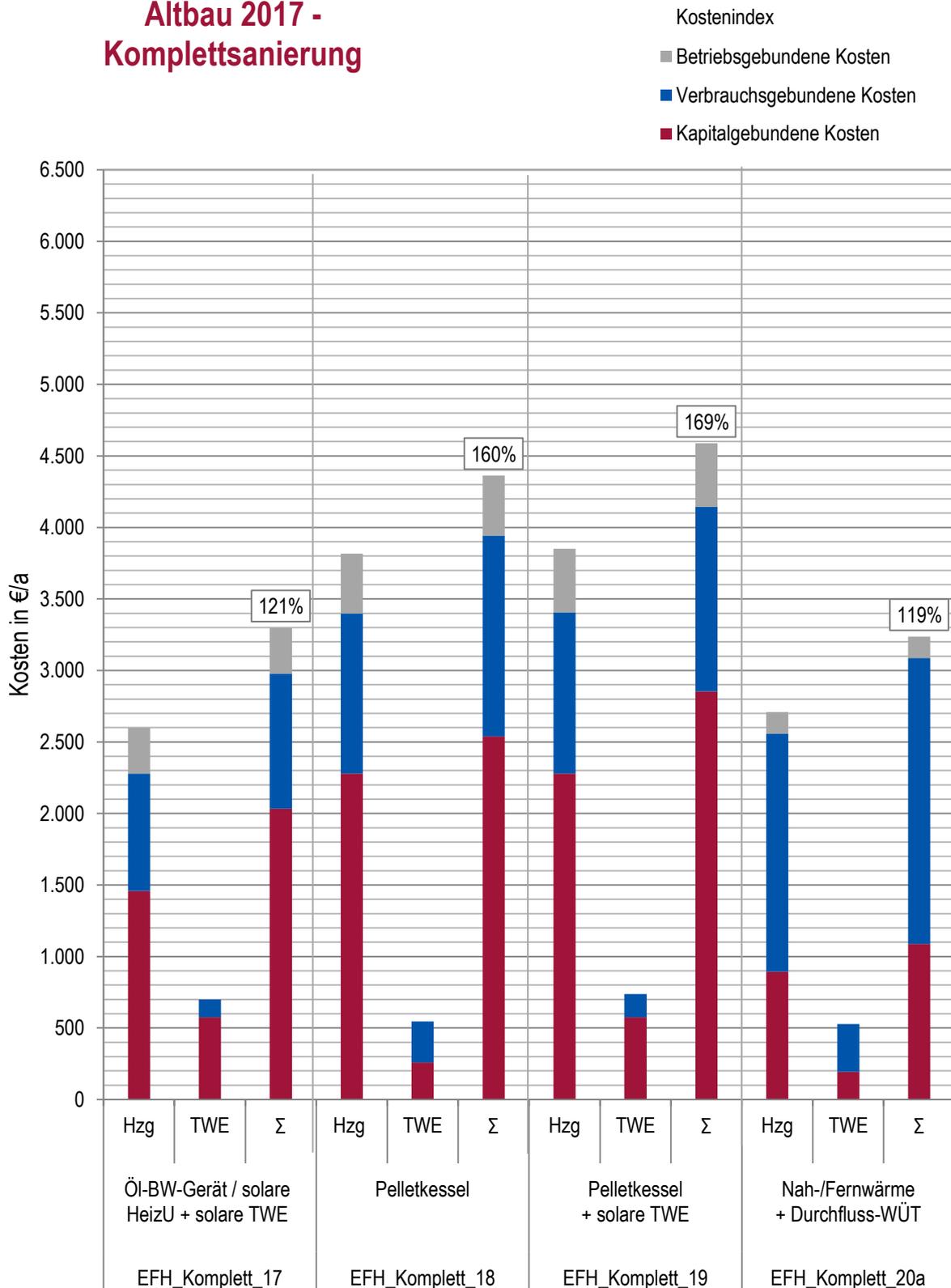


EFH			Komplettsanierung				HKV Altbau 2017				
alle Beträge enthalten die jeweils gültige Mehrwertsteuer 19% 2017			EFH_Komplett_13		EFH_Komplett_14		EFH_Komplett_15		EFH_Komplett_16		
			Strom_WP		Heizöl_schwefelarm		Heizöl-Bioöl (10%)		Heizöl_schwefelarm		
			Sole-WP (Bohrung) Speicher		Öl-BW-Gerät Speicher		Öl-BW-Gerät Speicher		Öl-BW-Gerät solare TWE		
Heizlast 10,8 kW Nutzfläche A <sub>N</sub> 209,3 m <sup>2</sup> Wohnfläche 150,0 m <sup>2</sup>			Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE	
spez. Nutzenergiebedarf (Bezug: A <sub>N</sub> )			kWh/m <sup>2</sup> a	78,7	7,8	78,7	7,8	78,7	7,8	78,7	7,8
Nutzenergiebedarf			kWh/a	16.477	1.632	16.477	1.632	16.477	1.632	16.477	1.632
spez. Wärmeenergiebedarf (Bezug: A <sub>N</sub> )			kWh/m <sup>2</sup> a	84	22	85	21	85	21	85	20
spez. Primärenergiebedarf (Bezug: A <sub>N</sub> )			kWh/m <sup>2</sup> a	54,91		117,06		110,87		104,25	
primärenergetische Anlagenaufwandszahl			-	0,63		1,35		1,28		1,20	
Energieeffizienzklasse Endenergiebedarf			-	A		D		D		C	
Jahresendenergiebedarf			1.WE kWh <sub>(H)</sub>	4.523	1.232	16.967	4.643	16.967	4.643	16.967	2.128
			1.WE kWh <sub>(HS)</sub>	-	-	17.985	4.922	17.985	4.922	17.985	2.256
Hilfsenergiebedarf			kWh	423	206	236	167	236	167	236	214
Arbeitspreis			1.WE €/kWh	0,1856	0,1856	0,0475	0,0475	0,0546	0,0546	0,0485	0,0485
			Hilfsenergie €/kWh		0,186		0,258		0,258		0,258
Jahresenergiekosten			1.WE €/a	839	229	806	221	926	254	823	103
notwendige Lagermenge			l bzw. t	-	-	3.000	-	3.000	-	2.000	-
Zinskosten gelagerte Brennstoffe			€/a	-	-	15	-	18	-	14	-
Grundpreis			€/a	73	-	-	-	-	-	-	-
Kosten Hilfsenergie			€/a	79	38	61	43	61	43	61	55
Summe Heizung / TWE			€/a	991	267	882	264	1.005	297	898	158
Stromvergütung + eingesparte Strombezugskosten			€/a								
Rückvergütung Energiesteuer			€/a								
Summe			€/a	1.258		1.146		1.302		1.056	
Investitionen			€	15.300	2.700	6.000	1.600	6.000	1.600	6.000	6.300
			€	7.400	1.500	6.500	1.500	6.500	1.500	6.500	1.500
			€	13.100		800		800		800	
			€	-		-		-		-	
			€	-		3.400		3.400		2.600	
			€	400	100	500	100	500	100	500	400
Summe Heizung / TWE			€	36.200	4.300	17.200	3.200	17.200	3.200	16.400	8.200
Summe Heizung + TWE			€	40.500		20.400		20.400		24.600	
Kapitalgebundene Kosten			€/a	1.181	208	526	124	526	124	526	471
			€/a	415	84	364	84	364	84	364	84
			€/a	640		39		39		39	
			€/a	-		-		-		-	
			€/a	-		229		229		175	
			€/a	20	5	24	5	24	5	24	20
Summe Heizung / TWE			€/a	2.256	297	1.183	212	1.183	212	1.129	574
Summe Heizung + TWE			€/a	2.553		1.396		1.396		1.703	
Betriebsgebundene Kosten			€/a	175		225		225		250	
			€/a	-		-		-		-	
			€/a	-		45		45		45	
Summe Heizung + TWE			€/a	175		270		270		295	
Summe Heizung / TWE			€/a	3.422	564	2.335	476	2.458	509	2.322	733
Jahresgesamtkosten			€/a	3.986		2.811		2.967		3.054	
Kostenindex			-	146%		103%		109%		112%	
CO <sub>2</sub> -Emissionen			kg CO <sub>2</sub> /a	3.435		6.959		6.592		6.200	
CO <sub>2</sub> -Index			-	67%		135%		128%		121%	
CO <sub>2</sub> -Äquivalente			kg CO <sub>2</sub> Äq/a	3.613		7.035		6.668		6.270	
CO <sub>2</sub> -Äquivalent Index			-	64%		125%		118%		111%	



EFH		Komplettsanierung		HKV Altbau 2017							
alle Beträge enthalten die jeweils gültige Mehrwertsteuer 19% (7% bei Holzpellets) 2017				EFH_Komplett_17 Heizöl_schwefelarm		EFH_Komplett_18 Pellets		EFH_Komplett_19 Pellets		EFH_Komplett_20 Nah-/Fernwärme	
		Heizlast	10,8 kW	Öl-BW/ solare HeizU	solare TWE	Pellet- kessel	Speicher	Pellet- kessel	solare TWE	Nah-/ Fern- wärme	Durch- fluss- WÜT
		Nutzfläche A <sub>N</sub>	209,3 m <sup>2</sup>								
		Wohnfläche	150,0 m <sup>2</sup>	Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE
Verbrauchsge- bundene Kosten	spez. Nutzenergiebedarf (Bezug: A <sub>N</sub> )	kWh/m <sup>2</sup> a		78,7	7,8	78,7	7,8	78,7	7,8	78,7	7,8
	Nutzenergiebedarf	kWh/a		16.477	1.632	16.477	1.632	16.477	1.632	16.477	1.632
	spez. Wärmeenergiebedarf (Bezug: A <sub>N</sub> )	kWh/m <sup>2</sup> a		85	19	85	21	85	20	85	18
	spez. Primärenergiebedarf (Bezug: A <sub>N</sub> )	kWh/m <sup>2</sup> a		92,91		29,46		27,19		76,72	
	primärenergetische Anlagenaufwandszahl	-		1,07		0,34		0,31		0,89	
	Energieeffizienzklasse Endenergiebedarf	-		C		D		D		D	
	Jahresendenergiebedarf	1.WE	kWh <sub>(H)</sub>	15.535	1.447	20.787	5.187	20.787	2.247	17.889	4.226
		1.WE	kWh <sub>(HS)</sub>	16.467	1.534	-	-	-	-	-	-
	Hilfsenergiebedarf		kWh	214	209	393	146	393	209	102	217
	Arbeitspreis	1.WE	€/kWh	0,0485	0,0485	0,0480	0,0480	0,0485	0,0485	0,0658	0,0658
			€/kWh		0,258		0,258		0,258		0,258
	Jahresenergiekosten	1.WE	€/a	753	70	998	249	1.008	109	1.177	278
	notwendige Lagermenge		l bzw. t		2.000		6		5		-
	Zinskosten gelagerte Brennstoffe		€/a		12		19		17		-
	Grundpreis		€/a		-		-		-		460
	Kosten Hilfsenergie		€/a	55	54	101	38	101	54	26	56
	<b>Summe Heizung / TWE</b>		€/a	<b>821</b>	<b>124</b>	<b>1.118</b>	<b>287</b>	<b>1.126</b>	<b>163</b>	<b>1.663</b>	<b>334</b>
	Stromvergütung + eingesparte Strombezugskosten		€/a								
	Rückvergütung Energiesteuer		€/a								
	<b>Summe</b>		€/a		<b>945</b>		<b>1.404</b>		<b>1.289</b>		<b>1.997</b>
Investitionen	Wärmeerzeuger / Regelung	€	10.400	6.300	12.900	2.200	12.900	6.300	3.900	1.200	
	Heizflächen / Leitungssystem	€	6.500	1.500	6.500	1.500	6.500	1.500	6.500	1.500	
	Schornstein / sonst. Baukosten	€		800		1.500		1.500		-	
	Hausanschluss	€		-		-		-		3.400	
	Brennstofflagerung	€		2.600		3.600		3.600		-	
	Gas- / Elektroinstallation	€	500	400	500	100	500	400	500	100	
	<b>Summe Heizung / TWE</b>	€	<b>20.800</b>	<b>8.200</b>	<b>25.000</b>	<b>3.800</b>	<b>25.000</b>	<b>8.200</b>	<b>14.300</b>	<b>2.800</b>	
<b>Summe Heizung + TWE</b>	€	<b>29.000</b>		<b>28.800</b>		<b>33.200</b>		<b>17.100</b>			
Kapitalgebunde- ne Kosten	Wärmeerzeuger / Regelung	€/a	855	471	1.468	170	1.468	471	340	105	
	Heizflächen / Leitungssystem	€/a	364	84	364	84	364	84	364	84	
	Schornstein / sonst. Baukosten	€/a		39		73		73		-	
	Hausanschluss	€/a		-		-		-		166	
	Brennstofflagerung	€/a		175		350		350		-	
	Gas- / Elektroinstallation	€/a	24	20	24	5	24	20	24	5	
	<b>Summe Heizung / TWE</b>	€/a	<b>1.458</b>	<b>574</b>	<b>2.279</b>	<b>259</b>	<b>2.279</b>	<b>574</b>	<b>895</b>	<b>194</b>	
<b>Summe Heizung + TWE</b>	€/a	<b>2.032</b>		<b>2.538</b>		<b>2.854</b>		<b>1.088</b>			
Betriebsgebun- dene Kosten	Wartung / Schornsteinfegergebühren	€/a		275		420		445		150	
	Heizkostenabrechnung	€/a		-		-		-		-	
	Versicherung	€/a		45		-		-		-	
	<b>Summe Heizung + TWE</b>	€/a		<b>320</b>		<b>420</b>		<b>445</b>		<b>150</b>	
<b>Summe Heizung / TWE</b>	€/a	<b>2.599</b>	<b>698</b>	<b>3.817</b>	<b>545</b>	<b>3.850</b>	<b>737</b>	<b>2.708</b>	<b>528</b>		
Jahresgesamt- kosten	<b>Summe Heizung + TWE</b>	€/a	<b>3.297</b>		<b>4.362</b>		<b>4.587</b>		<b>3.236</b>		
	<b>Kostenindex</b>	-		<b>121%</b>		<b>160%</b>		<b>169%</b>		<b>119%</b>	
CO <sub>2</sub> -Emissionen	Summe (*AGFW-Wert / **Gemis-Wert)	kg CO <sub>2</sub> /a		5.526		861		831		3.666*	5.435**
	CO <sub>2</sub> -Index	-		107%		17%		16%		71%	106%
CO <sub>2</sub> -Äquivalente	Summe (*AGFW-Wert / **Gemis-Wert)	kg CO <sub>2</sub> Äq/a		5.589		954		917		3.924*	5.820**
	CO <sub>2</sub> -Äquivalent Index	-		99%		17%		16%		70%	103%

## Einfamilienhaus Altbau 2017 - Komplettsanierung



**Hybridgerät: Gas-Brennwertkessel und Luft-Wasser-Wärmepumpe**

Für die Nutzung der beiden Energieträger Erdgas und Strom werden Hybridgeräte angeboten, sie beinhalten einen Gas-Brennwertkessel und eine Elektro-Luft-Wasser-Wärmepumpe. Die Deckungsanteile des jeweiligen Wärmeerzeugers am Gesamtwärmeenergiebedarf sind stark von den regelungstechnischen Einstellungen, den Energiepreisen und den Systemtemperaturen abhängig. Denkbar sind zum Beispiel eine primärenergieoptimierte Betriebsweise und eine energiekostenoptimierte Betriebsweise.

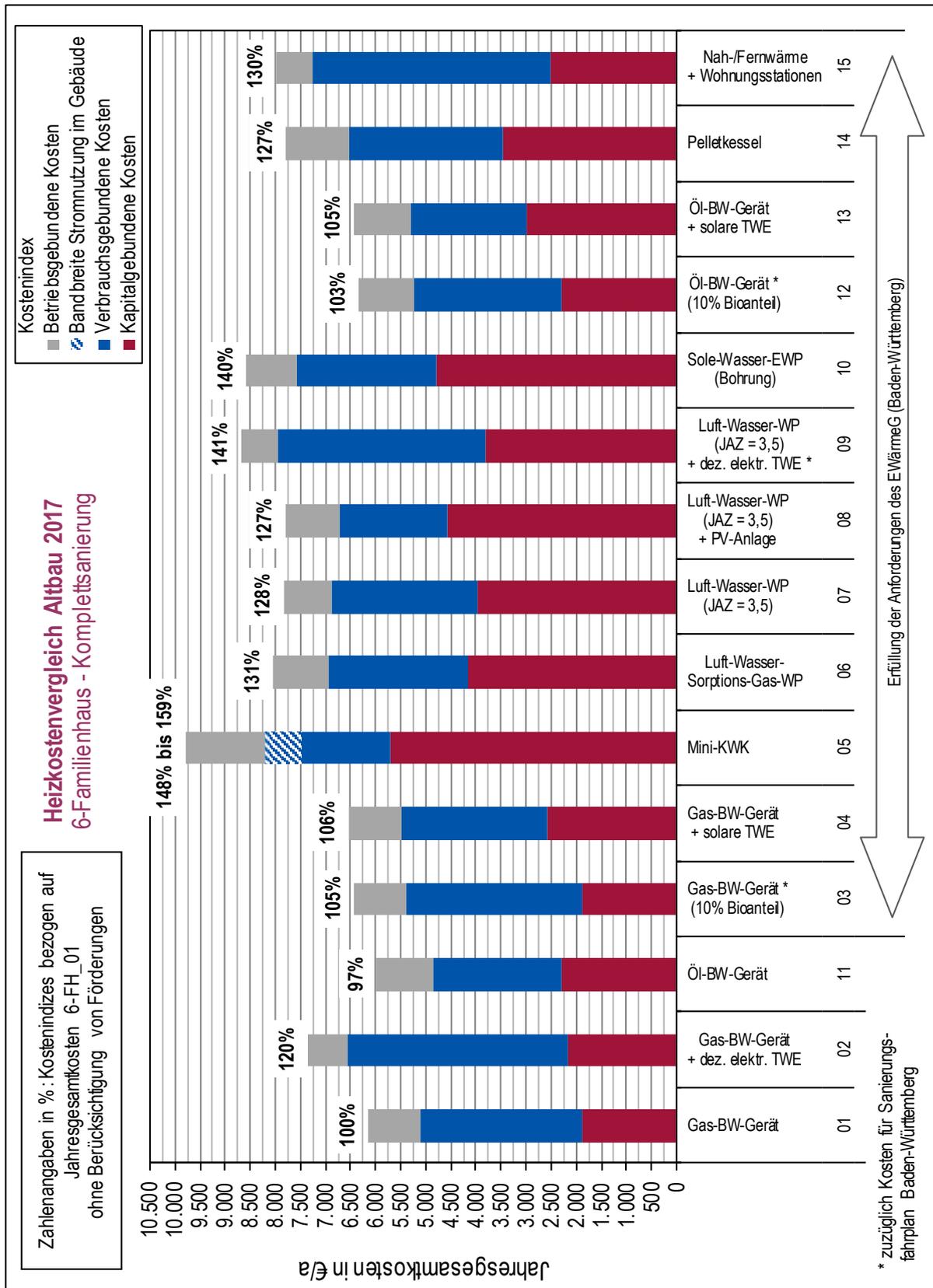
Für die nachfolgenden Berechnungen wird von folgenden Deckungsanteilen ausgegangen:

- Heizung: Gas-Brennwertkessel 85 % Luft-Wasser-Wärmepumpe 15 %
- Warmwasser: Gas-Brennwertkessel 70 % Luft-Wasser-Wärmepumpe 30 %.

EFH		Komplettsanierung		HKV Altbau 2017		
alle Beträge enthalten die jeweils gültige Mehrwertsteuer				EFH_Komplett_21 Erdgas/Strom		
		19%	2017			
			Heizlast Nutzfläche A <sub>N</sub> Wohnfläche	Hybridgerät: Gas-BW + Luft-WP	Speicher	
			10,8 kW 209,3 m <sup>2</sup> 150,0 m <sup>2</sup>	Heizung	TWE	
Verbrauchsgebundene Kosten	spez. Nutzenergiebedarf (Bezug: A <sub>N</sub> )		kWh/m <sup>2</sup> a	78,7	7,8	
	Nutzenergiebedarf		kWh/a	16.477	1.632	
	spez. Wärmeenergiebedarf (Bezug: A <sub>N</sub> )		kWh/m <sup>2</sup> a	84	22	
	spez. Primärenergiebedarf (Bezug: A <sub>N</sub> )		kWh/m <sup>2</sup> a	97,87		
	primärenergetische Anlagenaufwandszahl		-	1,13		
	Energieeffizienzklasse Endenergiebedarf		-	C		
	Jahresendenergiebedarf	1.WE		kWh <sub>(H)</sub>	17.791	
		1.WE		kWh <sub>(HS)</sub>	19.748	
		2.WE		kWh <sub>(H)</sub>	1.140	
		2.WE		kWh <sub>(HS)</sub>	-	
	Hilfsenergiebedarf		kWh	505	0	
	Arbeitspreis	1.WE		€/kWh	0,0526	
		2.WE		€/kWh	0,186	
		Hilfsenergie		€/kWh	0,258	
	Jahresenergiekosten	1.WE		€/a	1.039	
		2.WE		€/a	212	
	notwendige Lagermenge		l bzw. t	-		
	Zinskosten gelagerte Brennstoffe		€/a	-		
	Grundpreis		€/a	205		
	Kosten Hilfsenergie		€/a	130	0	
<b>Summe Heizung / TWE</b>		<b>€/a</b>		<b>1.586</b>	<b>0</b>	
Stromvergütung + eingesparte Strombezugskosten		€/a				
Rückvergütung Energiesteuer		€/a				
<b>Summe</b>		<b>€/a</b>		<b>1.586</b>		
Investitionen	Wärmeerzeuger / Regelung	€		15.900	1.600	
	Heizflächen / Leitungssystem	€		7.400	1.500	
	Schornstein / sonst. Baukosten	€		800		
	Hausanschluss	€		2.000		
	Brennstofflagerung	€		-		
	Gas- / Elektroinstallation	€		800	100	
	<b>Summe Heizung / TWE</b>	<b>€</b>		<b>26.900</b>	<b>3.200</b>	
<b>Summe Heizung + TWE</b>	<b>€</b>		<b>30.100</b>			
Kapitalgebundene Kosten	Wärmeerzeuger / Regelung	€/a		1.395	124	
	Heizflächen / Leitungssystem	€/a		415	84	
	Schornstein / sonst. Baukosten	€/a		39		
	Hausanschluss	€/a		98		
	Brennstofflagerung	€/a		-		
	Gas- / Elektroinstallation	€/a		39	5	
	<b>Summe Heizung / TWE</b>	<b>€/a</b>		<b>1.985</b>	<b>212</b>	
<b>Summe Heizung + TWE</b>	<b>€/a</b>		<b>2.197</b>			
Betriebsgebundene Kosten	Wartung / Schornsteinfegergebühren	€/a		301		
	Heizkostenabrechnung	€/a		-		
	Versicherung	€/a		-		
	<b>Summe Heizung + TWE</b>	<b>€/a</b>		<b>301</b>		
<b>Jahresgesamtkosten</b>	<b>Summe Heizung / TWE</b>	<b>€/a</b>		<b>3.872</b>	<b>212</b>	
	<b>Summe Heizung + TWE</b>	<b>€/a</b>		<b>4.084</b>		
	<b>Kostenindex</b>		-	<b>150%</b>		
CO <sub>2</sub> -Emissionen	Summe		kg CO <sub>2</sub> /a	4.942		
	CO <sub>2</sub> -Index		-	96%		
CO <sub>2</sub> -Äquivalente	Summe		kg CO <sub>2</sub> Äq/a	5.379		
	CO <sub>2</sub> -Äquivalent Index		-	96%		

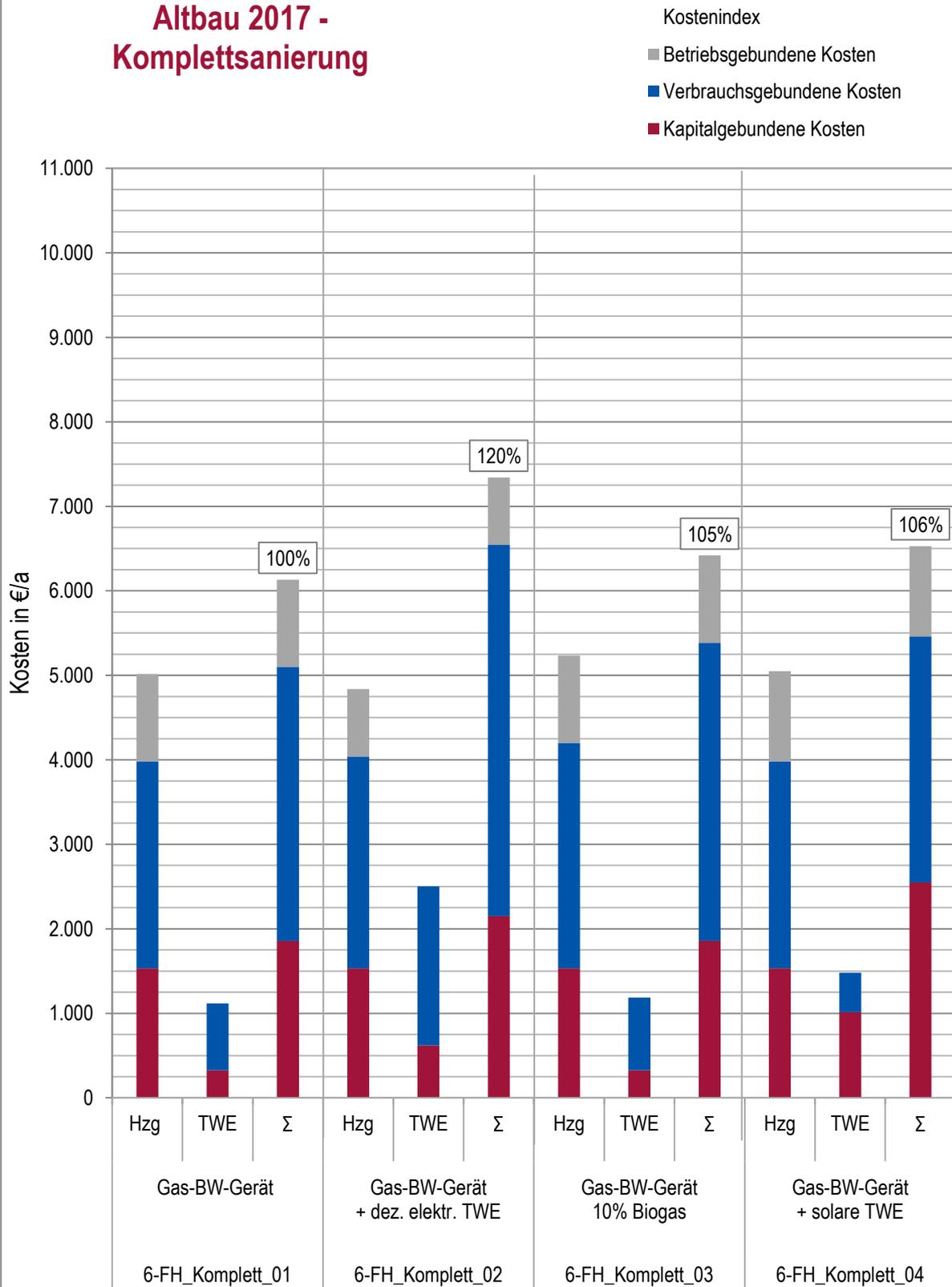


**3.2. 6-Familienhaus**



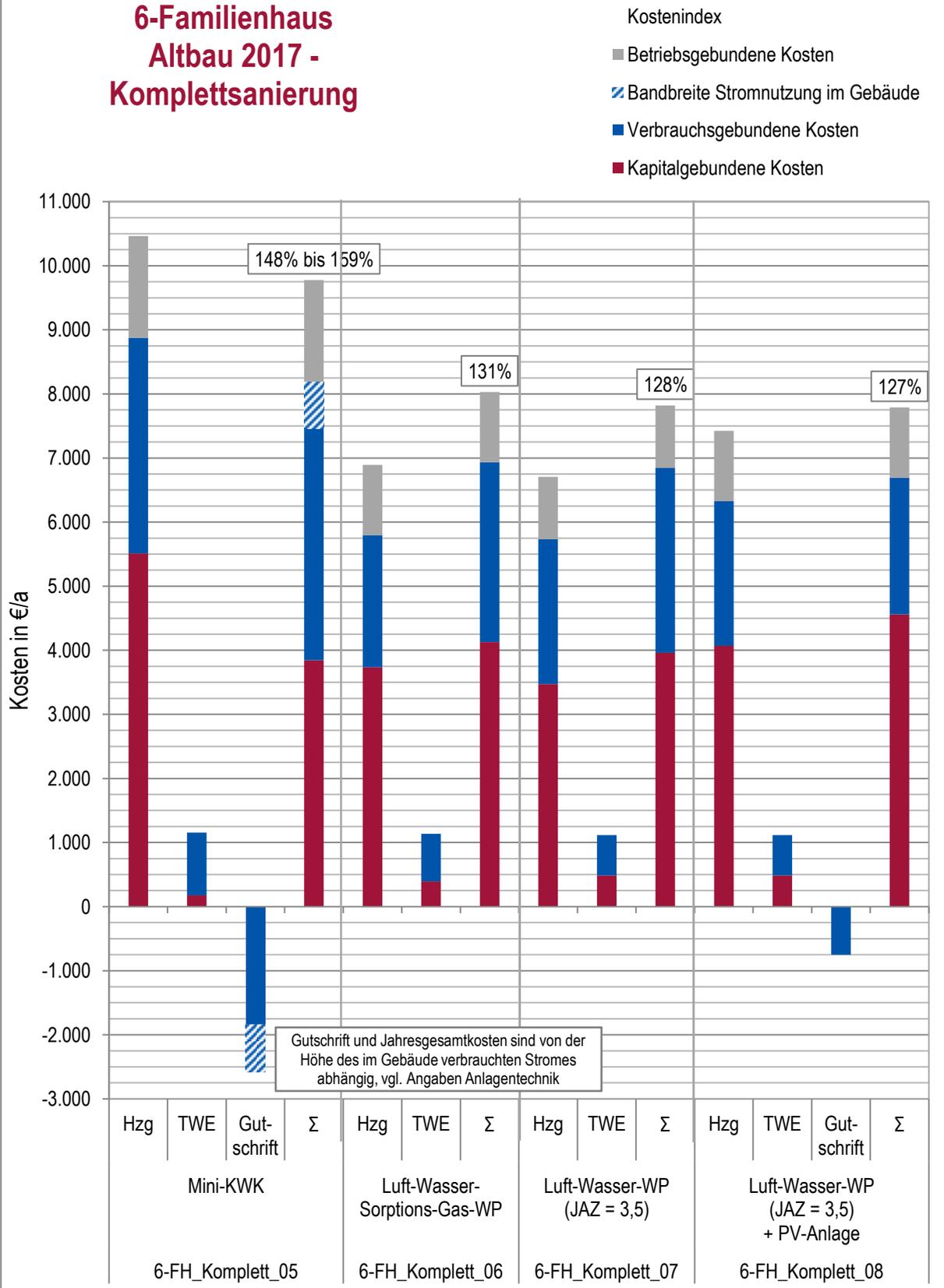
<b>6-FH</b>		<b>Komplettsanierung</b>		<b>HKV Altbau 2017</b>									
alle Beträge enthalten die jeweils gültige Mehrwertsteuer 19% 2017				6-FH_Komplett_01 Erdgas		6-FH_Komplett_02 Erdgas		6-FH_Komplett_03 Erdgas-Biogas (10%)		6-FH_Komplett_04 Erdgas			
				Gas-BW- Gerät	Speicher	Gas-BW- Gerät	dez. elektr. TWE	Gas-BW- Gerät	Speicher	Gas-BW- Gerät	solare TWE		
				Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE		
				Heizlast 24,3 kW		Nutzfläche A <sub>N</sub> 605,1 m <sup>2</sup>		Wohnfläche 500,0 m <sup>2</sup>					
Verbrauchsgebundene Kosten	spez. Nutzenergiebedarf (Bezug: A <sub>N</sub> )			kWh/m <sup>2</sup> a	61,6	10,9	61,6	10,9	61,6	10,9	61,6	10,9	
	Nutzenergiebedarf			kWh/a	37.272	6.595	37.272	6.595	37.272	6.595	37.272	6.595	
	spez. Wärmeenergiebedarf (Bezug: A <sub>N</sub> )			kWh/m <sup>2</sup> a	65	20	67	12	65	20	65	19	
	spez. Primärenergiebedarf (Bezug: A <sub>N</sub> )			kWh/m <sup>2</sup> a	93,68		93,61		88,68		83,05		
	primärenergetische Anlagenaufwandszahl			-	1,29		1,29		1,22		1,15		
	Energieeffizienzklasse Endenergiebedarf			-	C		B		C		B		
	Jahresendenergiebedarf			1.WE	kWh <sub>(H)</sub>	37.827	12.566	38.800	7.303	37.827	12.566	37.827	6.614
				1.WE	kWh <sub>(HS)</sub>	41.988	13.948	43.068	-	41.988	13.948	41.988	7.342
	Hilfsenergiebedarf			kWh	445	248	451	0	445	248	445	315	
	Arbeitspreis			1.WE	€/kWh	0,0522	0,0522	0,0522	0,2580	0,0571	0,0571	0,0522	0,0522
				Hilfsenergie	€/kWh	0,258		0,258		0,258		0,258	
	Jahresenergiekosten			€/a	2.192	728	2.248	1.884	2.398	796	2.192	383	
	notwendige Lagermenge			l bzw. t	-		-		-		-		
	Zinskosten gelagerte Brennstoffe			€/a	-		-		-		-		
	Grundpreis			€/a	144		144		156		144		
	Kosten Hilfsenergie			€/a	115	64	116	0	115	64	115	81	
	Summe Heizung / TWE			€/a	2.451	792	2.509	1.884	2.668	860	2.451	464	
	Stromvergütung + eingesparte Strombezugskosten			€/a									
	Rückvergütung Energiesteuer			€/a									
	<b>Summe</b>			<b>€/a</b>	<b>3.243</b>	<b>728</b>	<b>4.393</b>	<b>1.884</b>	<b>3.529</b>	<b>796</b>	<b>2.915</b>	<b>383</b>	
Investitionen	Wärmeerzeuger / Regelung			€	4.100	1.900	4.100	4.800	4.100	1.900	4.100	11.000	
	Heizflächen / Leitungssystem			€	17.700	3.100	17.700	3.100	17.700	3.100	17.700	3.100	
	Schornstein / sonst. Baukosten			€	900		900		900		900		
	Hausanschluss			€	2.200		2.200		2.200		2.200		
	Brennstofflagerung			€	-		-		-		-		
	Gas- / Elektroinstallation			€	600	100	600	300	600	100	600	400	
	Summe Heizung / TWE			€	25.500	5.100	25.500	8.200	25.500	5.100	25.500	14.500	
<b>Summe Heizung + TWE</b>			<b>€</b>	<b>30.600</b>	<b>728</b>	<b>33.700</b>	<b>1.884</b>	<b>30.600</b>	<b>796</b>	<b>40.000</b>	<b>383</b>		
Kapitalgebundene Kosten	Wärmeerzeuger / Regelung			€/a	360	147	360	430	360	147	360	822	
	Heizflächen / Leitungssystem			€/a	992	174	992	174	992	174	992	174	
	Schornstein / sonst. Baukosten			€/a	44		44		44		44		
	Hausanschluss			€/a	108		108		108		108		
	Brennstofflagerung			€/a	-		-		-		-		
	Gas- / Elektroinstallation			€/a	29	5	29	15	29	5	29	20	
	Summe Heizung / TWE			€/a	1.532	325	1.532	618	1.532	325	1.532	1.015	
<b>Summe Heizung + TWE</b>			<b>€/a</b>	<b>1.857</b>	<b>728</b>	<b>2.150</b>	<b>1.884</b>	<b>1.857</b>	<b>796</b>	<b>2.547</b>	<b>383</b>		
Betriebsgebundene Kosten	Wartung / Schornsteinfegergebühren			€/a	383		358		383		418		
	Heizkostenabrechnung			€/a	650		440		650		650		
	Versicherung			€/a	-		-		-		-		
	<b>Summe Heizung + TWE</b>			<b>€/a</b>	<b>1.033</b>	<b>728</b>	<b>798</b>	<b>1.884</b>	<b>1.033</b>	<b>796</b>	<b>1.068</b>	<b>383</b>	
<b>Jahresgesamtkosten</b>	Summe Heizung / TWE			€/a	5.015	1.117	4.838	2.503	5.233	1.186	5.050	1.480	
	<b>Summe Heizung + TWE</b>			<b>€/a</b>	<b>6.132</b>	<b>728</b>	<b>7.341</b>	<b>1.884</b>	<b>6.419</b>	<b>796</b>	<b>6.530</b>	<b>383</b>	
	<b>Kostenindex</b>			-	<b>100%</b>		<b>120%</b>		<b>105%</b>		<b>106%</b>		
CO <sub>2</sub> -Emissionen	Summe			kg CO <sub>2</sub> /a	11.862	13.018		11.056		10.541			
	CO <sub>2</sub> -Index			-	100%		110%		93%		89%		
CO <sub>2</sub> -Äquivalente	Summe			kg CO <sub>2</sub> äq/a	12.990	14.089		12.285		11.540			
	CO <sub>2</sub> -Äquivalente Index			-	100%		108%		95%		89%		

## 6-Familienhaus Altbau 2017 - Komplettsanierung



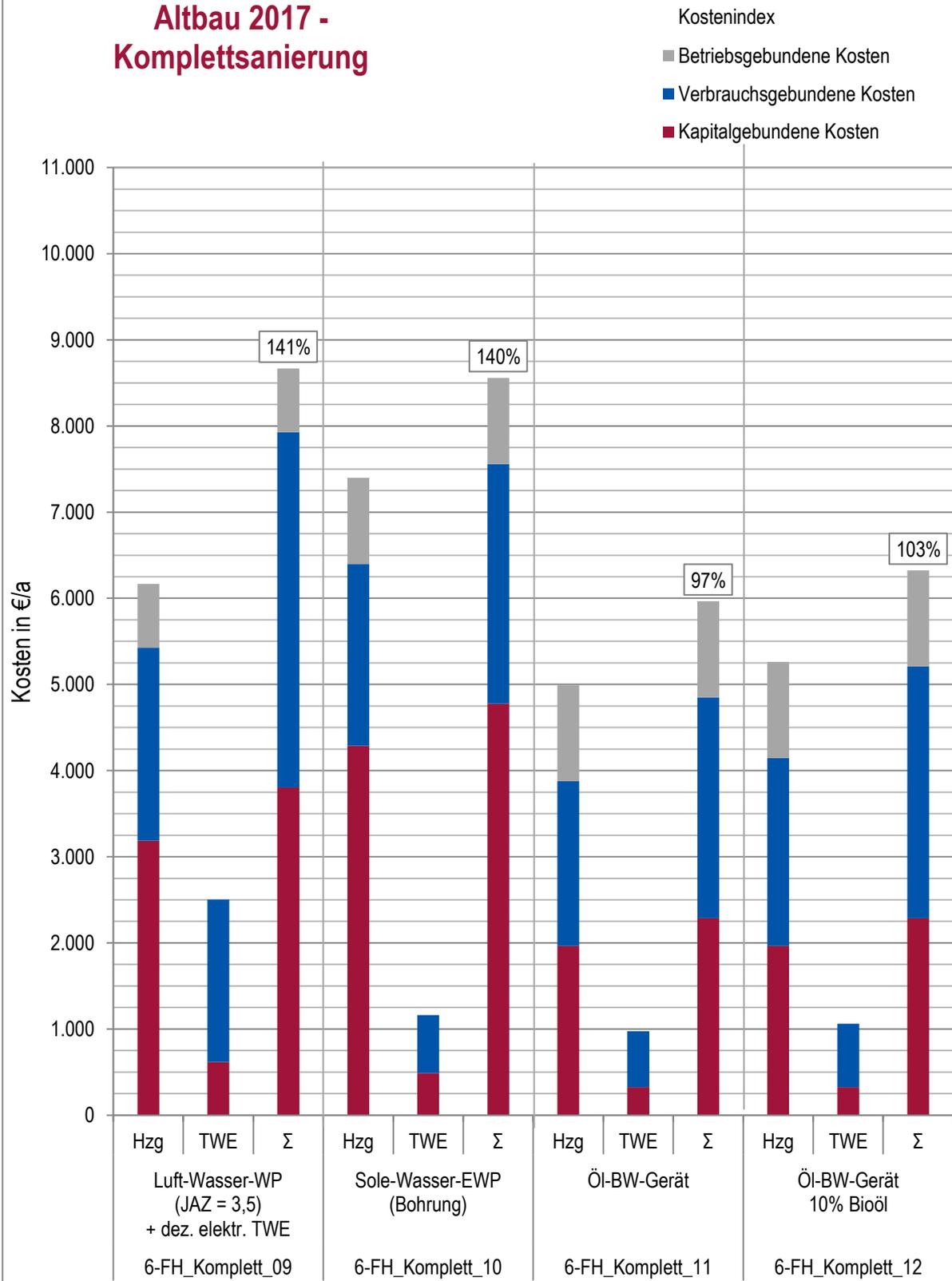
6-FH Komplettsanierung				HKV Altbau 2017									
alle Beträge enthalten die jeweils gültige Mehrwertsteuer 19% 2017				6-FH_Komplett_05 Erdgas		6-FH_Komplett_06 Erdgas		6-FH_Komplett_07 Strom_WP		6-FH_Komplett_08 Strom_WP			
				Mini-KWK	Speicher	Sorptions-Gas-WP	Speicher	Luft-WP JAZ=3,5	Speicher	Luft-WP JAZ=3,5 + PV-Anlage	Speicher		
				Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE		
				Heizlast 24,3 kW									
				Nutzfläche A <sub>N</sub> 605,1 m <sup>2</sup>									
				Wohnfläche 500,0 m <sup>2</sup>									
Verbrauchsgebundene Kosten	spez. Nutzenergiebedarf (Bezug: A <sub>N</sub> )			kWh/m <sup>2</sup> a	61,6	10,9	61,6	10,9	61,6	10,9	61,6	10,9	
	Nutzenergiebedarf			kWh/a	37.272	6.595	37.272	6.595	37.272	6.595	37.272	6.595	
	spez. Wärmeenergiebedarf (Bezug: A <sub>N</sub> )			kWh/m <sup>2</sup> a	66	20	64	20	64	20	64	20	
	spez. Primärenergiebedarf (Bezug: A <sub>N</sub> )			kWh/m <sup>2</sup> a	58,52		72,06		45,13		34,29		
	primärenergetische Anlagenaufwandszahl			-	0,81		0,99		0,62		0,47		
	Energieeffizienzklasse Endenergiebedarf			-	C		B		A+		A+		
	Jahresendenergiebedarf			1.WE	kWh <sub>(HS)</sub>	54.204	16.042	25.714	10.263	11.439	3.184	11.439	3.184
				1.WE	kWh <sub>(HS)</sub>	60.166	17.807	28.543	11.392	-	-	-	-
	Hilfsenergiebedarf			kWh	340	218	1.667	570	339	206	339	206	
	Arbeitspreis			1.WE	€/kWh	0,0518	0,0518	0,0522	0,0522	0,1854	0,1854	0,1854	0,1854
				Hilfsenergie		€/kWh	0,258		0,258		0,185		0,185
	Jahresenergiekosten			€/a	3.117	922	1.490	595	2.121	590	2.121	590	
	notwendige Lagermenge			l bzw. t	-		-		-		-		
	Zinskosten gelagerte Brennstoffe			€/a	-		-		-		-		
	Grundpreis			€/a	161		144		73		73		
	Kosten Hilfsenergie			€/a	88	56	430	147	63	38	63	38	
	<b>Summe Heizung / TWE</b>			<b>€/a</b>	<b>3.365</b>	<b>979</b>	<b>2.064</b>	<b>742</b>	<b>2.257</b>	<b>629</b>	<b>2.257</b>	<b>629</b>	
	Stromvergütung + eingesparte Strombezugskosten			€/a	-2.211						-751		
	Rückvergütung Energiesteuer			€/a	-363								
	<b>Summe</b>			<b>€/a</b>	<b>1.770</b>		<b>2.806</b>		<b>2.885</b>		<b>2.135</b>		
Investitionen	Wärmeerzeuger / Regelung			€	31.000	0	28.300	2.800	28.500	4.000	38.900	4.000	
	Heizflächen / Leitungssystem			€	17.700	3.100	19.600	3.100	19.600	3.100	19.600	3.100	
	Schornstein / sonst. Baukosten			€	1.700		-		-		-		
	Hausanschluss			€	2.200		2.200		-		-		
	Brennstofflagerung			€	-		-		-		-		
	Gas- / Elektroinstallation			€	1.400	100	1.000	100	400	100	400	100	
	<b>Summe Heizung / TWE</b>			<b>€</b>	<b>54.000</b>	<b>3.200</b>	<b>51.100</b>	<b>6.000</b>	<b>48.500</b>	<b>7.200</b>	<b>58.900</b>	<b>7.200</b>	
<b>Summe Heizung + TWE</b>			<b>€</b>	<b>57.200</b>		<b>57.100</b>		<b>55.700</b>		<b>66.100</b>			
Kapitalgebundene Kosten	Wärmeerzeuger / Regelung			€/a	4.261	0	2.482	216	2.357	309	2.954	309	
	Heizflächen / Leitungssystem			€/a	992	174	1.098	174	1.098	174	1.098	174	
	Schornstein / sonst. Baukosten			€/a	83		-		-		-		
	Hausanschluss			€/a	108		108		-		-		
	Brennstofflagerung			€/a	-		-		-		-		
	Gas- / Elektroinstallation			€/a	68	5	49	5	20	5	20	5	
	<b>Summe Heizung / TWE</b>			<b>€/a</b>	<b>5.511</b>	<b>179</b>	<b>3.737</b>	<b>395</b>	<b>3.475</b>	<b>487</b>	<b>4.072</b>	<b>487</b>	
<b>Summe Heizung + TWE</b>			<b>€/a</b>	<b>5.690</b>		<b>4.131</b>		<b>3.962</b>		<b>4.559</b>			
Betriebsgebundene Kosten	Wartung / Schornsteinfegergebühren			€/a	938		443		325		360		
	Heizkostenabrechnung			€/a	650		650		650		650		
	Versicherung			€/a	-		-		-		85		
	<b>Summe Heizung + TWE</b>			<b>€/a</b>	<b>1.588</b>		<b>1.093</b>		<b>975</b>		<b>1.095</b>		
Jahresgesamtkosten	<b>Summe Heizung / TWE</b>			<b>€/a</b>	<b>7.890</b>	<b>1.157</b>	<b>6.893</b>	<b>1.136</b>	<b>6.706</b>	<b>1.116</b>	<b>6.673</b>	<b>1.116</b>	
	<b>Summe Heizung + TWE</b>			<b>€/a</b>	<b>9.047</b>		<b>8.030</b>		<b>7.822</b>		<b>7.789</b>		
	<b>Kostenindex</b>			-	<b>148%</b>		<b>131%</b>		<b>128%</b>		<b>127%</b>		
CO <sub>2</sub> -Emissionen	Summe			kg CO <sub>2</sub> /a	4.093		9.406		8.161		4.199		
	CO <sub>2</sub> -Index			-	35%		79%		69%		35%		
CO <sub>2</sub> -Äquivalente	Summe			kg CO <sub>2</sub> äq/a	5.018		10.260		8.586		4.417		
	CO <sub>2</sub> -Äquivalente Index			-	39%		79%		66%		34%		

## 6-Familienhaus Altbau 2017 - Komplettsanierung



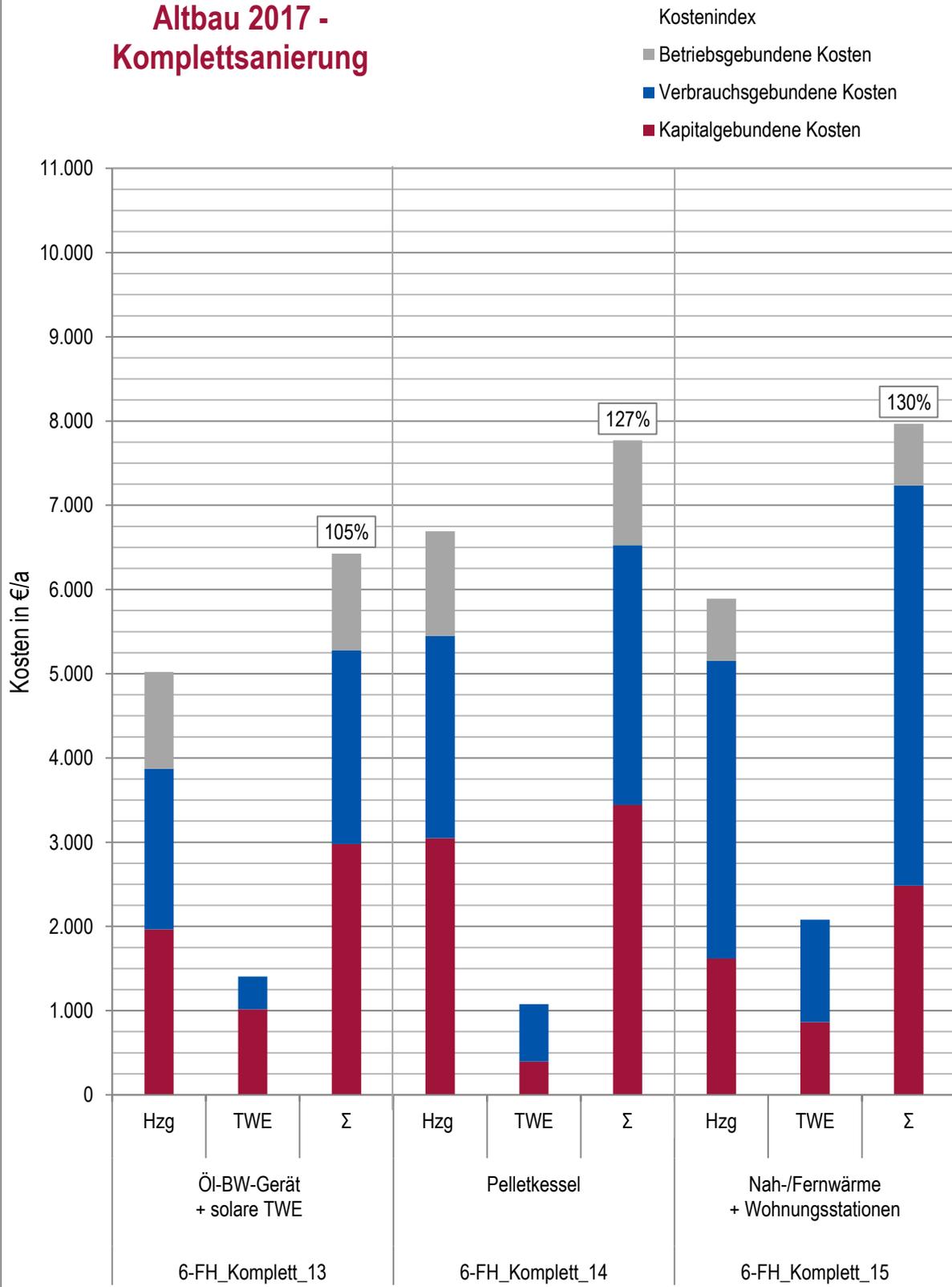
6-FH				Komplettsanierung				HKV Altbau 2017					
alle Beträge enthalten die jeweils gültige Mehrwertsteuer 19% 2017  Heizlast 24,3 kW Nutzfläche A <sub>N</sub> 605,1 m <sup>2</sup> Wohnfläche 500,0 m <sup>2</sup>				6-FH_Komplett_09		6-FH_Komplett_10		6-FH_Komplett_11		6-FH_Komplett_12			
				Strom_WP		Strom_WP		Heizöl_schwefelarm		Heizöl-Bioöl (10%)			
				Luft-WP JAZ=3,5	dez. elektr. TWE	Sole-WP (Boh- rung)	Speicher	Öl-BW- Gerät	Speicher	Öl-BW- Gerät	Speicher		
		Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE				
spez. Nutzenergiebedarf (Bezug: A <sub>N</sub> )				kWh/m <sup>2</sup> a	61,6	10,9	61,6	10,9	61,6	10,9	61,6	10,9	
Nutzenergiebedarf				kWh/a	37.272	6.595	37.272	6.595	37.272	6.595	37.272	6.595	
spez. Wärmeenergiebedarf (Bezug: A <sub>N</sub> )				kWh/m <sup>2</sup> a	66	12	64	20	65	20	65	20	
spez. Primärenergiebedarf (Bezug: A <sub>N</sub> )				kWh/m <sup>2</sup> a	56,51		43,49		93,68		88,68		
primärenergetische Anlagenaufwandszahl				-	0,78		0,60		1,29		1,22		
Energieeffizienzklasse Endenergiebedarf				-	A+		A+		C		C		
Jahresendenergiebedarf				1.WE	kWh <sub>(HS)</sub>	11.353	7.303	10.032	3.275	37.827	12.566	37.827	12.566
				1.WE	kWh <sub>(HS)</sub>	-	-	-	-	40.097	13.320	40.097	13.320
Hilfsenergiebedarf				kWh	339	0	951	360	445	248	445	248	
Verbrauchsgebundene Kosten				1.WE	€/kWh	0,1854	0,2580	0,1854	0,1854	0,0466	0,0466	0,0536	0,0536
				Hilfsenergie	€/kWh	0,185		0,185		0,258		0,258	
Jahresenergiekosten				€/a	2.105	1.884	1.860	607	1.763	586	2.028	674	
notwendige Lagermenge				l bzw. t	-		-		5.000		5.000		
Zinskosten gelagerte Brennstoffe				€/a	-		-		35		41		
Grundpreis				€/a	73		73		-		-		
Kosten Hilfsenergie				€/a	63	0	176	67	115	64	115	64	
<b>Summe Heizung / TWE</b>				<b>€/a</b>	<b>2.241</b>	<b>1.884</b>	<b>2.109</b>	<b>674</b>	<b>1.913</b>	<b>650</b>	<b>2.183</b>	<b>738</b>	
Stromvergütung + eingesparte Strombezugskosten				€/a									
Rückvergütung Energiesteuer				€/a									
<b>Summe</b>				<b>€/a</b>	<b>4.125</b>		<b>2.783</b>		<b>2.562</b>		<b>2.920</b>		
Investitionen				Wärmeerzeuger / Regelung	€	25.000	4.800	23.600	4.000	6.300	1.900	6.300	1.900
				Heizflächen / Leitungssystem	€	19.600	3.100	19.600	3.100	17.700	3.100	17.700	3.100
				Schornstein / sonst. Baukosten	€	-		27.600		900		900	
				Hausanschluss	€	-		-		-		-	
				Brennstofflagerung	€	-		-		5.200		5.200	
				Gas- / Elektroinstallation	€	400	300	400	100	500	100	500	100
				<b>Summe Heizung / TWE</b>	<b>€</b>	<b>45.000</b>	<b>8.200</b>	<b>71.200</b>	<b>7.200</b>	<b>30.600</b>	<b>5.100</b>	<b>30.600</b>	<b>5.100</b>
<b>Summe Heizung + TWE</b>	<b>€</b>	<b>53.200</b>		<b>78.400</b>		<b>35.700</b>		<b>35.700</b>					
Kapitalgebundene Kosten				Wärmeerzeuger / Regelung	€/a	2.068	430	1.822	309	553	147	553	147
				Heizflächen / Leitungssystem	€/a	1.098	174	1.098	174	992	174	992	174
				Schornstein / sonst. Baukosten	€/a	-		1.349		44		44	
				Hausanschluss	€/a	-		-		-		-	
				Brennstofflagerung	€/a	-		-		351		351	
				Gas- / Elektroinstallation	€/a	20	15	20	5	24	5	24	5
				<b>Summe Heizung / TWE</b>	<b>€/a</b>	<b>3.185</b>	<b>618</b>	<b>4.289</b>	<b>487</b>	<b>1.963</b>	<b>325</b>	<b>1.963</b>	<b>325</b>
<b>Summe Heizung + TWE</b>	<b>€/a</b>	<b>3.804</b>		<b>4.776</b>		<b>2.288</b>		<b>2.288</b>					
Betriebsgebundene Kosten				Wartung / Schornsteinfegergebühren	€/a	300		350		416		416	
				Heizkostenabrechnung	€/a	440		650		650		650	
				Versicherung	€/a	-		-		49		49	
				<b>Summe Heizung + TWE</b>	<b>€/a</b>	<b>740</b>		<b>1.000</b>		<b>1.115</b>		<b>1.115</b>	
<b>Summe Heizung / TWE</b>				<b>€/a</b>	<b>6.166</b>	<b>2.503</b>	<b>7.398</b>	<b>1.161</b>	<b>4.991</b>	<b>975</b>	<b>5.261</b>	<b>1.063</b>	
<b>Summe Heizung + TWE</b>				<b>€/a</b>	<b>8.669</b>		<b>8.559</b>		<b>5.966</b>		<b>6.324</b>		
<b>Kostenindex</b>				-	<b>141%</b>		<b>140%</b>		<b>97%</b>		<b>103%</b>		
CO <sub>2</sub> -Emissionen				kg CO <sub>2</sub> /a	10.219		7.864		16.095		15.239		
CO <sub>2</sub> -Index				-	86%		66%		136%		128%		
CO <sub>2</sub> -Äquivalente				kg CO <sub>2</sub> äq/a	10.751		8.274		16.266		15.409		
CO <sub>2</sub> -Äquivalente Index				-	83%		64%		125%		119%		

## 6-Familienhaus Altbau 2017 - Komplettsanierung



<b>6-FH</b>		<b>Komplettsanierung</b>		<b>HKV Altbau 2017</b>					
alle Beträge enthalten die jeweils gültige Mehrwertsteuer 19% (7% bei Holzpellets)      2017			6-FH_Komplett_13 Heizöl_schwefelarm		6-FH_Komplett_14 Pellets		6-FH_Komplett_15 Nah-/Fernwärme		
			Öl-BW- Gerät	solare TWE	Pellet- kessel	Speicher	Nah-/ Fernwärme	Wohnungs- stationen	
			Heizlast 24,3 kW Nutzfläche A <sub>N</sub> 605,1 m <sup>2</sup> Wohnfläche 500,0 m <sup>2</sup>	Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE
Verbrauchsge- bundene Kosten	spez. Nutzenergiebedarf (Bezug: A <sub>N</sub> )	kWh/m <sup>2</sup> a	61,6	10,9	61,6	10,9	61,6	10,9	
	Nutzenergiebedarf	kWh/a	37.272	6.595	37.272	6.595	37.272	6.595	
	spez. Wärmeenergiebedarf (Bezug: A <sub>N</sub> )	kWh/m <sup>2</sup> a	65	19	65	20	61	23	
	spez. Primärenergiebedarf (Bezug: A <sub>N</sub> )	kWh/m <sup>2</sup> a		83,05		23,28		63,39	
	primärenergetische Anlagenaufwandszahl	-		1,15		0,32		0,87	
	Energieeffizienzklasse Endenergiebedarf	-		B		D		C	
	Jahresendenergiebedarf	1.WE	kWh <sub>(HS)</sub>	37.827	6.614	45.748	13.733	37.288	15.610
		1.WE	kWh <sub>(HS)</sub>	40.097	7.011	-	-	-	-
	Hilfsenergiebedarf		kWh	445	315	1.015	202	0	737
	Arbeitspreis	1.WE	€/kWh	0,0466	0,0466	0,0459	0,0459	0,0656	0,0656
		Hilfsenergie	€/kWh		0,258		0,258		0,258
	Jahresenergiekosten		€/a	1.763	308	2.100	630	2.446	1.024
	notwendige Lagermenge		l bzw. t		5.000		13		-
	Zinskosten gelagerte Brennstoffe		€/a		31		41		-
	Grundpreis		€/a		-		-		1.090
	Kosten Hilfsenergie		€/a	115	81	262	52	0	190
	<b>Summe Heizung / TWE</b>		<b>€/a</b>	<b>1.909</b>	<b>389</b>	<b>2.403</b>	<b>682</b>	<b>3.536</b>	<b>1.214</b>
	Stromvergütung + eingesparte Strombezugskosten		€/a						
	Rückvergütung Energiesteuer		€/a						
	<b>Summe</b>		<b>€/a</b>	<b>2.298</b>		<b>3.085</b>		<b>4.750</b>	
Investitionen	Wärmeerzeuger / Regelung	€	6.300	11.000	13.200	2.800	4.900	9.400	
	Heizflächen / Leitungssystem	€	17.700	3.100	17.700	3.100	17.700	800	
	Schornstein / sonst. Baukosten	€		900		1.500		-	
	Hausanschluss	€		-		-		3.600	
	Brennstofflagerung	€		5.200		4.700		-	
	Gas- / Elektroinstallation	€	500	400	500	100	500	0	
	<b>Summe Heizung / TWE</b>	€	<b>30.600</b>	<b>14.500</b>	<b>37.600</b>	<b>6.000</b>	<b>26.700</b>	<b>10.200</b>	
<b>Summe Heizung + TWE</b>	€	<b>45.100</b>		<b>43.600</b>		<b>36.900</b>			
Kapitalgebunde- ne Kosten	Wärmeerzeuger / Regelung	€/a	553	822	1.502	216	427	820	
	Heizflächen / Leitungssystem	€/a	992	174	992	174	992	45	
	Schornstein / sonst. Baukosten	€/a		44		73		-	
	Hausanschluss	€/a		-		-		176	
	Brennstofflagerung	€/a		351		457		-	
	Gas- / Elektroinstallation	€/a	24	20	24	5	24	0	
	<b>Summe Heizung / TWE</b>	€/a	<b>1.963</b>	<b>1.015</b>	<b>3.048</b>	<b>395</b>	<b>1.619</b>	<b>865</b>	
<b>Summe Heizung + TWE</b>	€/a	<b>2.978</b>		<b>3.443</b>		<b>2.484</b>			
Betriebsgebun- dene Kosten	Wartung / Schornsteinfegergebühren	€/a	451		592		195		
	Heizkostenabrechnung	€/a	650		650		540		
	Versicherung	€/a	49		-		-		
	<b>Summe Heizung + TWE</b>	€/a	<b>1.150</b>		<b>1.242</b>		<b>735</b>		
<b>Jahresgesamt- kosten</b>	Summe Heizung / TWE	€/a	5.022	1.405	6.692	1.077	5.890	2.079	
	<b>Summe Heizung + TWE</b>	€/a	<b>6.426</b>		<b>7.769</b>		<b>7.969</b>		
	<b>Kostenindex</b>	-	<b>105%</b>		<b>127%</b>		<b>130%</b>		
CO <sub>2</sub> -Emissionen	Summe (*AGFW-Wert / **Gemis-Wert)	kg CO <sub>2</sub> /a	14.274		1.963		8.754*	12.986**	
	CO <sub>2</sub> -Index	-	120%		17%		74%	109%	
CO <sub>2</sub> -Äquivalente	Summe (*AGFW-Wert / **Gemis-Wert)	kg CO <sub>2</sub> äq/a	14.429		2.176		9.372*	13.906**	
	CO <sub>2</sub> -Äquivalente Index	-	111%		17%		72%	107%	

## 6-Familienhaus Altbau 2017 - Komplettsanierung



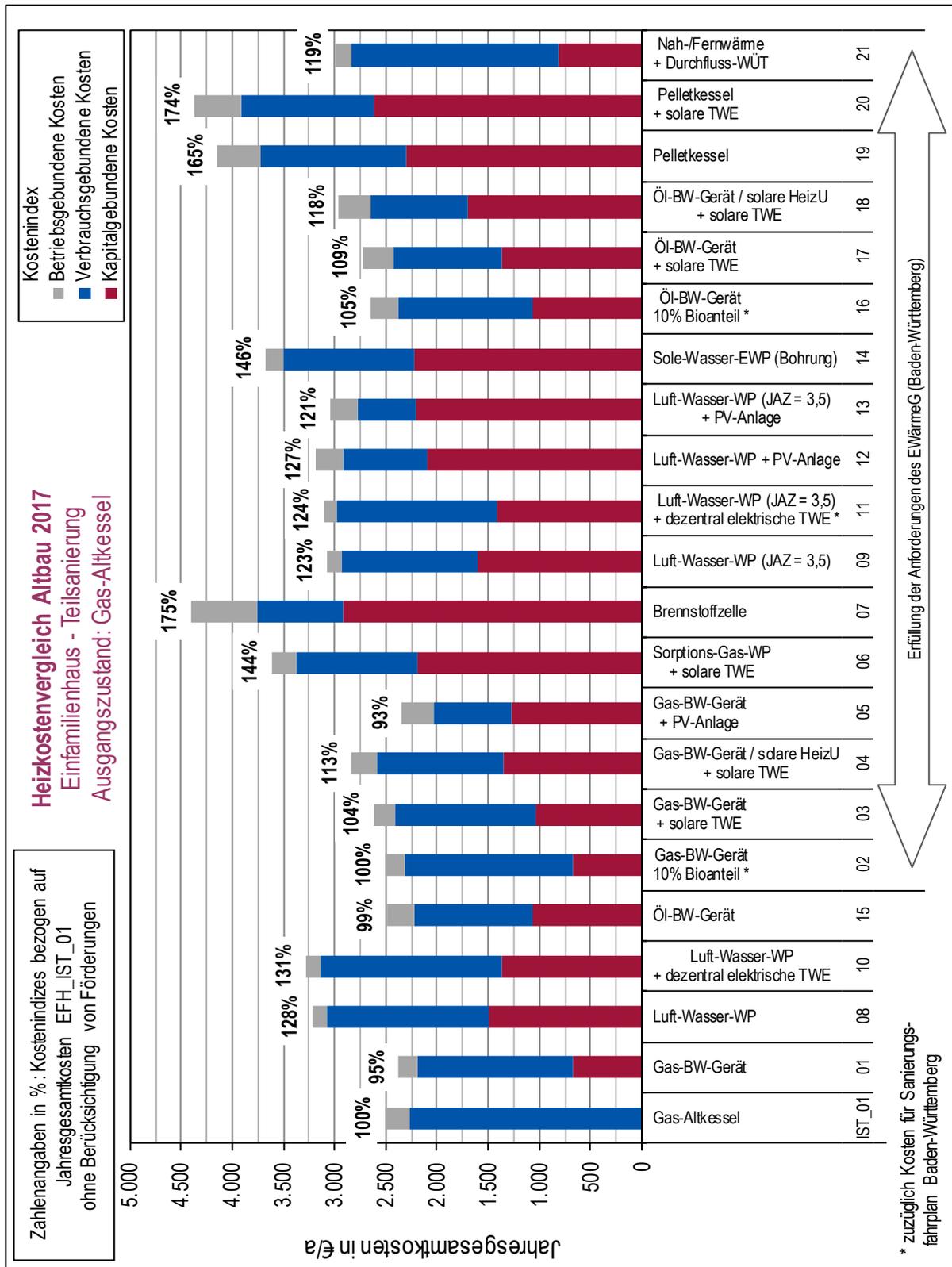
### 3.3. Kostenkennwerte und CO<sub>2</sub>-Emissionen je Nutzfläche und Jahr

Einfamilienhaus Variante		Investitionen	Kapitalgebundene Kosten	Verbrauchsgebundene Kosten	Betriebsgebundene Kosten	CO <sub>2</sub> -Emissionen
EFH_Komplett_01	Gas-BW-Gerät	78 €/m <sup>2</sup>	4,93 €/m <sup>2</sup>	7,16 €/m <sup>2</sup>	0,91 €/m <sup>2</sup>	25 kg <sub>CO2</sub> /m <sup>2</sup>
EFH_Komplett_02	Gas-BW-Gerät (10% Bioanteil)	78 €/m <sup>2</sup>	4,93 €/m <sup>2</sup>	7,76 €/m <sup>2</sup>	0,91 €/m <sup>2</sup>	23 kg <sub>CO2</sub> /m <sup>2</sup>
EFH_Komplett_20	Nah-/Fernwärme + Durchfluss-WÜT	82 €/m <sup>2</sup>	5,20 €/m <sup>2</sup>	9,55 €/m <sup>2</sup>	0,72 €/m <sup>2</sup>	18 kg <sub>CO2</sub> /m <sup>2</sup> / 26 kg <sub>CO2</sub> /m <sup>2</sup>
EFH_Komplett_14	Öl-BW-Gerät	97 €/m <sup>2</sup>	6,67 €/m <sup>2</sup>	5,48 €/m <sup>2</sup>	1,29 €/m <sup>2</sup>	33 kg <sub>CO2</sub> /m <sup>2</sup>
EFH_Komplett_15	Öl-BW-Gerät (10% Bioanteil)	97 €/m <sup>2</sup>	6,67 €/m <sup>2</sup>	6,22 €/m <sup>2</sup>	1,29 €/m <sup>2</sup>	32 kg <sub>CO2</sub> /m <sup>2</sup>
EFH_Komplett_03	Gas-BW-Gerät + solare TWE	102 €/m <sup>2</sup>	6,66 €/m <sup>2</sup>	6,51 €/m <sup>2</sup>	1,03 €/m <sup>2</sup>	22 kg <sub>CO2</sub> /m <sup>2</sup>
EFH_Komplett_09	Luft-Wasser-WP + dez. elektr. TWE	112 €/m <sup>2</sup>	8,10 €/m <sup>2</sup>	8,44 €/m <sup>2</sup>	0,67 €/m <sup>2</sup>	22 kg <sub>CO2</sub> /m <sup>2</sup>
EFH_Komplett_10	Luft-Wasser-WP (JAZ = 3,5) + dez. elektr. TWE	115 €/m <sup>2</sup>	8,34 €/m <sup>2</sup>	7,40 €/m <sup>2</sup>	0,67 €/m <sup>2</sup>	18 kg <sub>CO2</sub> /m <sup>2</sup>
EFH_Komplett_16	Öl-BW-Gerät + solare TWE	118 €/m <sup>2</sup>	8,14 €/m <sup>2</sup>	5,05 €/m <sup>2</sup>	1,41 €/m <sup>2</sup>	30 kg <sub>CO2</sub> /m <sup>2</sup>
EFH_Komplett_04	Gas-BW-Gerät / solare HeizU + solare TWE	123 €/m <sup>2</sup>	8,23 €/m <sup>2</sup>	5,89 €/m <sup>2</sup>	1,15 €/m <sup>2</sup>	20 kg <sub>CO2</sub> /m <sup>2</sup>
EFH_Komplett_08	Luft-Wasser-WP (JAZ = 3,5)	127 €/m <sup>2</sup>	9,19 €/m <sup>2</sup>	6,28 €/m <sup>2</sup>	0,72 €/m <sup>2</sup>	17 kg <sub>CO2</sub> /m <sup>2</sup>
EFH_Komplett_05	Gas-BW-Gerät + PV-Anlage	128 €/m <sup>2</sup>	7,79 €/m <sup>2</sup>	3,57 €/m <sup>2</sup>	1,49 €/m <sup>2</sup>	6 kg <sub>CO2</sub> /m <sup>2</sup>
EFH_Komplett_18	Pelletkessel	138 €/m <sup>2</sup>	12,13 €/m <sup>2</sup>	6,71 €/m <sup>2</sup>	2,00 €/m <sup>2</sup>	4 kg <sub>CO2</sub> /m <sup>2</sup>
EFH_Komplett_17	Öl-BW-Gerät / solare HeizU + solare TWE	139 €/m <sup>2</sup>	9,71 €/m <sup>2</sup>	4,52 €/m <sup>2</sup>	1,53 €/m <sup>2</sup>	26 kg <sub>CO2</sub> /m <sup>2</sup>
EFH_Komplett_21	Hybridgerät: Gas-BW + Luft-Wasser-WP	144 €/m <sup>2</sup>	10,50 €/m <sup>2</sup>	7,58 €/a	1,44 €/a	24 kg <sub>CO2</sub> /m <sup>2</sup>
EFH_Komplett_19	Pelletkessel + solare TWE	159 €/m <sup>2</sup>	13,64 €/m <sup>2</sup>	6,16 €/m <sup>2</sup>	2,12 €/m <sup>2</sup>	4 kg <sub>CO2</sub> /m <sup>2</sup>
EFH_Komplett_06	Sorptions-Gas-WP + solare TWE	171 €/m <sup>2</sup>	12,46 €/m <sup>2</sup>	5,66 €/m <sup>2</sup>	1,10 €/m <sup>2</sup>	18 kg <sub>CO2</sub> /m <sup>2</sup>
EFH_Komplett_11	Luft-Wasser-WP (JAZ = 3,5) + PV-Anlage	176 €/m <sup>2</sup>	12,04 €/m <sup>2</sup>	2,70 €/m <sup>2</sup>	1,29 €/m <sup>2</sup>	-2 kg <sub>CO2</sub> /m <sup>2</sup>
EFH_Komplett_07	Brennstoffzelle	180 €/m <sup>2</sup>	15,59 €/m <sup>2</sup>	3,94 €/m <sup>2</sup>	3,09 €/m <sup>2</sup>	13 kg <sub>CO2</sub> /m <sup>2</sup>
EFH_Komplett_13	Sole-Wasser-EWP (Bohrung)	194 €/m <sup>2</sup>	12,20 €/m <sup>2</sup>	6,01 €/m <sup>2</sup>	0,84 €/m <sup>2</sup>	16 kg <sub>CO2</sub> /m <sup>2</sup>
EFH_Komplett_12	Luft-Wasser-WP (JAZ = 3,5) + PV-Anlage + Stromspeicher	210 €/m <sup>2</sup>	13,96 €/m <sup>2</sup>	2,16 €/m <sup>2</sup>	1,29 €/m <sup>2</sup>	-2 kg <sub>CO2</sub> /m <sup>2</sup>

6-Familienhaus Variante		Investitionen	Kapitalgebundene Kosten	Verbrauchsgebundene Kosten	Betriebsgebundene Kosten	CO <sub>2</sub> -Emissionen
6-FH_Komplett_01	Gas-BW-Gerät	51 €/m <sup>2</sup>	3,07 €/m <sup>2</sup>	5,36 €/m <sup>2</sup>	1,71 €/m <sup>2</sup>	20 kg <sub>CO2</sub> /m <sup>2</sup>
6-FH_Komplett_03	Gas-BW-Gerät (10% Bioanteil)	51 €/m <sup>2</sup>	3,07 €/m <sup>2</sup>	5,83 €/m <sup>2</sup>	1,71 €/m <sup>2</sup>	18 kg <sub>CO2</sub> /m <sup>2</sup>
6-FH_Komplett_02	Gas-BW-Gerät + dez. elektr. TWE	56 €/m <sup>2</sup>	3,55 €/m <sup>2</sup>	7,26 €/m <sup>2</sup>	1,32 €/m <sup>2</sup>	22 kg <sub>CO2</sub> /m <sup>2</sup>
6-FH_Komplett_11	Öl-BW-Gerät	59 €/m <sup>2</sup>	3,78 €/m <sup>2</sup>	4,23 €/m <sup>2</sup>	1,84 €/m <sup>2</sup>	27 kg <sub>CO2</sub> /m <sup>2</sup>
6-FH_Komplett_12	Öl-BW-Gerät (10% Bioanteil)	59 €/m <sup>2</sup>	3,78 €/m <sup>2</sup>	4,83 €/m <sup>2</sup>	1,84 €/m <sup>2</sup>	25 kg <sub>CO2</sub> /m <sup>2</sup>
6-FH_Komplett_15	Nah-/Fernwärme + Wohnungsstationen	61 €/m <sup>2</sup>	4,11 €/m <sup>2</sup>	7,85 €/m <sup>2</sup>	1,21 €/m <sup>2</sup>	14 kg <sub>CO2</sub> /m <sup>2</sup> / 21 kg <sub>CO2</sub> /m <sup>2</sup>
6-FH_Komplett_04	Gas-BW-Gerät + solare TWE	66 €/m <sup>2</sup>	4,21 €/m <sup>2</sup>	4,82 €/m <sup>2</sup>	1,76 €/m <sup>2</sup>	17 kg <sub>CO2</sub> /m <sup>2</sup>
6-FH_Komplett_14	Pelletkessel	72 €/m <sup>2</sup>	5,69 €/m <sup>2</sup>	5,10 €/m <sup>2</sup>	2,05 €/m <sup>2</sup>	3 kg <sub>CO2</sub> /m <sup>2</sup>
6-FH_Komplett_13	Öl-BW-Gerät + solare TWE	75 €/m <sup>2</sup>	4,92 €/m <sup>2</sup>	3,80 €/m <sup>2</sup>	1,90 €/m <sup>2</sup>	24 kg <sub>CO2</sub> /m <sup>2</sup>
6-FH_Komplett_09	Luft-Wasser-WP (JAZ = 3,5) + dez. elektr. TWE	88 €/m <sup>2</sup>	6,29 €/m <sup>2</sup>	6,82 €/m <sup>2</sup>	1,22 €/m <sup>2</sup>	17 kg <sub>CO2</sub> /m <sup>2</sup>
6-FH_Komplett_07	Luft-Wasser-WP (JAZ = 3,5)	92 €/m <sup>2</sup>	6,55 €/m <sup>2</sup>	4,77 €/m <sup>2</sup>	1,61 €/m <sup>2</sup>	13 kg <sub>CO2</sub> /m <sup>2</sup>
6-FH_Komplett_06	Luft-Wasser-Sorptions-Gas-WP	94 €/m <sup>2</sup>	6,83 €/m <sup>2</sup>	4,64 €/m <sup>2</sup>	1,81 €/m <sup>2</sup>	16 kg <sub>CO2</sub> /m <sup>2</sup>
6-FH_Komplett_05	Mini-KWK	95 €/m <sup>2</sup>	9,40 €/m <sup>2</sup>	2,93 €/m <sup>2</sup>	2,62 €/m <sup>2</sup>	7 kg <sub>CO2</sub> /m <sup>2</sup>
6-FH_Komplett_08	Luft-Wasser-WP (JAZ = 3,5) + PV-Anlage	109 €/m <sup>2</sup>	7,54 €/m <sup>2</sup>	3,53 €/m <sup>2</sup>	1,81 €/m <sup>2</sup>	7 kg <sub>CO2</sub> /m <sup>2</sup>
6-FH_Komplett_10	Sole-Wasser-EWP (Bohrung)	130 €/m <sup>2</sup>	7,89 €/m <sup>2</sup>	4,60 €/m <sup>2</sup>	1,65 €/m <sup>2</sup>	13 kg <sub>CO2</sub> /m <sup>2</sup>

## 4 Ergebnisse Teilsanierung

### 4.1. Einfamilienhaus: Ausgangszustand Gas-Altessel



EFH		Teilsanierung		HKV Altbau 2017							
alle Beträge enthalten die jeweils gültige Mehrwertsteuer 19% 2017				EFH_Teil_IST_01 Erdgas		EFH_Teil_01 Erdgas		EFH_Teil_02 Erdgas-Biogas 10%		EFH_Teil_03 Erdgas	
				Gas- Altkessel	Speicher	Gas-BW- Gerät	Speicher	Gas-BW- Gerät	Speicher	Gas-BW- Gerät	solare TWE
Heizlast 10,8 kW Nutzfläche A <sub>N</sub> 209,3 m <sup>2</sup> Wohnfläche 150,0 m <sup>2</sup>				Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE
spez. Nutzenergiebedarf (Bezug: A <sub>N</sub> )		kWh/m <sup>2</sup> a		78,7	7,8	78,7	7,8	78,7	7,8	78,7	7,8
Nutzenergiebedarf		kWh/a		16.477	1.632	16.477	1.632	16.477	1.632	16.477	1.632
spez. Wärmeenergiebedarf (Bezug: A <sub>N</sub> )		kWh/m <sup>2</sup> a		108	26	84	23	84	23	84	22
spez. Primärenergiebedarf (Bezug: A <sub>N</sub> )		kWh/m <sup>2</sup> a		182,93		118,54		112,27		105,39	
primärenergetische Anlagenaufwandszahl		-		2,11		1,37		1,30		1,22	
Energieeffizienzklasse Endenergiebedarf		-		F		D		D		C	
Jahresendenergiebedarf		1.WE kWh (Hi)		26.972	6.765	16.820	5.067	16.820	5.067	16.820	2.491
		1.WE kWh (Hs)		29.939	7.509	18.670	5.624	18.670	5.624	18.670	2.765
Hilfsenergiebedarf		kWh		465	184	235	171	235	171	235	216
Arbeitspreis		1.WE €/kWh		0,0526	0,0526	0,0526	0,0526	0,0573	0,0573	0,0526	0,0526
		Hilfsenergie €/kWh			0,258		0,258		0,258		0,258
Jahresenergiekosten		1.WE €/a		1.575	395	982	296	1.070	322	982	145
notwendige Lagermenge		l bzw. t		-		-		-		-	
Zinskosten gelagerte Brennstoffe		€/a		-		-		-		-	
Grundpreis		€/a		132		132		146		132	
Kosten Hilfsenergie		€/a		120	47	61	44	61	44	61	56
Summe Heizung / TWE		€/a		1.827	442	1.175	340	1.276	366	1.175	201
Stromvergütung + eingesparte Strombezugskosten		€/a									
Rückvergütung Energiesteuer		€/a									
<b>Summe</b>		<b>€/a</b>		<b>2.269</b>		<b>1.515</b>		<b>1.643</b>		<b>1.376</b>	
Wärmeerzeuger / Regelung		€		-	-	3.700	1.600	3.700	1.600	3.700	6.300
geringinvestive Maßnahmen		€		-		1.000		1.000		1.000	
Schornstein / sonst. Baukosten		€		-		800		800		800	
Hausanschluss		€		-		-		-		-	
Brennstofflagerung		€		-		-		-		-	
Gas- / Elektroinstallation		€		-	-	600	100	600	100	600	400
Summe Heizung / TWE		€		-	-	6.100	1.700	6.100	1.700	6.100	6.700
<b>Summe Heizung + TWE</b>		<b>€</b>		<b>-</b>		<b>7.800</b>		<b>7.800</b>		<b>12.800</b>	
Wärmeerzeuger / Regelung		€/a		-	-	395	124	395	124	395	471
geringinvestive Maßnahmen		€/a		-		77		77		77	
Schornstein / sonst. Baukosten		€/a		-		39		39		39	
Hausanschluss		€/a		-		-		-		-	
Brennstofflagerung		€/a		-		-		-		-	
Gas- / Elektroinstallation		€/a		-	-	29	5	29	5	29	20
Summe Heizung / TWE		€/a		-	-	540	128	540	128	540	490
<b>Summe Heizung + TWE</b>		<b>€/a</b>		<b>-</b>		<b>669</b>		<b>669</b>		<b>1.031</b>	
Wartung / Schornsteinfegergebühren		€/a		241		191		191		216	
Heizkostenabrechnung		€/a		-		-		-		-	
Versicherung		€/a		-		-		-		-	
<b>Summe Heizung + TWE</b>		<b>€/a</b>		<b>241</b>		<b>191</b>		<b>191</b>		<b>216</b>	
Summe Heizung / TWE		€/a		2.067	442	1.906	468	2.008	495	1.931	691
<b>Summe Heizung + TWE</b>		<b>€/a</b>		<b>2.510</b>		<b>2.375</b>		<b>2.503</b>		<b>2.623</b>	
<b>Kostenindex</b>		<b>-</b>		<b>100%</b>		<b>95%</b>		<b>100%</b>		<b>104%</b>	
Summe		kg CO <sub>2</sub> /a		8.041		5.209		4.858		4.646	
CO <sub>2</sub> -Index		-		100%		65%		60%		58%	
Summe		kg CO <sub>2</sub> äq/a		8.802		5.702		5.395		5.083	
CO <sub>2</sub> -Äquivalente		-		100%		65%		61%		58%	

## HKV Altbau 2017

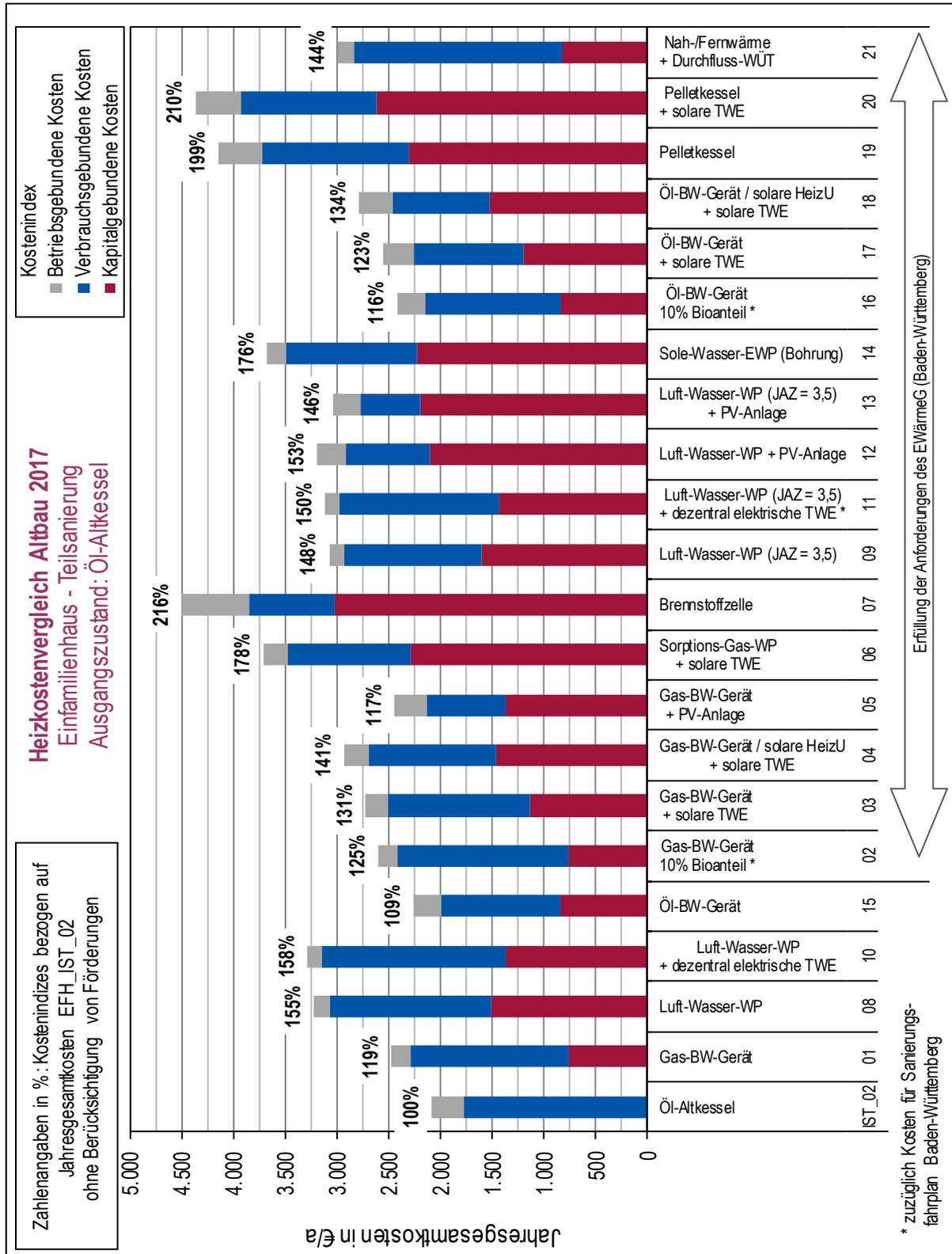
HKV Altbau 2017													
EFH_Teil_04		EFH_Teil_05		EFH_Teil_06		EFH_Teil_07		EFH_Teil_08		EFH_Teil_09		EFH_Teil_10	
Erdgas		Erdgas		Erdgas		Erdgas		Strom_WP		Strom_WP		Strom_WP	
Gas-BW / solare HeizU	solare TWE	Gas-BW + PV-Anlage	Speicher	Sorptions-Gas-WP	solare TWE	Brennstoffzelle	Speicher	Luft-WP	Speicher	Luft-WP JAZ=3,5	Speicher	Luft-WP	dez. elektr. TWE
Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE
78,7	7,8	78,7	7,8	78,7	7,8	78,7	7,8	78,7	7,8	78,7	7,8	78,7	7,8
16.477	1.632	16.477	1.632	16.477	1.632	16.477	1.632	16.477	1.632	16.477	1.632	16.477	1.632
84	21	84	23	81	20	86	23	83	24	83	24	85	9
92,76		115,06		83,48		90,25		69,46		58,02		72,10	
1,07		1,33		0,96		1,04		0,80		0,67		0,83	
C		D		B		D		A		A		A	
15.400	1.555	16.820	5.067	13.114	1.468	30.746		6.079	1.662	5.104	1.307	6.254	1.941
17.094	1.726	18.670	5.624	14.557	1.629	34.128		-	-	-	-	-	-
213	210	235	171	583	211	333		187	147	187	147	187	0
0,0526	0,0526	0,0526	0,0526	0,0526	0,0526	0,0526		0,1856	0,1856	0,1856	0,1856	0,1856	0,2580
0,258		0,258		0,258		0,258		0,186		0,186		0,186	
899	91	982	296	766	86	1.795		1.128	308	947	243	1.161	501
-		-		-		-		-		-		-	
-		-		-		-		-		-		-	
132		132		132		132		73		73		73	
55	54	61	44	150	54	86		35	27	35	27	35	0
1.086	145	1.175	340	1.048	140	2.013		1.236	336	1.055	270	1.268	501
		-751				-1.082							
						-94							
<b>1.231</b>		<b>764</b>		<b>1.188</b>		<b>836</b>		<b>1.572</b>		<b>1.325</b>		<b>1.769</b>	
8.100	6.300	14.100	1.600	16.300	7.000	25.700		13.600	2.700	14.800	2.700	13.700	800
1.000		1.000		1.000		1.000		1.000		1.000		1.000	
800		800		900		900		-		-		-	
-		-		-		-		-		-		-	
-		-		-		-		-		-		-	
600	400	600	100	600	400	1.400	100	400	100	400	100	400	100
10.500	6.700	16.500	1.700	18.800	7.400	29.000	100	15.000	2.800	16.200	2.800	15.100	900
<b>17.200</b>		<b>18.200</b>		<b>26.200</b>		<b>29.100</b>		<b>17.800</b>		<b>19.000</b>		<b>16.000</b>	
723	471	992	124	1.500	523	2.722		1.191	208	1.290	208	1.199	72
77		77		77		77		77		77		77	
39		39		44		44		-		-		-	
-		-		-		-		-		-		-	
-		-		-		-		-		-		-	
29	20	29	5	29	20	68	5	20	5	20	5	20	5
869	490	1.138	128	1.650	543	2.911	5	1.288	213	1.387	213	1.296	77
<b>1.359</b>		<b>1.266</b>		<b>2.193</b>		<b>2.916</b>		<b>1.501</b>		<b>1.600</b>		<b>1.373</b>	
241		226		231		646		150		150		140	
-		-		-		-		-		-		-	
-		85		-		-		-		-		-	
<b>241</b>		<b>311</b>		<b>231</b>		<b>646</b>		<b>150</b>		<b>150</b>		<b>140</b>	
2.196	635	1.873	468	2.930	683	4.394	5	2.674	549	2.592	483	2.704	577
<b>2.832</b>		<b>2.341</b>		<b>3.612</b>		<b>4.399</b>		<b>3.223</b>		<b>3.075</b>		<b>3.282</b>	
<b>113%</b>		<b>93%</b>		<b>144%</b>		<b>175%</b>		<b>128%</b>		<b>123%</b>		<b>131%</b>	
4.093		1.247		3.752		2.759		4.344		3.629		4.510	
51%		16%		47%		34%		54%		45%		56%	
4.478		1.533		4.095		3.215		4.570		3.818		4.744	
51%		17%		47%		37%		52%		43%		54%	

EFH		Teilsanierung		HKV Altbau 2017							
alle Beträge enthalten die jeweils gültige Mehrwertsteuer 19% (7% bei Holzpellets) 2017				EFH_Teil_11		EFH_Teil_12		EFH_Teil_13		EFH_Teil_14	
				Strom_WP		Strom_WP		Strom_WP		Strom_WP	
Heizlast 10,8 kW Nutzfläche A <sub>N</sub> 209,3 m <sup>2</sup> Wohnfläche 150,0 m <sup>2</sup>				Luft-WP JA =3,5	dez. elektr. TWE	Luft-WP + PV- Anlage	Speicher	Luft-WP JAZ=3,5 + PV- Anlage	Speicher	Sole-WP (Bohrung)	Speicher
				Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE
Verbrauchsge- bundene Kosten	spez. Nutzenergiebedarf (Bezug: A <sub>N</sub> )	kWh/m <sup>2</sup> a		78,7	7,8	78,7	7,8	78,7	7,8	78,7	7,8
	Nutzenergiebedarf	kWh/a		16.477	1.632	16.477	1.632	16.477	1.632	16.477	1.632
	spez. Wärmeenergiebedarf (Bezug: A <sub>N</sub> )	kWh/m <sup>2</sup> a		85	9	83	24	83	24	83	24
	spez. Primärenergiebedarf (Bezug: A <sub>N</sub> )	kWh/m <sup>2</sup> a		61,97		49,59		38,15		55,47	
	primärenergetische Anlagenaufwandszahl	-		0,72		0,57		0,44		0,64	
	Energieeffizienzklasse Endenergiebedarf	-		A+		A+		A+		A	
	Jahresendenergie- bedarf	1.WE kWh (Hi)	5.077	1.941	6.079	1.662	5.104	1.307	4.476	1.344	
		1.WE kWh (Hs)	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Hilfsenergiebedarf	kWh	187	0	187	147	187	147	423	206	
	Arbeitspreis	1.WE €/kWh	0,1856	0,2580	0,1856	0,1856	0,1856	0,1856	0,1856	0,1856	
		Hilfsenergie €/kWh	0,186		0,186		0,186		0,186		
	Jahresenergiekosten	1.WE €/a	942	501	1.128	308	947	243	831	249	
	notwendige Lagermenge	l bzw. t	-		-		-		-		
	Zinskosten gelagerte Brennstoffe	€/a	-		-		-		-		
	Grundpreis	€/a	73		73		73		73		
	Kosten Hilfsenergie	€/a	35	0	35	27	35	27	79	38	
	<b>Summe Heizung / TWE</b>	€/a	<b>1.050</b>	<b>501</b>	<b>1.236</b>	<b>336</b>	<b>1.055</b>	<b>270</b>	<b>982</b>	<b>288</b>	
	Stromvergütung + eingesparte Strombezugs- kosten	€/a			-751		-751				
	Rückvergütung Energiesteuer	€/a									
	<b>Summe</b>	€/a	<b>1.551</b>		<b>821</b>		<b>574</b>		<b>1.270</b>		
Investitionen	Wärmeerzeuger / Regelung	€	14.300	800	24.000	2.700	25.200	2.700	15.700	2.700	
	geringinvestive Maßnahmen	€	1.000		1.000		1.000		1.000		
	Schornstein / sonst. Baukosten	€	-		-		-		13.100		
	Hausanschluss	€	-		-		-		-		
	Brennstofflagerung	€	-		-		-		-		
	Gas- / Elektroinstallation	€	400	100	400	100	400	100	400	100	
	<b>Summe Heizung / TWE</b>	€	<b>15.700</b>	<b>900</b>	<b>25.400</b>	<b>2.800</b>	<b>26.600</b>	<b>2.800</b>	<b>30.200</b>	<b>2.800</b>	
<b>Summe Heizung + TWE</b>	€	<b>16.600</b>		<b>28.200</b>		<b>29.400</b>		<b>33.000</b>			
Kapitalgebundene Kosten	Wärmeerzeuger / Regelung	€/a	1.249	72	1.788	208	1.888	208	1.274	208	
	geringinvestive Maßnahmen	€/a	77		77		77		77		
	Schornstein / sonst. Baukosten	€/a	-		-		-		640		
	Hausanschluss	€/a	-		-		-		-		
	Brennstofflagerung	€/a	-		-		-		-		
	Gas- / Elektroinstallation	€/a	20	5	20	5	20	5	20	5	
<b>Summe Heizung / TWE</b>	€/a	<b>1.346</b>	<b>77</b>	<b>1.885</b>	<b>213</b>	<b>1.984</b>	<b>213</b>	<b>2.011</b>	<b>213</b>		
<b>Summe Heizung + TWE</b>	€/a	<b>1.422</b>		<b>2.098</b>		<b>2.198</b>		<b>2.224</b>			
Betriebsgebunde- ne Kosten	Wartung / Schornsteinfegergebühren	€/a	140		185		185		175		
	Heizkostenabrechnung	€/a	-		-		-		-		
	Versicherung	€/a	-		85		85		-		
<b>Summe Heizung + TWE</b>	€/a	<b>140</b>		<b>270</b>		<b>270</b>		<b>175</b>			
<b>Jahresgesamt- kosten</b>	<b>Summe Heizung / TWE</b>	€/a	<b>2.536</b>	<b>577</b>	<b>2.640</b>	<b>549</b>	<b>2.559</b>	<b>483</b>	<b>3.168</b>	<b>501</b>	
	<b>Summe Heizung + TWE</b>	€/a	<b>3.113</b>		<b>3.189</b>		<b>3.042</b>		<b>3.669</b>		
	<b>Kostenindex</b>	-	<b>124%</b>		<b>127%</b>		<b>121%</b>		<b>146%</b>		
CO <sub>2</sub> -Emissionen	Summe (*AGFW-Wert / **Gemis-Wert)	kgCO <sub>2</sub> /a	3.876		382		-333		3.470		
	CO <sub>2</sub> -Index	-	48%		5%		-4%		43%		
CO <sub>2</sub> -Äquivalente	Summe (*AGFW-Wert / **Gemis-Wert)	kgCO <sub>2</sub> Äq/a	4.078		402		-350		3.650		
	CO <sub>2</sub> -Äquivalent Index	-	46%		5%		-4%		41%		





**4.2. Einfamilienhaus: Ausgangszustand Öl-Altkessel**



EFH		Teilsanierung		HKV Altbau 2017							
alle Beträge enthalten die jeweils gültige Mehrwertsteuer 19% 2017 Heizlast 10,8 kW Nutzfläche A <sub>N</sub> 209,3 m <sup>2</sup> Wohnfläche 150,0 m <sup>2</sup>				EFH_Teil_IST_02		EFH_Teil_01		EFH_Teil_02		EFH_Teil_03	
				Heizöl		Erdgas		Erdgas-Biogas 10%		Erdgas	
				Öl- Altkessel	Speicher	Gas-BW- Gerät	Speicher	Gas-BW- Gerät	Speicher	Gas-BW- Gerät	solare TWE
				Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE
spezi. Nutzenergiebedarf (Bezug: A <sub>N</sub> )		kWh/m <sup>2</sup> a		78,7	7,8	78,7	7,8	78,7	7,8	78,7	7,8
Nutzenergiebedarf		kWh/a		16.477	1.632	16.477	1.632	16.477	1.632	16.477	1.632
spezi. Wärmeenergiebedarf (Bezug: A <sub>N</sub> )		kWh/m <sup>2</sup> a		108	26	84	23	84	23	84	22
spezi. Primärenergiebedarf (Bezug: A <sub>N</sub> )		kWh/m <sup>2</sup> a		182,93		118,54		112,27		105,39	
primärenergetische Anlagenaufwandszahl		-		2,11		1,37		1,30		1,22	
Energieeffizienzklasse Endenergiebedarf		-		F		D		D		C	
Jahresendenergiebedarf		1.WE kWh (Hi)		26.972	6.765	16.820	5.067	16.820	5.067	16.820	2.491
		1.WE kWh (Hs)		28.590	7.171	18.670	5.624	18.670	5.624	18.670	2.765
Hilfsenergiebedarf		kWh		465	184	235	171	235	171	235	216
Arbeitspreis		1.WE €/kWh		0,0469	0,0469	0,0526	0,0526	0,0573	0,0573	0,0526	0,0526
		Hilfsenergie €/kWh		0,258		0,258		0,258		0,258	
Jahresenergiekosten		1.WE €/a		1.265	317	982	296	1.070	322	982	145
notwendige Lagermenge		l bzw. t		4.000		-		-		-	
Zinskosten gelagerte Brennstoffe		€/a		24		-		-		-	
Grundpreis		€/a		0		132		146		132	
Kosten Hilfsenergie		€/a		120	47	61	44	61	44	61	56
Summe Heizung / TWE		€/a		1.409	365	1.175	340	1.276	366	1.175	201
Stromvergütung + eingesparte Strombezugskosten		€/a									
Rückvergütung Energiesteuer		€/a									
<b>Summe</b>		<b>€/a</b>		<b>1.773</b>		<b>1.515</b>		<b>1.643</b>		<b>1.376</b>	
Wärmeerzeuger / Regelung		€		-	-	4.500	1.600	4.500	1.600	4.500	6.300
geringinvestive Maßnahmen		€		-	-	1.000	-	1.000	-	1.000	-
Schornstein / sonst. Baukosten		€		-	-	800	-	800	-	800	-
Hausanschluss		€		-	-	2.000	-	2.000	-	2.000	-
Brennstofflagerung		€		-	-	-	-	-	-	-	-
Gas- / Elektroinstallation		€		-	-	600	100	600	100	600	400
Summe Heizung / TWE		€		-	-	8.900	1.700	8.900	1.700	8.900	6.700
<b>Summe Heizung + TWE</b>		<b>€</b>		<b>-</b>	<b>-</b>	<b>10.600</b>	<b>1.700</b>	<b>10.600</b>	<b>1.700</b>	<b>15.600</b>	
Wärmeerzeuger / Regelung		€/a		-	-	395	124	395	124	395	471
geringinvestive Maßnahmen		€/a		-	-	77	-	77	-	77	-
Schornstein / sonst. Baukosten		€/a		-	-	39	-	39	-	39	-
Hausanschluss		€/a		-	-	98	-	98	-	98	-
Brennstofflagerung		€/a		-	-	-	-	-	-	-	-
Gas- / Elektroinstallation		€/a		-	-	29	5	29	5	29	20
Summe Heizung / TWE		€/a		-	-	638	128	638	128	638	490
<b>Summe Heizung + TWE</b>		<b>€/a</b>		<b>-</b>	<b>-</b>	<b>766</b>	<b>128</b>	<b>766</b>	<b>128</b>	<b>1.128</b>	
Wartung / Schornsteinfegergebühren		€/a		260	-	191	-	191	-	216	-
Heizkostenabrechnung		€/a		-	-	-	-	-	-	-	-
Versicherung		€/a		49	-	-	-	-	-	-	-
<b>Summe Heizung + TWE</b>		<b>€/a</b>		<b>309</b>	<b>-</b>	<b>191</b>	<b>-</b>	<b>191</b>	<b>-</b>	<b>216</b>	<b>-</b>
Summe Heizung / TWE		€/a		1.717	365	2.004	468	2.106	495	2.029	691
<b>Summe Heizung + TWE</b>		<b>€/a</b>		<b>2.082</b>		<b>2.472</b>		<b>2.600</b>		<b>2.720</b>	
<b>Kostenindex</b>				<b>-</b>	<b>100%</b>	<b>119%</b>		<b>125%</b>		<b>131%</b>	
Summe		kg CO <sub>2</sub> /a		10.875	-	5.209	-	4.858	-	4.646	-
CO <sub>2</sub> -Index		-		100%	-	48%	-	45%	-	43%	-
Summe		kg CO <sub>2</sub> Äq/a		10.994	-	5.702	-	5.395	-	5.083	-
CO <sub>2</sub> -Äquivalente		-		100%	-	52%	-	49%	-	46%	-

## HKV Altbau 2017

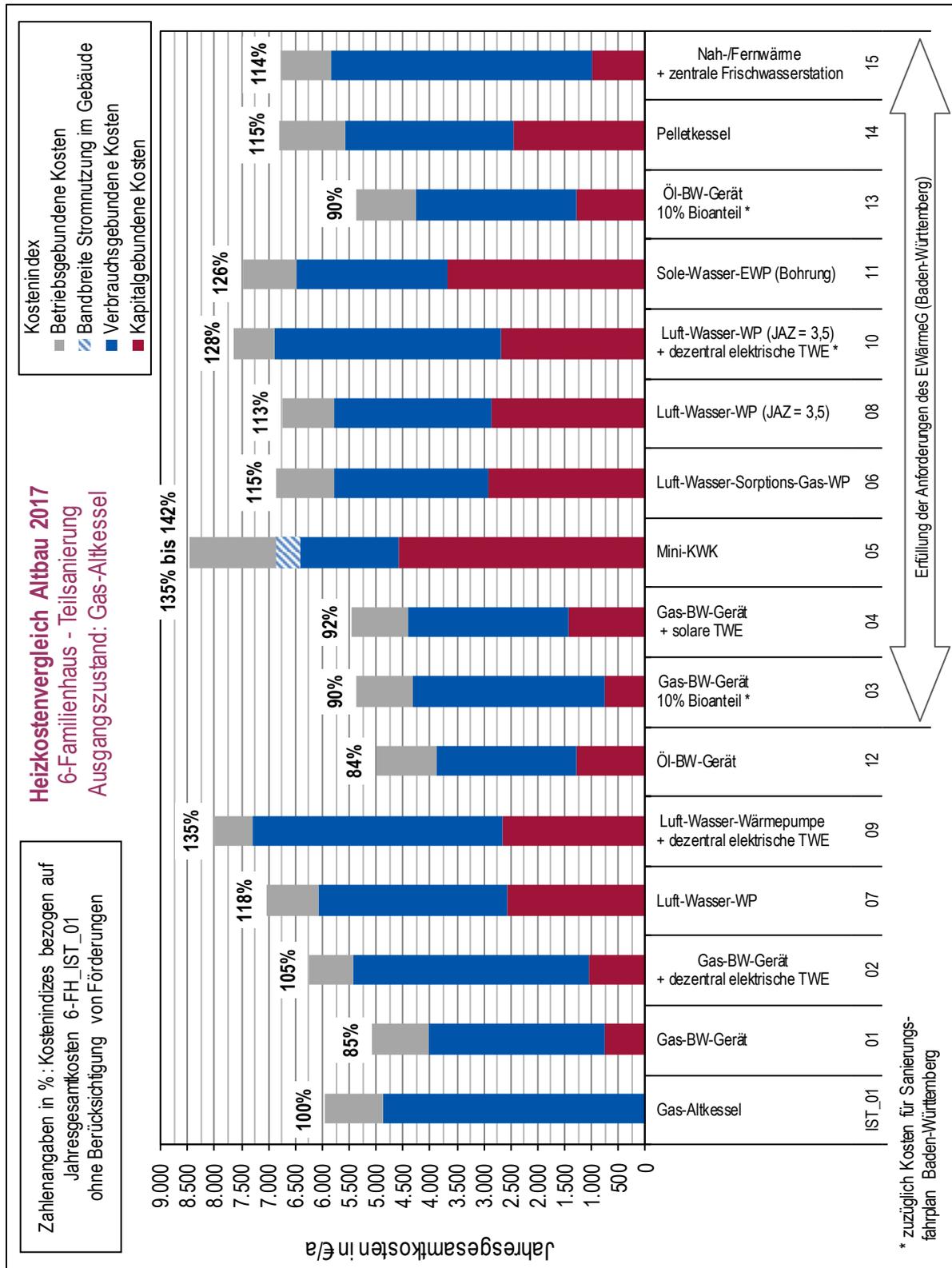
EFH_Teil_04 Erdgas		EFH_Teil_05 Erdgas		EFH_Teil_06 Erdgas		EFH_Teil_07 Erdgas		EFH_Teil_08 Strom_WP		EFH_Teil_09 Strom_WP		EFH_Teil_10 Strom_WP	
Gas-BW / solare HeizU	solare TWE	Gas-BW + PV- Anlage	Speicher	Sorptions- Gas-WP	solare TWE	Brenn- stoffzelle	Speicher	Luft -WP	Speicher	Luft-WP JAZ=3,5	Speicher	Luft-WP	dez. elektr. TWE
Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE
78,7	7,8	78,7	7,8	78,7	7,8	78,7	7,8	78,7	7,8	78,7	7,8	78,7	7,8
16.477	1.632	16.477	1.632	16.477	1.632	16.477	1.632	16.477	1.632	16.477	1.632	16.477	1.632
84	21	84	23	81	20	86	23	83	24	83	24	85	9
92,76		115,06		83,48		90,25		69,46		58,02		72,10	
1,07		1,33		0,96		1,04		0,80		0,67		0,83	
C		D		B		D		A		A		A	
15.400	1.555	16.820	5.067	13.114	1.468	30.746		6.079	1.662	5.104	1.307	6.254	1.941
17.094	1.726	18.670	5.624	14.557	1.629	34.128		-	-	-	-	-	-
213	210	235	171	583	211	333		187	147	187	147	187	0
0,0526	0,0526	0,0526	0,0526	0,0526	0,0526	0,0526		0,1856	0,1856	0,1856	0,1856	0,1856	0,2580
0,258		0,258		0,258		0,258		0,186		0,186		0,186	
899	91	982	296	766	86	1.795		1.128	308	947	243	1.161	501
-		-		-		-		-		-		-	
-		-		-		-		-		-		-	
132		132		132		132		73		73		73	
55	54	61	44	150	54	86		35	27	35	27	35	0
1.086	145	1.175	340	1.048	140	2.013		1.236	336	1.055	270	1.268	501
		-751				-1.082							
						-94							
<b>1.231</b>		<b>764</b>		<b>1.188</b>		<b>836</b>		<b>1.572</b>		<b>1.325</b>		<b>1.769</b>	
8.900	6.300	14.900	1.600	17.100	7.000	26.500		14.400	2.700	15.600	2.700	14.500	800
1.000		1.000		1.000		1.000		1.000		1.000		1.000	
800		800		900		900		-		-		-	
2.000		2.000		2.000		2.000		-		-		-	
-		-		-		-		-		-		-	
600	400	600	100	600	400	1.400	100	400	100	400	100	400	100
13.300	6.700	19.300	1.700	21.600	7.400	31.800	100	15.800	2.800	17.000	2.800	15.900	900
<b>20.000</b>		<b>21.000</b>		<b>29.000</b>		<b>31.900</b>		<b>18.600</b>		<b>19.800</b>		<b>16.800</b>	
723	471	992	124	1.500	523	2.722		1.191	208	1.290	208	1.199	72
77		77		77		77		77		77		77	
39		39		44		44		-		-		-	
98		98		98		98		-		-		-	
-		-		-		-		-		-		-	
29	20	29	5	29	20	68	5	20	5	20	5	20	5
967	490	1.235	128	1.748	543	3.009	5	1.288	213	1.387	213	1.296	77
<b>1.457</b>		<b>1.364</b>		<b>2.291</b>		<b>3.014</b>		<b>1.501</b>		<b>1.600</b>		<b>1.373</b>	
241		226		231		646		150		150		140	
-		-		-		-		-		-		-	
-		85		-		-		-		-		-	
<b>241</b>		<b>311</b>		<b>231</b>		<b>646</b>		<b>150</b>		<b>150</b>		<b>140</b>	
2.294	635	1.971	468	3.027	683	4.492	5	2.674	549	2.592	483	2.704	577
<b>2.929</b>		<b>2.439</b>		<b>3.710</b>		<b>4.497</b>		<b>3.223</b>		<b>3.075</b>		<b>3.282</b>	
<b>141%</b>		<b>117%</b>		<b>178%</b>		<b>216%</b>		<b>155%</b>		<b>148%</b>		<b>158%</b>	
4.093		1.247		3.752		2.759		4.344		3.629		4.510	
38%		11%		34%		25%		40%		33%		41%	
4.478		1.533		4.095		3.215		4.570		3.818		4.744	
41%		14%		37%		29%		42%		35%		43%	

EFH		Teilsanierung		HKV Altbau 2017							
alle Beträge enthalten die jeweils gültige Mehrwertsteuer 19% (7% bei Holzpellets) 2017				EFH_Teil_11		EFH_Teil_12		EFH_Teil_13		EFH_Teil_14	
				Strom_WP		Strom_WP		Strom_WP		Strom_WP	
				Luft-WP JAZ=3,5	dez. elektr. TWE	Luft- WP+ PV- Anlage	Speicher TWE	Luft-WP JAZ=3,5 + PV- Anlage	Speicher TWE	Sole-WP (Boh- rung)	Speicher TWE
	Heizlast 10,8 kW Nutzfläche A <sub>N</sub> 209,3 m <sup>2</sup> Wohnfläche 150,0 m <sup>2</sup>	Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE		
	spez. Nutzenergiebedarf (Bezug: A <sub>N</sub> )	kWh/m <sup>2</sup> a	78,7	7,8	78,7	7,8	78,7	7,8	78,7	7,8	
	Nutzenergiebedarf	kWh/a	16.477	1.632	16.477	1.632	16.477	1.632	16.477	1.632	
	spez. Wärmeenergiebedarf (Bezug: A <sub>N</sub> )	kWh/m <sup>2</sup> a	85	9	83	24	83	24	83	24	
	spez. Primärenergiebedarf (Bezug: A <sub>N</sub> )	kWh/m <sup>2</sup> a	61,97		49,59		38,15		55,47		
	primärenergetische Anlagenaufwandszahl	-	0,72		0,57		0,44		0,64		
	Energieeffizienzklasse Endenergiebedarf	-	A+		A+		A+		A		
	Jahresendenergiebedarf	kWh (Hi)	5.077	1.941	6.079	1.662	5.104	1.307	4.476	1.344	
		kWh (Hs)	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Hilfsenergiebedarf	kWh	187	0	187	147	187	147	423	206	
Verbrauchsgebundene Kosten	Arbeitspreis	€/kWh	0,1856	0,2580	0,1856	0,1856	0,1856	0,1856	0,1856	0,1856	
		€/kWh	0,186		0,186		0,186		0,186		
	Jahresenergiekosten	€/a	942	501	1.128	308	947	243	831	249	
	notwendige Lagermenge	l bzw. t	-		-		-		-		
	Zinskosten gelagerte Brennstoffe	€/a	-		-		-		-		
	Grundpreis	€/a	73		73		73		73		
	Kosten Hilfsenergie	€/a	35	0	35	27	35	27	79	38	
	<b>Summe Heizung / TWE</b>	€/a	<b>1.050</b>	<b>501</b>	<b>1.236</b>	<b>336</b>	<b>1.055</b>	<b>270</b>	<b>982</b>	<b>288</b>	
	Stromvergütung + eingesparte Strombezugskosten	€/a			-751		-751				
	Rückvergütung Energiesteuer	€/a									
<b>Summe</b>	€/a	<b>1.551</b>		<b>821</b>		<b>574</b>		<b>1.270</b>			
Investitionen	Wärmeerzeuger / Regelung	€	15.100	800	24.800	2.700	26.000	2.700	16.500	2.700	
	geringinvestive Maßnahmen	€	1.000		1.000		1.000		1.000		
	Schornstein / sonst. Baukosten	€	-		-		-		13.100		
	Hausanschluss	€	-		-		-		-		
	Brennstofflagerung	€	-		-		-		-		
	Gas- / Elektroinstallation	€	400	100	400	100	400	100	400	100	
	<b>Summe Heizung / TWE</b>	€	<b>16.500</b>	<b>900</b>	<b>26.200</b>	<b>2.800</b>	<b>27.400</b>	<b>2.800</b>	<b>31.000</b>	<b>2.800</b>	
<b>Summe Heizung + TWE</b>	€	<b>17.400</b>		<b>29.000</b>		<b>30.200</b>		<b>33.800</b>			
Kapitalgebundene Kosten	Wärmeerzeuger / Regelung	€/a	1.249	72	1.788	208	1.888	208	1.274	208	
	geringinvestive Maßnahmen	€/a	77		77		77		77		
	Schornstein / sonst. Baukosten	€/a	-		-		-		640		
	Hausanschluss	€/a	-		-		-		-		
	Brennstofflagerung	€/a	-		-		-		-		
	Gas- / Elektroinstallation	€/a	20	5	20	5	20	5	20	5	
	<b>Summe Heizung / TWE</b>	€/a	<b>1.346</b>	<b>77</b>	<b>1.885</b>	<b>213</b>	<b>1.984</b>	<b>213</b>	<b>2.011</b>	<b>213</b>	
<b>Summe Heizung + TWE</b>	€/a	<b>1.422</b>		<b>2.098</b>		<b>2.198</b>		<b>2.224</b>			
Betriebsgebundene Kosten	Wartung / Schornsteinfegergebühren	€/a	140		185		185		175		
	Heizkostenabrechnung	€/a	-		-		-		-		
	Versicherung	€/a	-		85		85		-		
	<b>Summe Heizung + TWE</b>	€/a	<b>140</b>		<b>270</b>		<b>270</b>		<b>175</b>		
Jahresgesamtkosten	<b>Summe Heizung / TWE</b>	€/a	<b>2.536</b>	<b>577</b>	<b>2.640</b>	<b>549</b>	<b>2.559</b>	<b>483</b>	<b>3.168</b>	<b>501</b>	
	<b>Summe Heizung + TWE</b>	€/a	<b>3.113</b>		<b>3.189</b>		<b>3.042</b>		<b>3.669</b>		
	<b>Kostenindex</b>	-	<b>150%</b>		<b>153%</b>		<b>146%</b>		<b>176%</b>		
CO <sub>2</sub> -Emissionen	Summe (*AGFW-Wert / **Gemis-Wert)	kg CO <sub>2</sub> /a	3.876		382		-333		3.470		
	CO <sub>2</sub> -Index	-	36%		4%		-3%		32%		
CO <sub>2</sub> -Äquivalente	Summe (*AGFW-Wert / **Gemis-Wert)	kg CO <sub>2</sub> Äq/a	4.078		402		-350		3.650		
	CO <sub>2</sub> -Äquivalent Index	-	37%		4%		-3%		33%		





**4.3. 6-Familienhaus: Ausgangszustand Gas-Altessel**



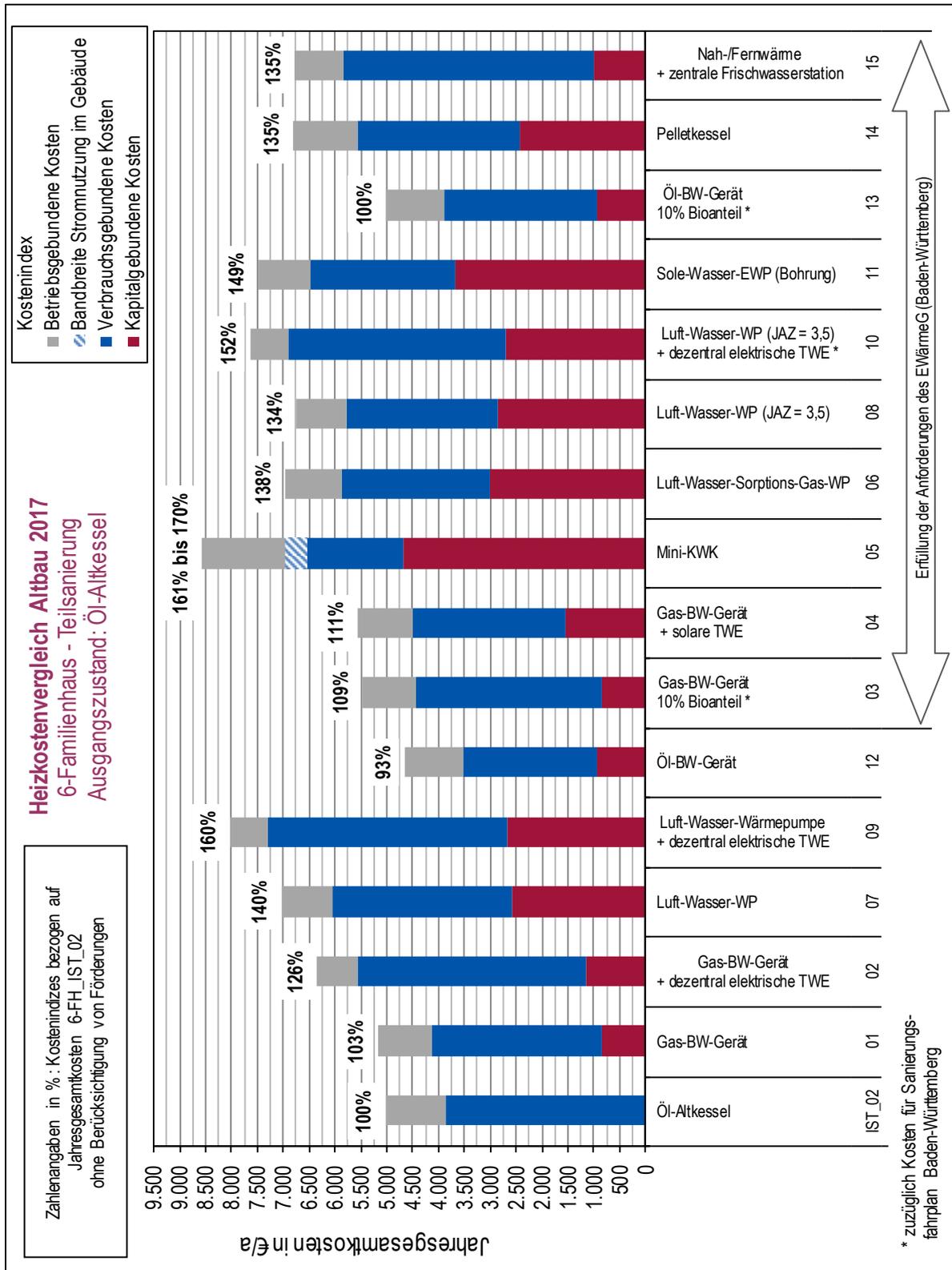
6-FH		Teilsanierung		HKV Altbau 2017							
alle Beträge enthalten die jeweils gültige Mehrwertsteuer 19% 2017 Heizlast 24,3 kW Nutzfläche A <sub>N</sub> 605,1 m <sup>2</sup> Wohnfläche 500,0 m <sup>2</sup>				6-FH_Teil_IST_01		6-FH_Teil_01		6-FH_Teil_02		6-FH_Teil_03	
				Erdgas		Erdgas		Erdgas		Erdgas-Biogas 10%	
				Gas-Altkessel	Speicher	Gas-BW-Gerät	Speicher	Gas-BW-Gerät	dez. elektr. TWE	Gas-BW-Gerät	Speicher
		Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE		
spez. Nutzenergiebedarf (Bezug: A <sub>N</sub> )		kWh/m <sup>2</sup> a	61,6	10,9	61,6	10,9	61,6	10,9	61,6	10,9	
Nutzenergiebedarf		kWh/a	37.272	6.595	37.272	6.595	37.272	6.595	37.272	6.595	
spez. Wärmeenergiebedarf (Bezug: A <sub>N</sub> )		kWh/m <sup>2</sup> a	87	23	64	22	67	12	64	22	
spez. Primärenergiebedarf (Bezug: A <sub>N</sub> )		kWh/m <sup>2</sup> a	143,93		95,27		93,93		90,19		
primärenergetische Anlagenaufwandszahl		-	1,99		1,31		1,30		1,24		
Energieeffizienzklasse Endenergiebedarf		-	D		C		B		C		
Jahresendenergiebedarf		1.WE kWh (Hi)	60.674	16.912	37.341	13.922	38.979	7.303	37.341	13.922	
		1.WE kWh (Hs)	67.348	18.772	41.449	15.453	43.267	-	41.449	15.453	
Hilfsenergiebedarf		kWh	688	278	443	255	452	0	443	255	
Arbeitspreis		1.WE €/kWh	0,0518	0,0518	0,0522	0,0522	0,0522	0,2580	0,0571	0,0571	
		Hilfsenergie €/kWh	0,258		0,258		0,258		0,258		
Jahresenergiekosten		1.WE €/a	3.489	972	2.164	807	2.259	1.884	2.367	882	
notwendige Lagermenge		l bzw. t	-		-		-		-		
Zinskosten gelagerte Brennstoffe		€/a	-		-		-		-		
Grundpreis		€/a	161		144		144		156		
Kosten Hilfsenergie		€/a	178	72	114	66	117	0	114	66	
Summe Heizung / TWE		€/a	3.827	1.044	2.422	872	2.519	1.884	2.637	948	
Stromvergütung + eingesparte Strombezugskosten		€/a									
Rückvergütung Energiesteuer		€/a									
<b>Summe</b>		<b>€/a</b>	<b>4.871</b>		<b>3.294</b>		<b>4.403</b>		<b>3.585</b>		
Investitionen		Wärmeerzeuger / Regelung	€	-	-	4.500	1.900	4.500	4.800	4.500	1.900
		geringinvestive Maßnahmen	€	-		2.200		2.200		2.200	
		Schornstein / sonst. Baukosten	€	-		900		900		900	
		Hausanschluss	€	-		-		-		-	
		Brennstofflagerung	€	-		-		-		-	
		Gas- / Elektroinstallation	€	-	-	600	100	600	300	600	100
		Summe Heizung / TWE	€	-	-	8.200	2.000	8.200	5.100	8.200	2.000
		<b>Summe Heizung + TWE</b>	<b>€</b>	<b>-</b>	<b>10.200</b>		<b>13.300</b>		<b>10.200</b>		
Kapitalgebundene Kosten		Wärmeerzeuger / Regelung	€/a	-	-	360	147	360	430	360	147
		geringinvestive Maßnahmen	€/a	-		170		170		170	
		Schornstein / sonst. Baukosten	€/a	-		44		44		44	
		Hausanschluss	€/a	-		-		-		-	
		Brennstofflagerung	€/a	-		-		-		-	
		Gas- / Elektroinstallation	€/a	-	-	29	5	29	15	29	5
		Summe Heizung / TWE	€/a	-	-	603	152	603	445	603	152
		<b>Summe Heizung + TWE</b>	<b>€/a</b>	<b>-</b>	<b>754</b>		<b>1.048</b>		<b>754</b>		
Betriebsgebundene Kosten		Wartung / Schornsteinfegergebühren	€/a	432		383		358		383	
		Heizkostenabrechnung	€/a	650		650		440		650	
		Versicherung	€/a	-		-		-		-	
		<b>Summe Heizung + TWE</b>	<b>€/a</b>	<b>1.082</b>		<b>1.033</b>		<b>798</b>		<b>1.033</b>	
Jahresgesamtkosten		Summe Heizung / TWE	€/a	4.910	1.044	4.057	1.024	3.919	2.329	4.272	1.100
		Summe Heizung + TWE	€/a	<b>5.954</b>		<b>5.081</b>		<b>6.248</b>		<b>5.372</b>	
		Kostenindex	-	<b>100%</b>		<b>85%</b>		<b>105%</b>		<b>90%</b>	
CO <sub>2</sub> -Emissionen		Summe	kg CO <sub>2</sub> /a	18.209		12.063		13.059		11.243	
		CO <sub>2</sub> -Index	-	100%		66%		72%		62%	
CO <sub>2</sub> -Äquivalente		Summe	kg CO <sub>2</sub> Äq/a	19.943		13.211		14.134		12.493	
		CO <sub>2</sub> -Äquivalent Index	-	100%		66%		71%		63%	

## HKV Altbau 2017

6-FH_Teil_04 Erdgas		6-FH_Teil_05 Erdgas		6-FH_Teil_06 Erdgas		6-FH_Teil_07 Strom_WP		6-FH_Teil_08 Strom_WP		6-FH_Teil_09 Strom_WP		6-FH_Teil_10 Strom_WP		6-FH_Teil_11 Strom_WP	
Gas-BW-Gerät	solare TWE	Mini-KWK	Speicher	Sorptions-Gas-WP	Speicher	Luft-WP	Speicher	Luft-WP JAZ=3,5	Speicher	Luft-WP	dez. elektr. TWE	Luft-WP JAZ=3,5	dez. elektr. TWE	Sole-WP (Bohrung)	Speicher
Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE
61,6	10,9	61,6	10,9	61,6	10,9	61,6	10,9	61,6	10,9	61,6	10,9	61,6	10,9	61,6	10,9
37.272	6.595	37.272	6.595	37.272	6.595	37.272	6.595	37.272	6.595	37.272	6.595	37.272	6.595	37.272	6.595
64	21	65	22	63	22	63	22	63	22	66	12	66	12	63	22
84,34		60,18		73,43		54,90		45,65		64,46		57,77		44,09	
1,16		0,83		1,01		0,76		0,63		0,89		0,80		0,61	
C		C		B		A		A+		A+		A+		A+	
37.341	7.803	54.466	17.825	25.324	11.369	13.416	4.493	11.265	3.534	14.027	7.303	11.778	7.303	9.878	3.633
41.449	8.661	60.457	19.786	28.110	12.620	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
443	321	340	219	1.647	613	339	206	339	206	339	0	339	0	951	360
0,0522	0,0522	0,0518	0,0518	0,0522	0,0522	0,1854	0,1854	0,1854	0,1854	0,1854	0,2580	0,1854	0,2580	0,1854	0,1854
0,258		0,258		0,258		0,185		0,185		0,185		0,185		0,185	
2.164	452	3.132	1.025	1.467	659	2.487	833	2.089	655	2.601	1.884	2.184	1.884	1.831	674
-		-		-		-		-		-		-		-	
-		-		-		-		-		-		-		-	
144		161		144		73		73		73		73		73	
114	83	88	57	425	158	63	38	63	38	63	0	63	0	176	67
2.422	535	3.380	1.082	2.036	817	2.623	871	2.224	693	2.736	1.884	2.319	1.884	2.081	740
		-2.247													
		-374													
<b>2.957</b>		<b>1.841</b>		<b>2.853</b>		<b>3.494</b>		<b>2.918</b>		<b>4.621</b>		<b>4.204</b>		<b>2.821</b>	
4.500	11.000	31.400	0	28.700	2.800	25.500	4.000	28.900	4.000	25.100	4.800	25.400	4.800	24.000	4.000
2.200		2.200		2.200		2.200		2.200		2.200		2.200		2.200	
900		1.700		-		-		-		-		-		27.600	
-		-		-		-		-		-		-		-	
-		-		-		-		-		-		-		-	
600	400	1.400	100	1.000	100	400	100	400	100	400	300	400	300	400	100
8.200	11.400	36.700	100	31.900	2.900	28.100	4.100	31.500	4.100	27.700	5.100	28.000	5.100	54.200	4.100
<b>19.600</b>		<b>36.800</b>		<b>34.800</b>		<b>32.200</b>		<b>35.600</b>		<b>32.800</b>		<b>33.100</b>		<b>58.300</b>	
360	822	4.261	0	2.482	216	2.076	309	2.357	309	2.043	430	2.068	430	1.822	309
170		170		170		170		170		170		170		170	
44		83		-		-		-		-		-		1.349	
-		-		-		-		-		-		-		-	
-		-		-		-		-		-		-		-	
29	20	68	5	49	5	20	5	20	5	20	15	20	15	20	5
603	841	4.582	5	2.701	221	2.265	314	2.547	314	2.232	445	2.257	445	3.360	314
<b>1.444</b>		<b>4.587</b>		<b>2.922</b>		<b>2.579</b>		<b>2.860</b>		<b>2.677</b>		<b>2.702</b>		<b>3.674</b>	
418		938		443		325		325		300		300		350	
650		650		650		650		650		440		440		650	
-		-		-		-		-		-		-		-	
<b>1.068</b>		<b>1.588</b>		<b>1.093</b>		<b>975</b>		<b>975</b>		<b>740</b>		<b>740</b>		<b>1.000</b>	
4.092	1.376	6.929	1.086	5.830	1.038	5.864	1.185	5.746	1.007	5.709	2.329	5.317	2.329	6.441	1.054
<b>5.469</b>		<b>8.015</b>		<b>6.868</b>		<b>7.049</b>		<b>6.753</b>		<b>8.038</b>		<b>7.646</b>		<b>7.495</b>	
<b>92%</b>		<b>135%</b>		<b>115%</b>		<b>118%</b>		<b>113%</b>		<b>135%</b>		<b>128%</b>		<b>126%</b>	
10.704		4.204		9.582		9.928		8.255		11.658		10.448		7.974	
59%		23%		53%		55%		45%		64%		57%		44%	
11.718		5.155		10.452		10.445		8.685		12.265		10.992		8.389	
59%		26%		52%		52%		44%		61%		55%		42%	

6-FH		Teilsanierung		HKV Altbau 2017									
alle Beträge enthalten die jeweils gültige Mehrwertsteuer 19% (7% bei Holzpellets) 2017  Heizlast 24,3 kW Nutzfläche A <sub>N</sub> 605,1 m <sup>2</sup> Wohnfläche 500,0 m <sup>2</sup>				6-FH_Teil_12		6-FH_Teil_13		6-FH_Teil_14		6-FH_Teil_15			
				Heizöl_schwefelarm		Heizöl-Bioöl 10%		Pellets		Nah-/Fernwärme		zentrale Frischwasserstation	
				Öl-BW-Gerät	Speicher	Öl-BW-Gerät	Speicher	Pelletkessel	Speicher	Nah-/Fernwärme	zentrale Frischwasserstation	Heizung	TWE
				Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE		
spezi. Nutzenergiebedarf (Bezug: A <sub>N</sub> )		kWh/m <sup>2</sup> a		61,6	10,9	61,6	10,9	61,6	10,9	61,6	10,9		
Nutzenergiebedarf		kWh/a		37.272	6.595	37.272	6.595	37.272	6.595	37.272	6.595		
spezi. Wärmeenergiebedarf (Bezug: A <sub>N</sub> )		kWh/m <sup>2</sup> a		64	22	64	22	64	22	64	22		
spezi. Primärenergiebedarf (Bezug: A <sub>N</sub> )		kWh/m <sup>2</sup> a		95,27		90,19		23,59		65,20			
primärenergetische Anlagenaufwandszahl		-		1,31		1,24		0,33		0,90			
Energieeffizienzklasse Endenergiebedarf		-		C		C		D		C			
Jahresendenergiebedarf		1.WE kWh (Hi)		37.341	13.922	37.341	13.922	45.150	15.258	39.401	15.203		
		1.WE kWh (Hs)		39.581	14.757	39.581	14.757	-	-	-	-		
Hilfsenergiebedarf		kWh		443	255	443	255	1.015	202	233	449		
Arbeitspreis		1.WE €/kWh		0,0466	0,0466	0,0536	0,0536	0,0459	0,0459	0,0656	0,0656		
Hilfsenergie		€/kWh		0,258		0,258		0,258		0,258			
Jahresenergiekosten		1.WE €/a		1.740	649	2.001	746	2.072	700	2.585	997		
notwendige Lagermenge		l bzw. t		6.000		6.000		13		-			
Zinskosten gelagerte Brennstoffe		€/a		36		41		42		-			
Grundpreis		€/a		0		0		0		1.090			
Kosten Hilfsenergie		€/a		114	66	114	66	262	52	60	116		
Summe Heizung / TWE		€/a		1.890	715	2.157	812	2.376	752	3.735	1.113		
Stromvergütung + eingesparte Strombezugskosten		€/a											
Rückvergütung Energiesteuer		€/a											
Summe		€/a		2.605		2.969		3.128		4.848			
Investitionen		€		6.700	1.900	6.700	1.900	13.600	2.800	4.400	3.100		
geringinvestive Maßnahmen		€		2.200		2.200		2.200		2.200			
Schornstein / sonst. Baukosten		€		900		900		1.500		-			
Hausanschluss		€		-		-		-		3.600			
Brennstofflagerung		€		5.200		5.200		4.700		-			
Gas- / Elektroinstallation		€		500	100	500	100	500	100	500	100		
Summe Heizung / TWE		€		15.500	2.000	15.500	2.000	22.500	2.900	10.700	3.200		
Summe Heizung + TWE		€		17.500		17.500		25.400		13.900			
Kapitalgebundene Kosten		€/a		553	147	553	147	1.502	216	349	270		
geringinvestive Maßnahmen		€/a		170		170		170		170			
Schornstein / sonst. Baukosten		€/a		44		44		73		-			
Hausanschluss		€/a		-		-		-		176			
Brennstofflagerung		€/a		351		351		457		-			
Gas- / Elektroinstallation		€/a		24	5	24	5	24	5	24	5		
Summe Heizung / TWE		€/a		1.141	152	1.141	152	2.226	221	719	275		
Summe Heizung + TWE		€/a		1.293		1.293		2.447		994			
Betriebsgebundene Kosten		€/a		416		416		592		290			
Wartung / Schornsteinfegergebühren		€/a		416		416		592		290			
Heizkostenabrechnung		€/a		650		650		650		650			
Versicherung		€/a		49		49		-		-			
Summe Heizung + TWE		€/a		1.115		1.115		1.242		940			
Summe Heizung / TWE		€/a		4.147	866	4.414	964	5.844	974	5.394	1.388		
Summe Heizung + TWE		€/a		5.013		5.377		6.817		6.782			
Kostenindex		-		84%		90%		115%		114%			
CO <sub>2</sub> -Emissionen		kgCO <sub>2</sub> /a		16.370		15.498		1.984		8.994*	13.363**		
CO <sub>2</sub> -Index		-		90%		85%		11%		49%	73%		
CO <sub>2</sub> -Äquivalente		kgCO <sub>2</sub> Äq/a		16.543		15.671		2.199		9.630*	14.310**		
CO <sub>2</sub> -Äquivalent Index		-		83%		79%		11%		48%	72%		

### 4.4. 6-Familienhaus: Ausgangszustand Öl-Altkessel



6-FH		Teilsanierung		HKV Altbau 2017								
alle Beträge enthalten die jeweils gültige Mehrwertsteuer 19% 2017				6-FH_Teil_IST_02 Heizöl		6-FH_Teil_01 Erdgas		6-FH_Teil_02 Erdgas		6-FH_Teil_03 Erdgas-Biogas 10%		
				Öl- Altkessel	Speicher	Gas- BW- Gerät	Speicher	Gas- BW- Gerät	dez. elektr. TWE	Gas- BW- Gerät	Speicher	
		Heizlast	24,3 kW	Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE	
		Nutzfläche A <sub>N</sub>	605,1 m <sup>2</sup>									
		Wohnfläche	500,0 m <sup>2</sup>									
Verbrauchsgebundene Kosten	spez. Nutzenergiebedarf (Bezug: A <sub>N</sub> )	kWh/m <sup>2</sup> a		61,6	10,9	61,6	10,9	61,6	10,9	61,6	10,9	
	Nutzenergiebedarf	kWh/a		37.272	6.595	37.272	6.595	37.272	6.595	37.272	6.595	
	spez. Wärmeenergiebedarf (Bezug: A <sub>N</sub> )	kWh/m <sup>2</sup> a		87	23	64	22	67	12	64	22	
	spez. Primärenergiebedarf (Bezug: A <sub>N</sub> )	kWh/m <sup>2</sup> a			143,93		95,27		93,93		90,19	
	primärenergetische Anlagenaufwandszahl	-		-	1,99	-	1,31	-	1,30	-	1,24	
	Energieeffizienzklasse Endenergiebedarf	-		-	D	-	C	-	B	-	C	
	Jahresendenergiebedarf	1.WE	kWh (Hi)		60.674	16.912	37.341	13.922	38.979	7.303	37.341	13.922
		1.WE	kWh (Hs)		64.314	17.927	41.449	15.453	43.267	-	41.449	15.453
	Hilfsenergiebedarf	kWh			688	278	443	255	452	0	443	255
	Arbeitspreis	1.WE	€/kWh		0,0461	0,0461	0,0522	0,0522	0,0522	0,2580	0,0571	0,0571
		Hilfsenergie	€/kWh			0,258		0,258		0,258		0,258
	Jahresenergiekosten	1.WE	€/a		2.797	780	2.164	807	2.259	1.884	2.367	882
	notwendige Lagermenge	l bzw. t				8.000		-		-		-
	Zinskosten gelagerte Brennstoffe	€/a				54		-		-		-
	Grundpreis	€/a				0		144		144		156
	Kosten Hilfsenergie	€/a			178	72	114	66	117	0	114	66
	<b>Summe Heizung / TWE</b>	€/a			<b>3.028</b>	<b>851</b>	<b>2.422</b>	<b>872</b>	<b>2.519</b>	<b>1.884</b>	<b>2.637</b>	<b>948</b>
Stromvergütung + eingesparte Strombezugskosten	€/a											
Rückvergütung Energiesteuer	€/a											
<b>Summe</b>	€/a			<b>3.880</b>		<b>3.294</b>		<b>4.403</b>		<b>3.585</b>		
Investitionen	Wärmeerzeuger / Regelung	€		-	-	5.500	1.900	5.500	4.800	5.500	1.900	
	geringinvestive Maßnahmen	€			-		2.200		2.200		2.200	
	Schornstein / sonst. Baukosten	€			-	-	900		900		900	
	Hausanschluss	€			-	-	2.200		2.200		2.200	
	Brennstofflagerung	€			-	-			-		-	
	Gas- / Elektroinstallation	€			-	-	600	100	600	300	600	100
	<b>Summe Heizung / TWE</b>	€			<b>-</b>	<b>-</b>	<b>11.400</b>	<b>2.000</b>	<b>11.400</b>	<b>5.100</b>	<b>11.400</b>	<b>2.000</b>
<b>Summe Heizung + TWE</b>	€			<b>-</b>	<b>-</b>	<b>13.400</b>		<b>16.500</b>		<b>13.400</b>		
Kapitalgebundene Kosten	Wärmeerzeuger / Regelung	€/a		-	-	360	147	360	430	360	147	
	geringinvestive Maßnahmen	€/a			-		170		170		170	
	Schornstein / sonst. Baukosten	€/a			-	-	44		44		44	
	Hausanschluss	€/a			-	-	108		108		108	
	Brennstofflagerung	€/a			-	-			-		-	
	Gas- / Elektroinstallation	€/a			-	-	29	5	29	15	29	5
	<b>Summe Heizung / TWE</b>	€/a			<b>-</b>	<b>-</b>	<b>710</b>	<b>152</b>	<b>710</b>	<b>445</b>	<b>710</b>	<b>152</b>
<b>Summe Heizung + TWE</b>	€/a			<b>-</b>	<b>-</b>	<b>862</b>		<b>1.155</b>		<b>862</b>		
Betriebsgebundene Kosten	Wartung / Schornsteinfegergebühren	€/a			452		383		358		383	
	Heizkostenabrechnung	€/a			650		650		440		650	
	Versicherung	€/a			58		-		-		-	
	<b>Summe Heizung + TWE</b>	€/a			<b>1.159</b>		<b>1.033</b>		<b>798</b>		<b>1.033</b>	
<b>Jahresgesamtkosten</b>	<b>Summe Heizung / TWE</b>	€/a		<b>4.187</b>	<b>851</b>	<b>4.165</b>	<b>1.024</b>	<b>4.027</b>	<b>2.329</b>	<b>4.380</b>	<b>1.100</b>	
	<b>Summe Heizung + TWE</b>	€/a		<b>5.039</b>		<b>5.189</b>		<b>6.356</b>		<b>5.480</b>		
	<b>Kostenindex</b>	-		<b>100%</b>		<b>103%</b>		<b>126%</b>		<b>109%</b>		
CO <sub>2</sub> -Emissionen	Summe	kg CO <sub>2</sub> /a		24.727		12.063		13.059		11.243		
	CO <sub>2</sub> -Index	-		100%		49%		53%		45%		
CO <sub>2</sub> -Äquivalente	Summe	kg CO <sub>2</sub> Äq/a		24.986		13.211		14.134		12.493		
	CO <sub>2</sub> -Äquivalent Index	-		100%		53%		57%		50%		

## HKV Altbau 2017

6-FH_Teil_04 Erdgas		6-FH_Teil_05 Erdgas		6-FH_Teil_06 Erdgas		6-FH_Teil_07 Strom_WP		6-FH_Teil_08 Strom_WP		6-FH_Teil_09 Strom_WP		6-FH_Teil_10 Strom_WP		6-FH_Teil_11 Strom_WP	
Gas- BW- Gerät	solare TWE	Mini- KWK	Speicher	Sorpti- ons- Gas-WP	Speicher	Luft-WP	Speicher	Luft-WP JAZ=3,5	Speicher	Luft-WP	dez. elektr. TWE	Luft-WP JAZ=3,5	dez. elektr. TWE	Sole-WP (Boh- rung)	Spei- cher
Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE
61,6	10,9	61,6	10,9	61,6	10,9	61,6	10,9	61,6	10,9	61,6	10,9	61,6	10,9	61,6	10,9
37.272	6.595	37.272	6.595	37.272	6.595	37.272	6.595	37.272	6.595	37.272	6.595	37.272	6.595	37.272	6.595
64	21	65	22	63	22	63	22	63	22	66	12	66	12	63	22
84,34		60,18		73,43		54,90		45,65		64,46		57,77		44,09	
1,16		0,83		1,01		0,76		0,63		0,89		0,80		0,61	
C		C		B		A		A+		A+		A+		A+	
37.341	7.803	54.466	17.825	25.324	11.369	13.416	4.493	11.265	3.534	14.027	7.303	11.778	7.303	9.878	3.633
41.449	8.661	60.457	19.786	28.110	12.620	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
443	321	340	219	1.647	613	339	206	339	206	339	0	339	0	951	360
0,0522	0,0522	0,0518	0,0518	0,0522	0,0522	0,1854	0,1854	0,1854	0,1854	0,1854	0,2580	0,1854	0,2580	0,1854	0,1854
0,258		0,258		0,258		0,185		0,185		0,185		0,185		0,185	
2.164	452	3.132	1.025	1.467	659	2.487	833	2.089	655	2.601	1.884	2.184	1.884	1.831	674
-		-		-		-		-		-		-		-	
-		-		-		-		-		-		-		-	
144		161		144		73		73		73		73		73	
114	83	88	57	425	158	63	38	63	38	63	0	63	0	176	67
2.422	535	3.380	1.082	2.036	817	2.623	871	2.224	693	2.736	1.884	2.319	1.884	2.081	740
		-2.247													
		-374													
<b>2.957</b>		<b>1.841</b>		<b>2.853</b>		<b>3.494</b>		<b>2.918</b>		<b>4.621</b>		<b>4.204</b>		<b>2.821</b>	
5.500	11.000	32.400	0	29.700	2.800	26.500	4.000	29.900	4.000	26.100	4.800	26.400	4.800	25.000	4.000
2.200		2.200		2.200		2.200		2.200		2.200		2.200		2.200	
900		1.700		-		-		-		-		-		27.600	
2.200		2.200		2.200		-		-		-		-		-	
-		-		-		-		-		-		-		-	
600	400	1.400	100	1.000	100	400	100	400	100	400	300	400	300	400	100
11.400	11.400	39.900	100	35.100	2.900	29.100	4.100	32.500	4.100	28.700	5.100	29.000	5.100	55.200	4.100
<b>22.800</b>		<b>40.000</b>		<b>38.000</b>		<b>33.200</b>		<b>36.600</b>		<b>33.800</b>		<b>34.100</b>		<b>59.300</b>	
360	822	4.261	0	2.482	216	2.076	309	2.357	309	2.043	430	2.068	430	1.822	309
170		170		170		170		170		170		170		170	
44		83		-		-		-		-		-		1.349	
108		108		108		-		-		-		-		-	
-		-		-		-		-		-		-		-	
29	20	68	5	49	5	20	5	20	5	20	15	20	15	20	5
710	841	4.689	5	2.808	221	2.265	314	2.547	314	2.232	445	2.257	445	3.360	314
<b>1.552</b>		<b>4.694</b>		<b>3.029</b>		<b>2.579</b>		<b>2.860</b>		<b>2.677</b>		<b>2.702</b>		<b>3.674</b>	
418		938		443		325		325		300		300		350	
650		650		650		650		650		440		440		650	
-		-		-		-		-		-		-		-	
<b>1.068</b>		<b>1.588</b>		<b>1.093</b>		<b>975</b>		<b>975</b>		<b>740</b>		<b>740</b>		<b>1.000</b>	
4.200	1.376	7.036	1.086	5.937	1.038	5.864	1.185	5.746	1.007	5.709	2.329	5.317	2.329	6.441	1.054
<b>5.576</b>		<b>8.122</b>		<b>6.975</b>		<b>7.049</b>		<b>6.753</b>		<b>8.038</b>		<b>7.646</b>		<b>7.495</b>	
<b>111%</b>		<b>161%</b>		<b>138%</b>		<b>140%</b>		<b>134%</b>		<b>160%</b>		<b>152%</b>		<b>149%</b>	
10.704		4.204		9.582		9.928		8.255		11.658		10.448		7.974	
43%		17%		39%		40%		33%		47%		42%		32%	
11.718		5.155		10.452		10.445		8.685		12.265		10.992		8.389	
47%		21%		42%		42%		35%		49%		44%		34%	

6-FH		Teilsanierung		HKV Altbau 2017							
alle Beträge enthalten die jeweils gültige Mehrwertsteuer 19% (7% bei Holzpellets) 2017  Heizlast 24,3 kW Nutzfläche A <sub>N</sub> 605,1 m <sup>2</sup> Wohnfläche 500,0 m <sup>2</sup>				6-FH_Teil_12		6-FH_Teil_13		6-FH_Teil_14		6-FH_Teil_15	
				Heizöl_schwefelarm		Heizöl-Bioöl 10%		Pellets		Nah-/Fernwärme	
				Öl-BW-Gerät	Speicher	Öl-BW-Gerät	Speicher	Pellet-kessel	Speicher	Nah-/Fernwärme	zentrale Frischwasserstation
				Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE
spez. Nutzenergiebedarf (Bezug: A <sub>N</sub> )		kWh/m <sup>2</sup> a		61,6	10,9	61,6	10,9	61,6	10,9	61,6	10,9
Nutzenergiebedarf		kWh/a		37.272	6.595	37.272	6.595	37.272	6.595	37.272	6.595
spez. Wärmeenergiebedarf (Bezug: A <sub>N</sub> )		kWh/m <sup>2</sup> a		64	22	64	22	64	22	64	22
spez. Primärenergiebedarf (Bezug: A <sub>N</sub> )		kWh/m <sup>2</sup> a		95,27		90,19		23,59		65,20	
primärenergetische Anlagenaufwandszahl		-		1,31		1,24		0,33		0,90	
Energieeffizienzklasse Endenergiebedarf		-		C		C		D		C	
Jahresendenergiebedarf		1.WE kWh (Hi)		37.341	13.922	37.341	13.922	45.150	15.258	39.401	15.203
		1.WE kWh (Hs)		39.581	14.757	39.581	14.757	-	-	-	-
Hilfsenergiebedarf		kWh		443	255	443	255	1.015	202	233	449
Arbeitspreis		1.WE €/kWh		0,0466	0,0466	0,0536	0,0536	0,0459	0,0459	0,0656	0,0656
		Hilfsenergie €/kWh		0,258		0,258		0,258		0,258	
Jahresenergiekosten		1.WE €/a		1.740	649	2.001	746	2.072	700	2.585	997
notwendige Lagermenge		l bzw. t		6.000		6.000		13		-	
Zinskosten gelagerte Brennstoffe		€/a		36		41		42		-	
Grundpreis		€/a		0		0		0		1.090	
Kosten Hilfsenergie		€/a		114	66	114	66	262	52	60	116
Summe Heizung / TWE		€/a		1.890	715	2.157	812	2.376	752	3.735	1.113
Stromvergütung + eingesparte Strombezugskosten		€/a									
Rückvergütung Energiesteuer		€/a									
<b>Summe</b>		<b>€/a</b>		<b>2.605</b>		<b>2.969</b>		<b>3.128</b>		<b>4.848</b>	
Investitionen		Wärmeerzeuger / Regelung	€	6.700	1.900	6.700	1.900	14.600	2.800	5.400	3.100
		geringinvestive Maßnahmen	€	2.200		2.200		2.200		2.200	
		Schornstein / sonst. Baukosten	€	900		900		1.500		-	
		Hausanschluss	€	-		-		-		3.600	
		Brennstofflagerung	€	-		-		4.700		-	
		Gas- / Elektroinstallation	€	500	100	500	100	500	100	500	100
		Summe Heizung / TWE	€	10.300	2.000	10.300	2.000	23.500	2.900	11.700	3.200
<b>Summe Heizung + TWE</b>		<b>€</b>	<b>12.300</b>		<b>12.300</b>		<b>26.400</b>		<b>14.900</b>		
Kapitalgebundene Kosten		Wärmeerzeuger / Regelung	€/a	553	147	553	147	1.502	216	349	270
		geringinvestive Maßnahmen	€/a	170		170		170		170	
		Schornstein / sonst. Baukosten	€/a	44		44		73		-	
		Hausanschluss	€/a	-		-		-		176	
		Brennstofflagerung	€/a	-		-		457		-	
		Gas- / Elektroinstallation	€/a	24	5	24	5	24	5	24	5
		Summe Heizung / TWE	€/a	791	152	791	152	2.226	221	719	275
<b>Summe Heizung + TWE</b>		<b>€/a</b>	<b>942</b>		<b>942</b>		<b>2.447</b>		<b>994</b>		
Betriebsgebundene Kosten		Wartung / Schornsteinfegergebühren	€/a	416		416		592		290	
		Heizkostenabrechnung	€/a	650		650		650		650	
		Versicherung	€/a	49		49		-		-	
		Summe Heizung + TWE	€/a	1.115		1.115		1.242		940	
<b>Summe Heizung / TWE</b>		<b>€/a</b>	<b>3.796</b>	<b>866</b>	<b>4.063</b>	<b>964</b>	<b>5.844</b>	<b>974</b>	<b>5.394</b>	<b>1.388</b>	
<b>Summe Heizung + TWE</b>		<b>€/a</b>	<b>4.662</b>		<b>5.027</b>		<b>6.817</b>		<b>6.782</b>		
<b>Kostenindex</b>		<b>-</b>	<b>93%</b>		<b>100%</b>		<b>135%</b>		<b>135%</b>		
CO <sub>2</sub> -Emissionen		Summe (*AGFW-Wert / **Gemis-Wert)	kgCO <sub>2</sub> /a	16.370		15.498		1.984		8.994*	13.363**
		CO <sub>2</sub> -Index	-	66%		63%		8%		36% 54%	
CO <sub>2</sub> -Äquivalente		Summe (*AGFW-Wert / **Gemis-Wert)	kgCO <sub>2</sub> Äq/a	16.543		15.671		2.199		9.630*	14.310**
		CO <sub>2</sub> -Äquivalent Index	-	66%		63%		9%		39% 57%	

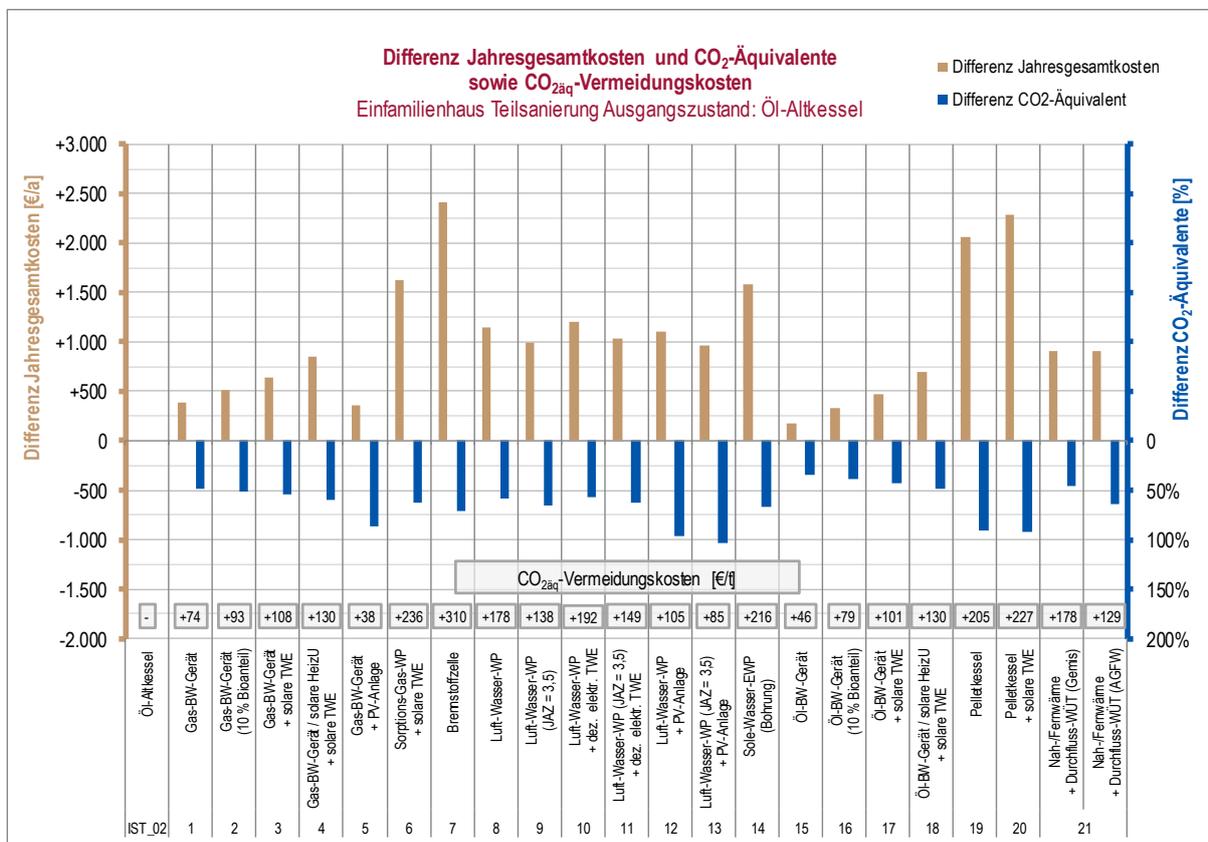
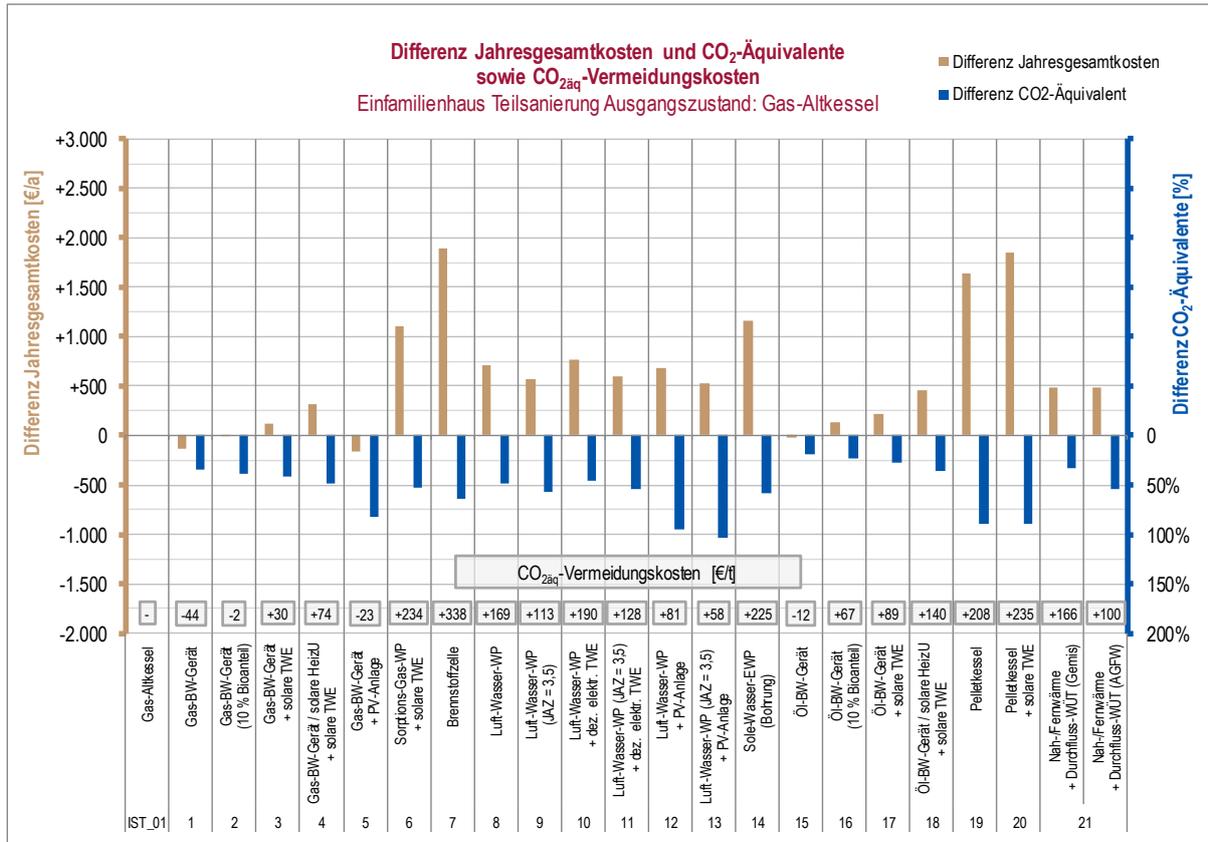
#### **4.5. Vermeidungskosten Treibhausgasemissionen**

Vermeidungskosten geben die Mehr- bzw. Minderkosten an, welche sich durch den Einsatz einer Technologie mit geringerer Treibhausgasintensität gegenüber dem vorhandenen Stand (Referenzfall) ergeben. Für die richtige Interpretation der Ergebnisse ist eine gleichzeitige Betrachtung der vermiedenen Treibhausgasemissionen (in t) und der Differenz der Jahresgesamtkosten (in €) erforderlich.

Weitere Erläuterungen enthält Abschnitt 2.4.

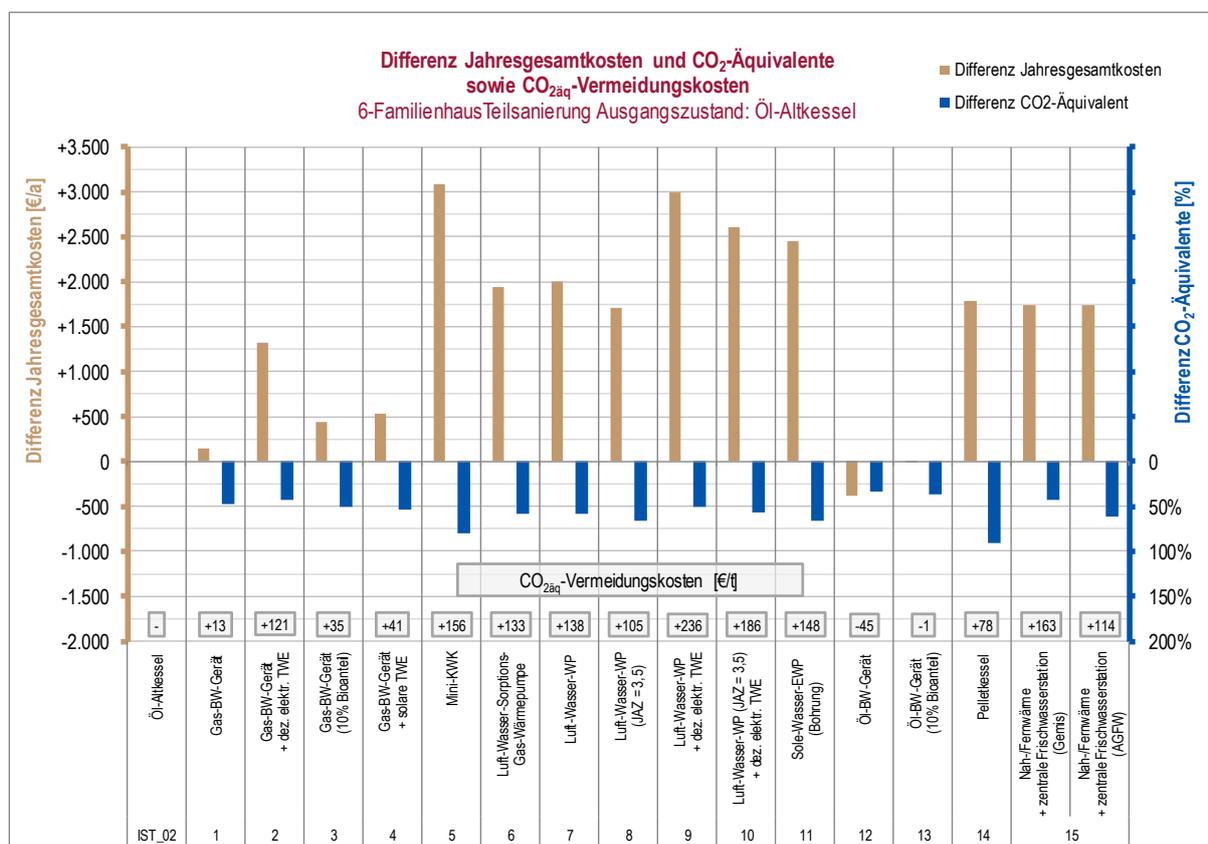
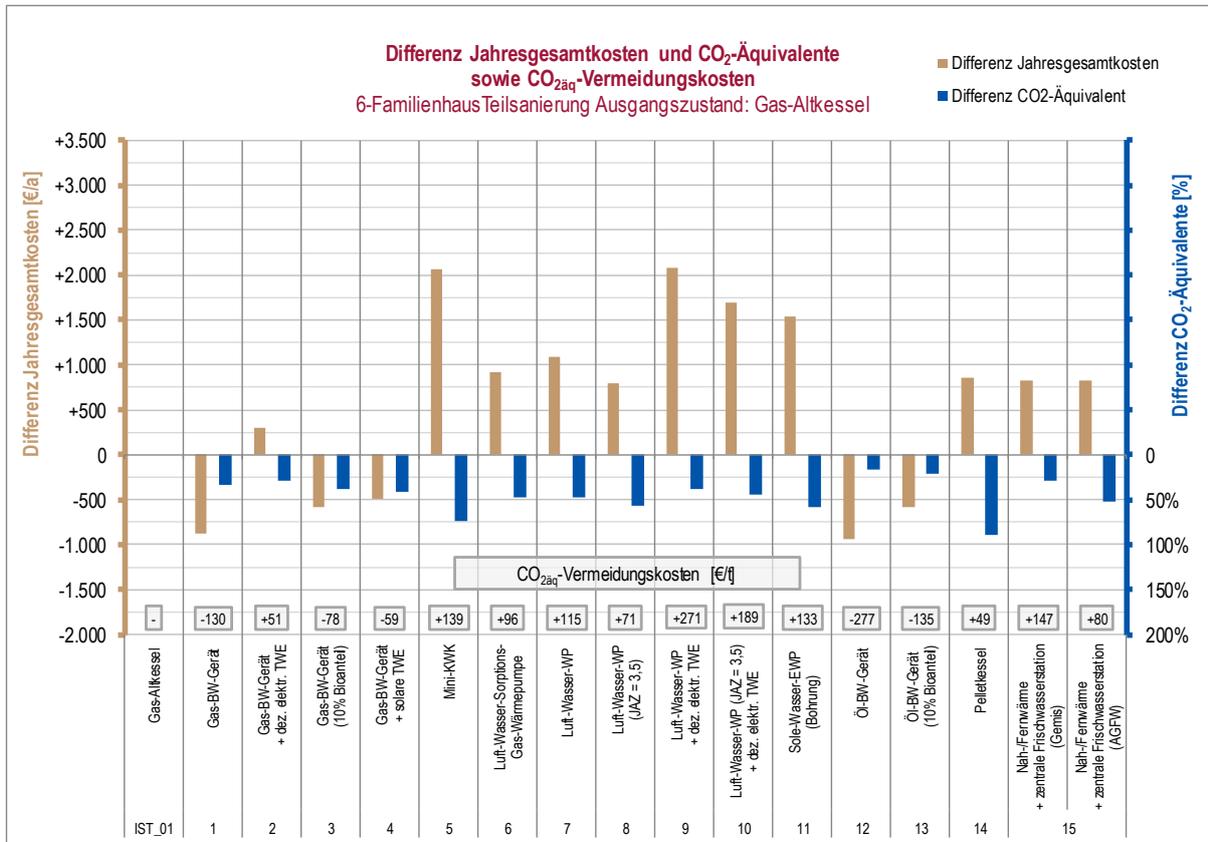
EFH	Ausgangszustand: Gas-Altessel	Mehr-/	Einsparung	CO <sub>2</sub> -	Einsparung	CO <sub>2</sub> äq-
		Minderkosten	CO <sub>2</sub>	Vermeidungs-	CO <sub>2</sub> -Äquivalent	Vermeidungs-
		€/a	tCO <sub>2</sub>	€/tCO <sub>2</sub>	tCO <sub>2</sub> äq	€/tCO <sub>2</sub> äq
IST_01	Gas-Altessel	-	-	-	-	-
01	Gas-BW-Gerät	-135	-2,8	-48	-3,1	-44
02	Gas-BW-Gerät (10 % Bioanteil)	-7	-3,2	-2	-3,4	-2
03	Gas-BW-Gerät + solare TWE	113	-3,4	33	-3,7	30
04	Gas-BW-Gerät / solare HeizU + solare TWE	322	-3,9	82	-4,3	74
05	Gas-BW-Gerät + PV-Anlage	-169	-6,8	-25	-7,3	-23
06	Sorptions-Gas-WP + solare TWE	1.103	-4,3	257	-4,7	234
07	Brennstoffzelle	1.889	-5,3	358	-5,6	338
08	Luft-Wasser-Wärmepumpe	713	-3,7	193	-4,2	169
09	Luft-Wasser-WP (JAZ = 3,5)	566	-4,4	128	-5,0	113
10	Luft-Wasser-WP + dez. elektr. TWE	772	-3,5	219	-4,1	190
11	Luft-Wasser-WP (JAZ = 3,5) + dez. elektr. TWE	603	-4,2	145	-4,7	128
12	Luft-Wasser-WP + PV-Anlage	680	-7,7	89	-8,4	81
13	Luft-Wasser-WP (JAZ = 3,5) + PV-Anlage	532	-8,4	64	-9,2	58
14	Sole-Wasser-EWP (Bohrung)	1.160	-4,6	254	-5,2	225
15	Öl-BW-Gerät	-20	-1,0	-20	-1,7	-12
16	Öl-BW-Gerät (10 % Bioanteil)	137	-1,4	101	-2,0	67
17	Öl-BW-Gerät + solare TWE	220	-1,8	124	-2,5	89
18	Öl-BW-Gerät / solare HeizU + solare TWE	450	-2,5	178	-3,2	140
19	Pelletkessel	1.633	-7,2	228	-7,8	208
20	Pelletkessel + solare TWE	1.855	-7,2	257	-7,9	235
21	Nah-/Fernwärme + Durchfluss-WÜT (Gemis)	480	-2,5	190	-2,9	166
	Nah-/Fernwärme + Durchfluss-WÜT (AGFW)	480	-4,3	111	-4,8	100

EFH	Ausgangszustand: Öl-Altessel	Mehr-/	Einsparung	CO <sub>2</sub> -	Einsparung	CO <sub>2</sub> äq-
		Minderkosten	CO <sub>2</sub>	Vermeidungs-	CO <sub>2</sub> -Äquivalent	Vermeidungs-
		€/a	tCO <sub>2</sub>	€/tCO <sub>2</sub>	tCO <sub>2</sub> äq	€/tCO <sub>2</sub> äq
IST_02	Öl-Altessel	-	-	-	-	-
01	Gas-BW-Gerät	390	-5,7	69	-5,3	74
02	Gas-BW-Gerät (10 % Bioanteil)	518	-6,0	86	-5,6	93
03	Gas-BW-Gerät + solare TWE	638	-6,2	102	-5,9	108
04	Gas-BW-Gerät / solare HeizU + solare TWE	847	-6,8	125	-6,5	130
05	Gas-BW-Gerät + PV-Anlage	357	-9,6	37	-9,5	38
06	Sorptions-Gas-WP + solare TWE	1.628	-7,1	229	-6,9	236
07	Brennstoffzelle	2.414	-8,1	298	-7,8	310
08	Luft-Wasser-Wärmepumpe	1.141	-6,5	175	-6,4	178
09	Luft-Wasser-WP (JAZ = 3,5)	993	-7,2	137	-7,2	138
10	Luft-Wasser-WP + dez. elektr. TWE	1.200	-6,4	188	-6,3	192
11	Luft-Wasser-WP (JAZ = 3,5) + dez. elektr. TWE	1.031	-7,0	147	-6,9	149
12	Luft-Wasser-WP + PV-Anlage	1.107	-10,5	106	-10,6	105
13	Luft-Wasser-WP (JAZ = 3,5) + PV-Anlage	960	-11,2	86	-11,3	85
14	Sole-Wasser-EWP (Bohrung)	1.587	-7,4	214	-7,3	216
15	Öl-BW-Gerät	178	-3,8	47	-3,9	46
16	Öl-BW-Gerät (10 % Bioanteil)	336	-4,2	80	-4,2	79
17	Öl-BW-Gerät + solare TWE	472	-4,6	102	-4,7	101
18	Öl-BW-Gerät / solare HeizU + solare TWE	702	-5,4	131	-5,4	130
19	Pelletkessel	2.060	-10,0	206	-10,0	205
20	Pelletkessel + solare TWE	2.282	-10,0	227	-10,1	227
21	Nah-/Fernwärme + Durchfluss-WÜT (Gemis)	908	-5,4	169	-5,1	178
	Nah-/Fernwärme + Durchfluss-WÜT (AGFW)	908	-7,2	127	-7,0	129



6-FH	Ausgangszustand: Gas-Altessel	Mehr-/ Minderkosten €/a	Einsparung CO <sub>2</sub> tCO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub> - Vermeidungs- kosten €/tCO <sub>2</sub>	Einsparung CO <sub>2</sub> -Äquivalent tCO <sub>2</sub> Äq	CO <sub>2</sub> Äq- Vermeidungs- kosten €/tCO <sub>2</sub> Äq
IST_01	Gas-Altessel	-	-	-	-	-
01	Gas-BW-Gerät	-872	-6,1	-142	-6,7	-130
02	Gas-BW-Gerät + dez. elektr. TWE	295	-5,1	57	-5,8	51
03	Gas-BW-Gerät (10% Bioanteil)	-582	-7,0	-83	-7,5	-78
04	Gas-BW-Gerät + solare TWE	-485	-7,5	-65	-8,2	-59
05	Mini-KWK	2.061	-14,0	147	-14,8	139
06	Luft-Wasser-Sorptions-Gas-WP	914	-8,6	106	-9,5	96
07	Luft-Wasser-WP	1.095	-8,3	132	-9,5	115
08	Luft-Wasser-WP (JAZ = 3,5)	799	-10,0	80	-11,3	71
09	Luft-Wasser-WP + dez. elektr. TWE	2.084	-6,6	318	-7,7	271
10	Luft-Wasser-WP (JAZ = 3,5) + dez. elektr. TWE	1.692	-7,8	218	-9,0	189
11	Sole-Wasser-WP (Bohrung)	1.541	-10,2	151	-11,6	133
12	Öl-BW-Gerät	-941	-1,8	-511	-3,4	-277
13	Öl-BW-Gerät (10% Bioanteil)	-577	-2,7	-213	-4,3	-135
14	Pelletkessel	864	-16,2	53	-17,7	49
15	Nah-/Fernwärme + zentrale Frischwasserstation (Gemis)	829	-4,8	171	-5,6	147
	Nah-/Fernwärme + zentrale Frischwasserstation (AGFW)	829	-9,2	90	-10,3	80

6-FH	Ausgangszustand: Öl-Altessel	Mehr-/ Minderkosten €/a	Einsparung CO <sub>2</sub> tCO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub> - Vermeidungs- kosten €/tCO <sub>2</sub>	Einsparung CO <sub>2</sub> -Äquivalent tCO <sub>2</sub> Äq	CO <sub>2</sub> Äq- Vermeidungs- kosten €/tCO <sub>2</sub> Äq
IST_02	Öl-Altessel	-	-	-	-	-
01	Gas-BW-Gerät	150	-12,7	12	-11,8	13
02	Gas-BW-Gerät + dez. elektr. TWE	1.317	-11,7	113	-10,9	121
03	Gas-BW-Gerät (10% Bioanteil)	441	-13,5	33	-12,5	35
04	Gas-BW-Gerät + solare TWE	537	-14,0	38	-13,3	41
05	Mini-KWK	3.084	-20,5	150	-19,8	156
06	Luft-Wasser-Sorptions-Gas-WP	1.937	-15,1	128	-14,5	133
07	Luft-Wasser-WP	2.010	-14,8	136	-14,5	138
08	Luft-Wasser-WP (JAZ = 3,5)	1.714	-16,5	104	-16,3	105
09	Luft-Wasser-WP + dez. elektr. TWE	2.999	-13,1	229	-12,7	236
10	Luft-Wasser-WP (JAZ = 3,5) + dez. elektr. TWE	2.607	-14,3	183	-14,0	186
11	Sole-Wasser-WP (Bohrung)	2.456	-16,8	147	-16,6	148
12	Öl-BW-Gerät	-376	-8,4	-45	-8,4	-45
13	Öl-BW-Gerät (10% Bioanteil)	-12	-9,2	-1	-9,3	-1
14	Pelletkessel	1.779	-22,7	78	-22,8	78
15	Nah-/Fernwärme + zentrale Frischwasserstation (Gemis)	1.744	-11,4	153	-10,7	163
	Nah-/Fernwärme + zentrale Frischwasserstation (AGFW)	1.744	-15,7	111	-15,4	114



## 5 Zusammenfassung

Der BDEW-Heizkostenvergleich bietet eine Kostenübersicht über verschiedene Systeme zur Heizung und Warmwasserbereitung in anlagentechnisch zu sanierenden Bestandsgebäuden. Bei allen Anlagenvarianten wird von einem einheitlichen baulichen Wärmeschutz der Gebäudehülle ausgegangen, welchen etwa 20 bis 25 Jahre alte Gebäude bzw. wärmeschutztechnisch teilsanierte ältere Gebäude aufweisen.

Bei der Erneuerung der Heizung und Warmwasserbereitung werden zwei unterschiedliche Fälle betrachtet (vgl. auch Abschnitt 1):

- Bei der Komplettsanierung ist eine vollständig neue Heizung und Warmwasserbereitung zu installieren.
- Bei der Teilsanierung ist ein bereits vorhandenes zentrales Heizungssystem durch eine energieeffizientere Wärmeerzeugungsanlage zu ersetzen. Der jährliche Verbrauch mit einem vorhandenen Gas- bzw. Öl-Altessel beträgt im Einfamilienhaus vor der Sanierung 37.500 kWh<sub>Hs</sub> (bzw. ca. 3.300 l Heizöl) und im 6-Familienhaus 86.000 kWh<sub>Hs</sub> (bzw. ca. 7.700 l Heizöl).

Die Auswahl der Systemkombinationen erfolgt unter Berücksichtigung der aktuellen Marktsituation. Dabei werden auch Systemvarianten betrachtet, die die Anforderungen zur anteiligen Nutzung von Erneuerbaren Energien gemäß der Regelungen in Baden-Württemberg erfüllen.

Unter Berücksichtigung des aktuellen Preisniveaus bei den Energiekosten und Investitionen ergeben sich nachfolgende Ergebnisse.

### **Komplettsanierung**

#### Einfamilienhaus

Beim Einbau einer komplett neuen Heizungsanlage mit Erstellung der ggf. erforderlichen Hausanschlüsse bzw. Brennstofflager ist der Einsatz von Gas-Brennwertgeräten auch in Verbindung mit PV-Anlagen die wirtschaftlichste Lösung. Die sich ergebenden Jahresgesamtkosten bei einer Sanierung mit einem Öl-Brennwertgerät liegen geringfügig über denen der Wärmeversorgungsvariante mit einem Gas-Brennwertgerät. Erfolgt ein Betrieb der Brennwertgeräte mit einem 10 %-igen Bioanteil, sind die Jahresgesamtkosten um etwa 5 Prozentpunkte höher.

Bei den Varianten mit Luft-Wasser-Wärmepumpen ergeben sich auf Grund höherer Investitionen beim Wärmeerzeuger und bei den Heizflächen um etwa ein Viertel höhere Jahresgesamtkosten. Dabei erzielen effizientere Wärmepumpen, welche eine hohe Jahresarbeitszahl (JAZ = 3,5) aufweisen, trotz höherer Investitionskosten niedrigere Jahresgesamtkosten als kostengünstigere aber ineffizientere Wärmepumpen.

Der Einbau von Sorptions-Gas-Wärmepumpen, Brennstoffzellen, Sole-Wärmepumpen oder Pelletkesseln erfordert hohe Investitionen. Trotz zum Teil günstiger Energiekosten liegen demzufolge die Jahresgesamtkosten deutlich über denen des Vergleichssystems.

Die Berechnungen erfolgen bei allen Anlagenvarianten ohne Berücksichtigung von bundesweiten Förderungen, wie beispielsweise von Marktanzreiz- oder KfW-Programmen.

Berücksichtigt wird hingegen die Vergütung des mit PV- bzw. KWK-Anlagen erzeugten Stromes nach Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG [8] bzw. KWK-Gesetz [9]. Zudem wird die Rückerstattung der Energiesteuer bei KWK-Anlagen gutgeschrieben. Die aktuell hohen Fördersätze für innovative Technologien, insbesondere für Gas-Sorptionswärmepumpen und für Brennstoffzellen, können die Wirtschaftlichkeit gegenüber dem Vergleichssystem verbessern.

Die sich ergebenden Jahresgesamtkosten beim Anschluss an ein Nah-/Fernwärmenetz sind stark von den Energiepreisen abhängig. Unter aktuellen Bedingungen liegt die Wärmeversorgung durch ein Nah-/Fernwärmenetz gesamtkostenseitig etwa 19 Prozentpunkte über dem Vergleichssystem.

### 6-Familienhaus

Der Einbau eines Öl-Brennwert-Gerätes verursacht unter Berücksichtigung der aktuellen Energiepreise geringfügig niedrigere Jahresgesamtkosten als die der Vergleichsvariante Gas-Brennwert-Gerät. Die Varianten Gas-/Öl-Brennwert in Verbindung mit Solarthermie oder mit einem 10 %-igen Bioanteil liegen auf einem ähnlich niedrigen Niveau. Bei Gas-Sorptions-Wärmepumpen und Elektro-Wärmepumpen übersteigen die Jahresgesamtkosten trotz niedriger Energiekosten deutlich die des Vergleichssystems.

### **Teilsanierung**

Geht man davon aus, dass bereits eine zentrale Heizungsanlage mit Gas- oder Öl-Altessel vorhanden ist, können bei der Sanierung ggf. Anlagenkomponenten weitergenutzt werden. Dies betrifft insbesondere den Gas-Hausanschluss bzw. die Öltankanlage sowie die vorhandenen Heizflächen und Rohrleitungen. Entsprechend dem im Ausgangszustand genutzten Energieträger und der zu betrachtenden Sanierungsvariante ergeben sich unterschiedliche Aussagen.

### Ausgangszustand Gas-Altessel

Einfamilienhaus: Der Austausch eines Gas-Altessels gegen einen neuen Gas-Brennwertkessel ggf. in Verbindung mit einer PV-Anlage ist eine wirtschaftliche Sanierungsvariante. Die Jahresgesamtkosten liegen 5 Prozentpunkte bzw. 7 Prozentpunkte unter denen des Altessels. Mit dem Einsatz eines Öl-Brennwertkessels mit neuer Öltankanlage werden unter Berücksichtigung der aktuellen Energiepreise vergleichbare Jahresgesamtkosten erzielt wie mit einem Gas-Altessel.

6-Familienhaus: Auf Grund des höheren Verbrauchsanteils liegen die Jahresgesamtkosten bei einem neuen Gas-/Öl-Brennwertgerät, auch in Verbindung mit einem 10 %-igen Bioanteil oder bei Solarthermienutzung, deutlich unter denen des Gas-Altessels.

### Ausgangszustand Öl-Altessel

Einfamilienhaus: Beim aktuellen Energiepreisniveau ergeben sich beim Einsatz eines neuen Öl-Brennwertgerätes höhere Jahresgesamtkosten als beim Weiterbetrieb des Öl-Altessels. Eine Umrüstung auf ein Gas-Brennwertgerät erfordert zusätzlich die Erstellung eines neuen Gas-Hausanschlusses. Die sich ergebenden Jahresgesamtkosten steigen.

6-Familienhaus: Durch den Ersatz des Öl-Altessels durch einen Öl-Brennwertkessel erhält man niedrigere Jahresgesamtkosten. In Verbindung mit einem 10 %-igen Bioanteil führt dies

zu Kostenneutralität. Auch beim Wechsel des Energieträgers mit Einbau eines Gas-Brennwertkessels werden ähnliche Jahresgesamtkosten erzielt, wie beim vorhandenen Öl-Altessel.

Beim Einsatz von Gas- oder Elektro-Wärmepumpen, Mini-KWK-Systemen, Pelletkesseln oder Fernwärmestationen ergeben sich auf Grund der hohen Investitionen ähnliche Verhältnisse wie bei der Komplettsanierung.

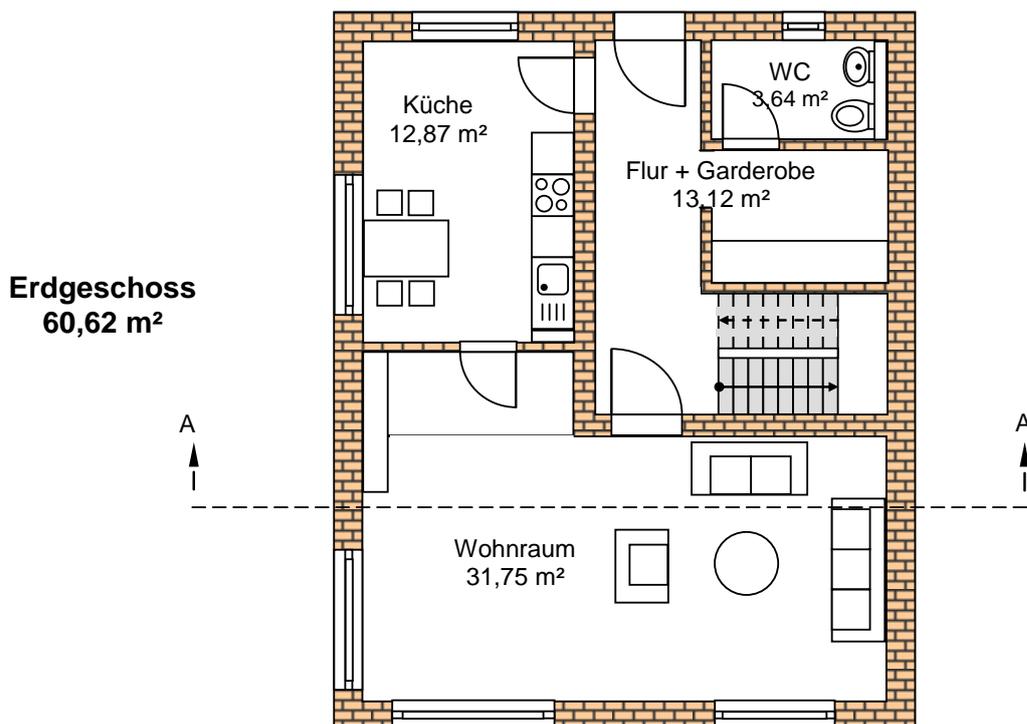
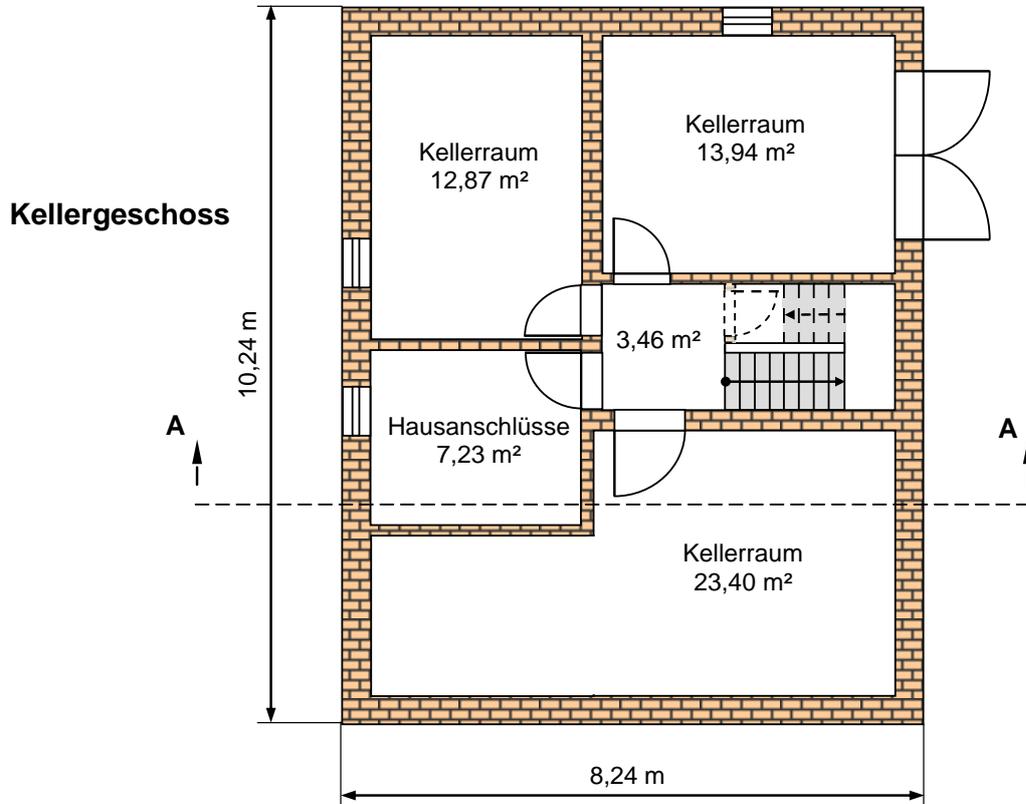
## 6 Anhang

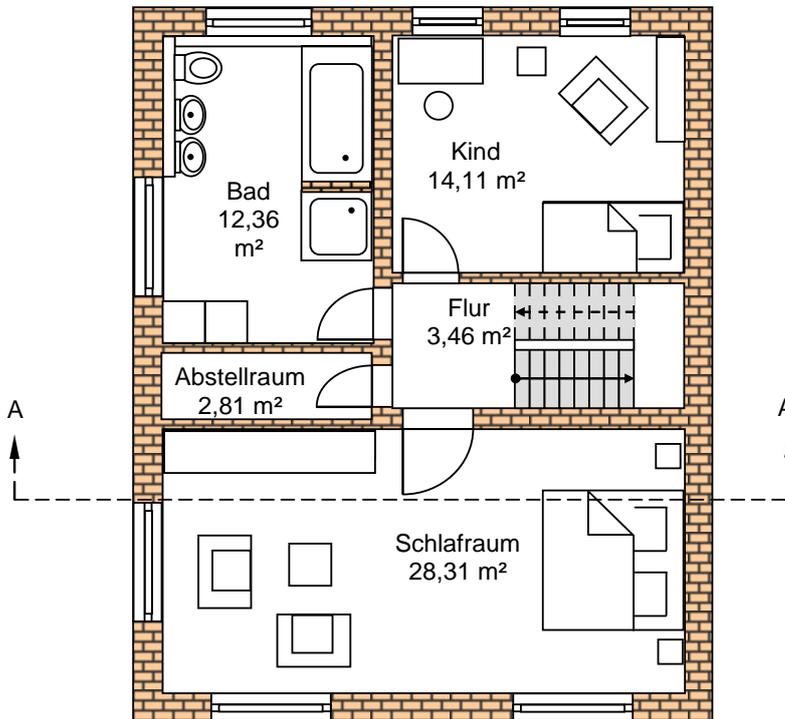
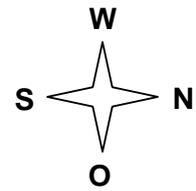
### 6.1. Gebäudegrundrisse und Schnitte

Für die Berechnungen nach DIN V 4108-6 und DIN V 4701-10 ist die Nutzfläche eines Gebäudes maßgebend. Für die betrachteten Gebäude sind in der folgenden Tabelle die Nutzfläche, das A/V-Verhältnis und die Wohnfläche aufgeführt.

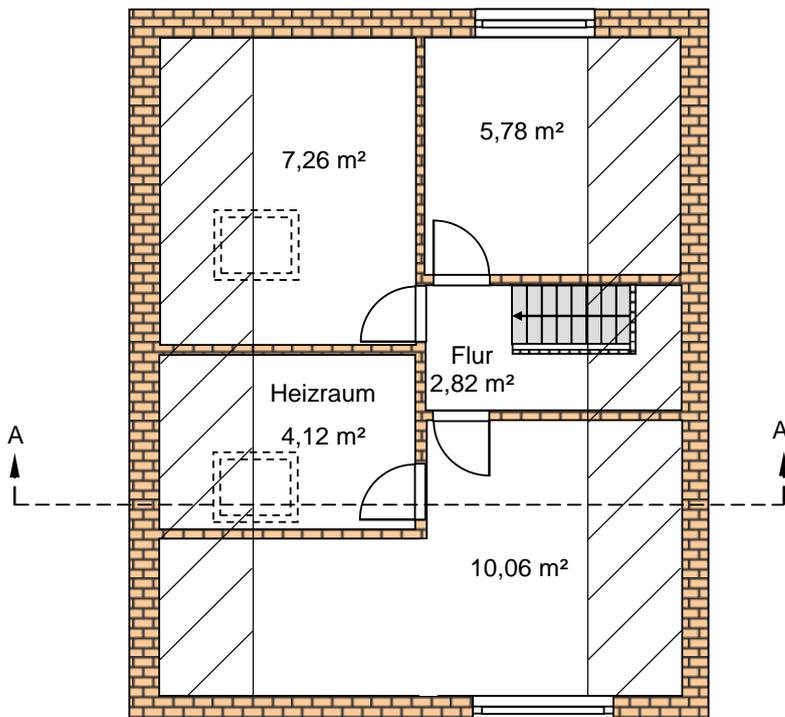
	Nutzfläche nach EnEV	A/V-Verhältnis	Wohnfläche
EFH	209 m <sup>2</sup>	0,68 1/m	ca. 150 m <sup>2</sup>
6-FH	605 m <sup>2</sup>	0,52 1/m	ca. 500 m <sup>2</sup>

**Einfamilienhaus**





**Obergeschoss**  
61,05 m<sup>2</sup>

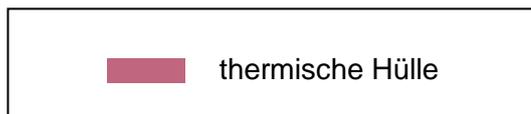
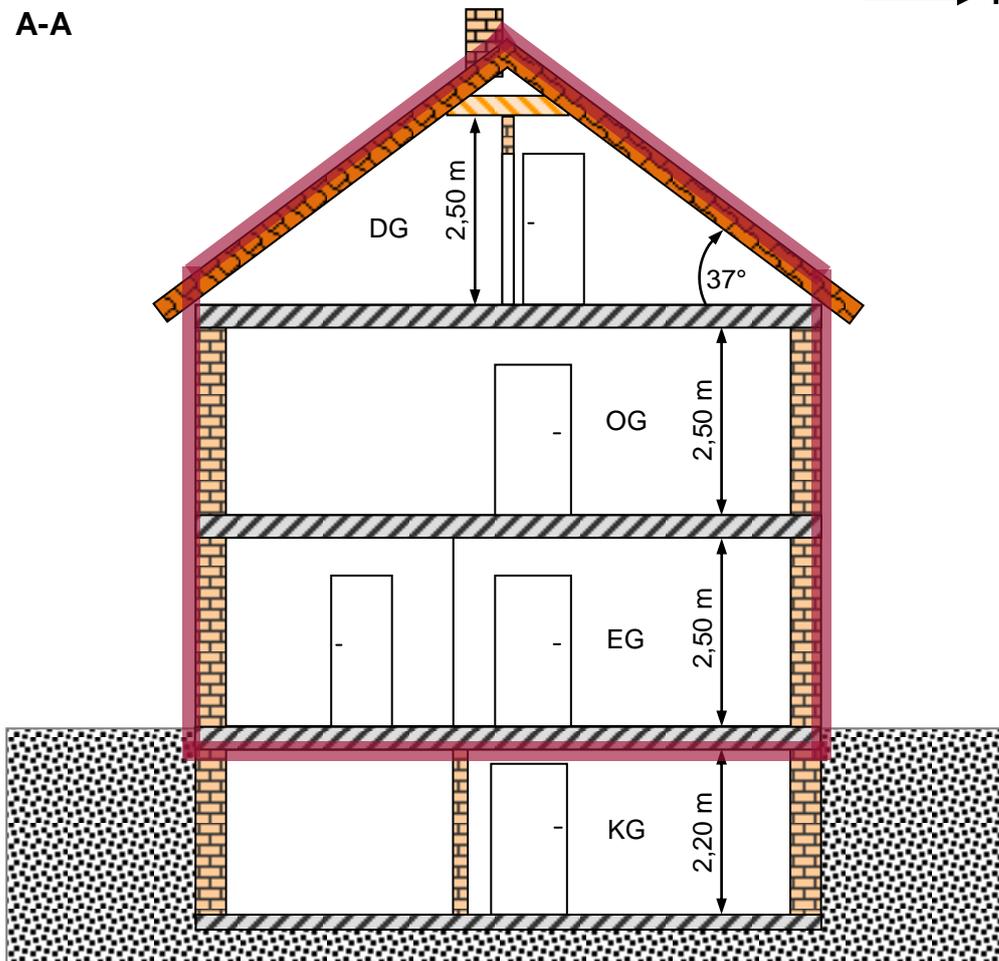


**Dachgeschoss**  
30,04 m<sup>2</sup>

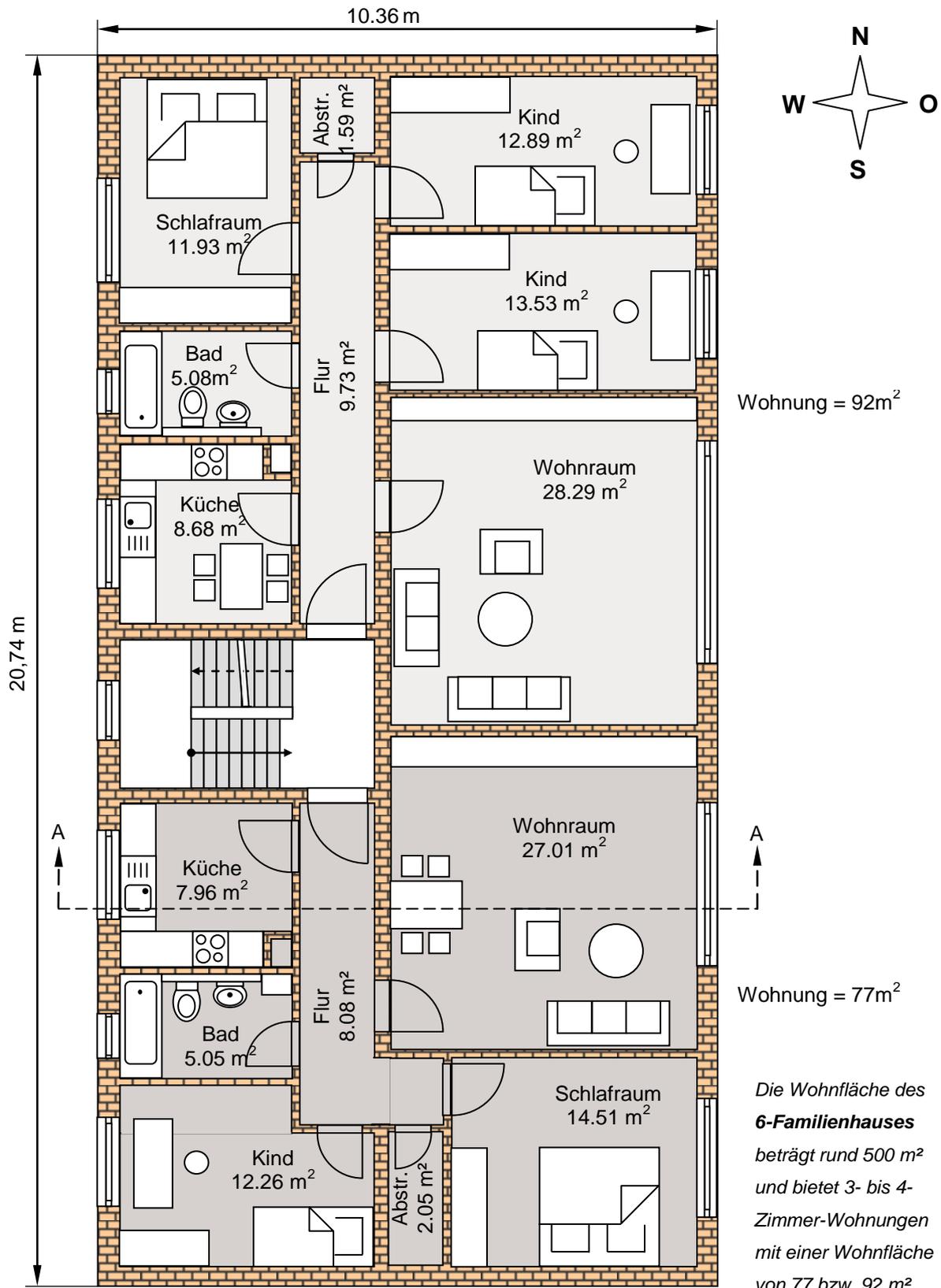
Die Wohnfläche des freistehenden **Einfamilienhauses** beträgt rund 150 m<sup>2</sup>. (Erdgeschoss rd. 60 m<sup>2</sup>, Obergeschoss rd. 61 m<sup>2</sup>; Wohnbereich Dachgeschoss rd. 30 m<sup>2</sup>)



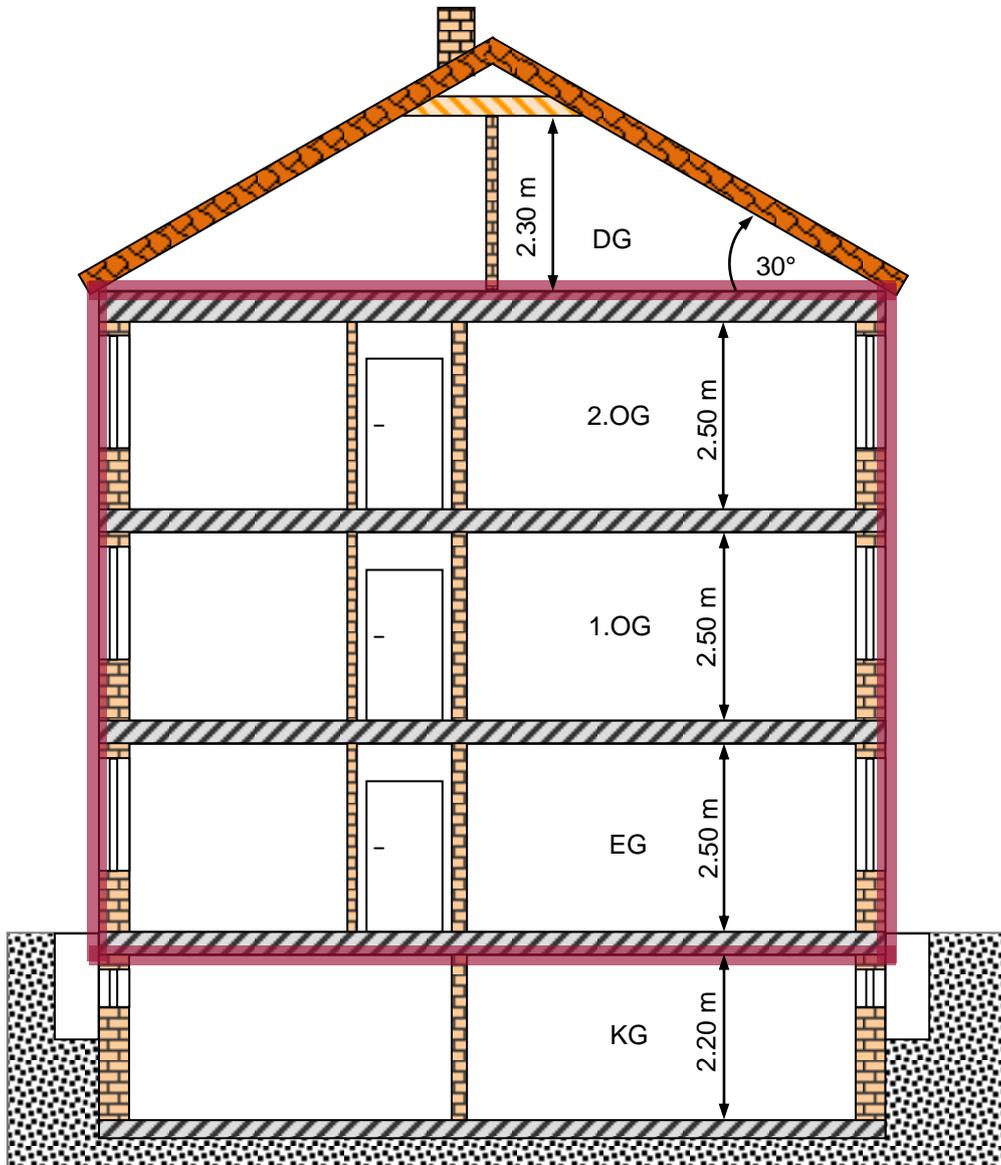
A-A



## 6-Familienhaus



A-A



## 6.2. Beschreibung baulicher Wärmeschutz

Der bauliche Wärmeschutz der Gebäude entspricht etwa einem 20 bis 25 Jahre alten Gebäude bzw. einem älteren Gebäude mit nachträglich verbessertem baulichem Wärmeschutz.

	Einfamilienhaus	6-Familienhaus	Beispielkonstruktion
Außenwand	0,50 W/m <sup>2</sup> K		Massivwand aus Leichthochlochziegeln, ggf. mit Wärmedämmputz
Fenster	1,30 W/m <sup>2</sup> K		2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung
Dach	0,30 W/m <sup>2</sup> K	-	Dach mäßig gedämmt
oberste Geschossdecke	-	0,24 W/m <sup>2</sup> K	oberste Geschossdecke mit Dämmung
Kellerdecke	0,37 W/m <sup>2</sup> K		Kellerdecke mit Dämmung

## 6.3. Ausgangszustand Teilsanierung

Bei der Betrachtung einer Teilsanierung der Gebäude wird von zwei verschiedenen anlagenseitigen Ausgangszuständen ausgegangen, welche sich nur im verwendeten Energieträger (Heizöl, Erdgas) unterscheiden. Die Beschreibung dieser im Detail und die sich daraus für die Sanierung ergebenden Randbedingungen sind nachfolgend angegeben.

	IST1: Gas-Altessel	IST2: Öl-Altessel
Anlagentechnischer Ausgangszustand	NT-Altessel (Baujahre 1987–1994) + mäßig gedämmter Speicher unregelmäßige Pumpe, überdimensioniert Systemtemperaturen 80/60°C Rohrleitungen Dämmung „halbe EnEV“, Heizflächen und Thermostatventile alt Schornstein vorhanden, welcher je nach Variante saniert werden muss	
Besonderheiten	vorhandener Gasanschluss kann weiter genutzt werden	vorhandener Öltank kann weiter genutzt werden
Demontage	Altessel	Altessel + bei Sanierung mit Wechsel des Energieträgers: Entsorgung Öltankanlage
Sanierung	Einbau neuer Wärmeerzeuger mit Hocheffizienzpumpe und neues Trinkwassererwärmungssystem Dämmung VL Keller, Einbau neuer TRV, hydraulischer Abgleich  Wärmepumpensysteme können bei einer Teilsanierung nur zum Einsatz kommen, wenn die vorhandenen Heizflächen für den Betrieb mit geringeren Vorlauftemperaturen geeignet sind	

Mit dem oben beschriebenen baulichen Wärmeschutz ergeben sich für den anlagentechnischen Ausgangszustand mit einem Gas- bzw. Öl-Altessel folgende Verbrauchswerte vor der Sanierung:

Einfamilienhaus: 37.500 kWh<sub>Hs</sub> bzw. ca. 3.300 l Heizöl

6-Familienhaus: 86.000 kWh<sub>Hs</sub> bzw. ca. 7.700 l Heizöl

## 6.4. Rechnerische Nutzungsdauer

Nachfolgend werden die zur Kapitalisierung der Investitionskosten zugrunde gelegten rechnerischen Nutzungsdauern auf der Grundlage der VDI 2067 Blatt 1 angegeben. Sind für Anlagenteile in der VDI-Richtlinie keine Werte vorhanden oder bestehen diese aus mehreren Komponenten, werden entsprechende Nutzungsdauern festgelegt bzw. gemittelt.

Anlagenkomponente		rechnerische Nutzungsdauer $T_N$ [a]
Wärmeerzeuger	Gas- bzw. Öl-Brennwert-Gerät	18
	Sorptions-Gas-Wärmepumpe	18
	Luft-Wasser-Sorptions-Gas-Wärmepumpe	18
	Brennstoffzelle	18
	Mini-KWK (Otto-Motor)	15
	Pelletkessel	15
	Luft-Wasser-Wärmepumpe	18
	Sole-Wasser-EWP (Bohrung)	20
	Nah-/Fernwärme-Übergabestation	20
	PV-Anlage ggf. mit Stromspeicher	25
Warmwasserbereitung	Speicher	20
	solare Trinkwassererwärmung	20
	Durchfluss-Wärmeübertrager	20
	dezentral elektrische Trinkwassererwärmung	16
	Wohnungsstationen	20
	zentrale Frischwasserstation	20
Schornstein / sonstige Baukosten		50
Heizflächen / Rohrleitungen	Heizflächen / Leitungssystem	30
	geringinvestive Maßnahmen	20
Hausanschluss	Gas- oder Fernwärme	50
Brennstofflagerung	Heizöllagerung	25
	Pelletlagerung	20
Gas- / Elektroinstallation		50

## 6.5. Allgemeine Anlagenbeschreibungen

Die Festlegung der Anlagenvarianten erfolgt unter Berücksichtigung der Marktsituation und des energetischen Anforderungsniveaus. Bei der Auslegung der Anlagen werden Herstellerempfehlungen berücksichtigt. Die energetisch relevanten Details der betrachteten Varianten können den folgenden Tabellen entnommen werden.

Die Aufstellung der Wärmeerzeuger erfolgt im Keller. In beiden Bestandsgebäuden ist dieser ungedämmt, der Aufstellungsort der Wärmeerzeuger liegt damit außerhalb der thermischen Hülle. Ist eine zentrale Warmwasserbereitung vorgesehen, befindet sich diese am Aufstellungsort der Wärmeerzeuger.

Allen Systemen werden für die Wärmeübergabe freie Heizflächen (Heizkörper) zugeordnet. Die Auslegungstemperaturen betragen für die Wärmepumpen-Varianten 50/40°C und für alle anderen Varianten 70/55°C. Insbesondere bei Wärmepumpen und Brennwertsystemen lässt sich bei einer Fußbodenheizung mit verringerten Auslegungstemperaturen eine bessere Energieausnutzung realisieren. Vorhandene Heizflächen können auf Grund durchgeführter Sanierungen an der Gebäudehülle (z.B. Austausch der Fenster) überdimensioniert sein, was einen Betrieb mit niedrigeren Systemtemperaturen ermöglicht.

Die Deckungsanteile für die solare Heizungsunterstützung werden mit dem Solarsimulationsprogramm GetSolar Professional Version 11.6.2 ermittelt.

Um bei den Pelletheizungen annähernd den gleichen Komfort wie bei den anderen Heizungsvarianten gewährleisten zu können, wird von einer vollautomatischen Zufuhr der Pellets aus dem Lagerraum zum Kessel ausgegangen. Bei der Kombination von Pelletkesseln mit einer solaren Trinkwassererwärmung kann im Sommer der vergleichsweise ineffiziente Betrieb des Pelletkessels nur zur Trinkwassererwärmung entfallen.

Folgende Randbedingungen werden für die Berechnung von Energiebedarf und erzeugten Strom bei der Nutzung von KWK-Systemen zugrunde gelegt:

	<b>Einfamilienhaus</b>	<b>6-Familienhaus</b>
Mikro- bzw. Mini-KWK-System	Anlage aus Brennstoffzellenmodul und Gas-Brennwert-Gerät	Motor-KWK mit Brennwert-Gerät
Deckungsanteil KWK-System	50%	85%
Thermischer Nutzungsgrad	53%	74%
Elektrischer Nutzungsgrad	37%	26%
Anteil an selbstgenutztem Strom (EFH) bzw. im Gebäude verbrauchter Strom (6-FH)	60%	0% - 60%

Für den bei der KWK-Nutzung erzeugten Strom erfolgt eine Gutschrift für die

- Stromvergütung nach dem KWK-Gesetz 2016 [9]
  - o Vergütung je eingespeiste kWh Strom
  - o KWK-Zuschlag je selbstgenutzte kWh Strom
  - o Dauer der Förderung: 60.000 Vollbenutzungsstunden
- Eingesparte Strombezugskosten (EFH) bzw. Erlös aus Stromverkauf an Mieter (6-FH) abzüglich der EEG-Umlage bei Stromverkauf an Mieter
- Rückvergütung der Energiesteuer je kWh eingesetztes Erdgas.

Im Mehrfamilienhaus kann der erzeugte Strom ganz oder teilweise an die Mieter verkauft werden, je nach Anteil erhöhen sich die Gutschriften für den erzeugten Strom. Es sind jedoch zusätzliche technische Ausstattungen und vertragliche Regelungen erforderlich, zudem entsteht ein höherer Abrechnungsaufwand durch den Stromverkauf.

Für die Photovoltaik-Anlage werden folgende Kennwerte zugrunde gelegt:

Photovoltaik-Anlage	
Leistung	5,85 kWp
Modulfläche	38 m <sup>2</sup>
Jahresertrag gemittelt über die Lebensdauer (Produktkennwert) <sup>9</sup>	5.000 kWh/a
Eigenverbrauch ohne Stromspeicher / mit Stromspeicher	25% / 45%

Für den durch die PV-Anlage erzeugten Strom erfolgt eine Gutschrift für die:

- Stromvergütung nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG [8] mit den für Dezember 2016 geltenden Vergütungssätzen je eingespeiste kWh Strom
- Eingesparte Strombezugskosten je kWh selbstgenutzter Strom, abzüglich der EEG-Umlage bei Eigenverbrauch (2016: 35% der gültigen EEG-Umlage).

Entsprechend EnEV ist der aus Erneuerbaren Energien erzeugte Strom bei der Ermittlung der Energiebedarfswerte anrechenbar, wenn er im unmittelbaren räumlichen Zusammenhang erzeugt wird und vorrangig in dem Gebäude selbst genutzt und nur die überschüssige Energiemenge in ein öffentliches Netz eingespeist wird. Es ist höchstens die Strommenge anrechenbar, die dem berechneten Strombedarf für Heizung und Trinkwassererwärmung je Monat entspricht.

Die Ermittlung der Energiebedarfswerte der Gas-Wärmepumpe im Einfamilienhaus erfolgt entsprechend der Vorgaben zur EnEV- und KfW-Bewertung für die Gas-Wärmepumpe Vitosorp 200-F [14].

Die energetische Bewertung der Brennstoffzellenanlage erfolgt auf Basis der Berechnungsmethodik der DIN SPEC 32737 mit der EnEV-Berechnungshilfe [15].

<sup>9</sup> Für den öffentlich-rechtlichen Nachweis sind die monatlichen Stromerträge nach DIN V 18599-9: 2011-12 mit Standardwerten für den Referenzstandort Potsdam zu ermitteln.

## **6.6. Anlagenbeschreibungen im Detail**

Nachfolgend werden die Anlagenvarianten im Detail beschrieben.

Bei einigen Gas- oder Öl-Varianten erfolgt der Betrieb mit Erdgas bzw. Heizöl und jeweils mit einem 10%igen Bioanteil.

Bei ausgewählten Varianten mit Luft-Wasser-Wärmepumpe erfolgt die Auswahl der Wärmepumpe unter Berücksichtigung einer Mindestjahresarbeitszahl von 3,5 bzw. unter Ansatz der energetischen Standardwerte nach DIN V 4701-10 [5].

Variante	Heizung			Übergabe	Trinkwassererwärmung			PV-Anlage
	Erzeuger 1	Erzeuger 2	Speicherung		Verteilung	Erzeuger 1	Erzeuger 2	
01/02	Gas-BW-Gerät	-	-		Wärmeerzeuger Heizung	-	indirekt beheizter Speicher 50l	-
03	Gas-BW-Gerät	-	-	A uslegungstemperaturen 70/55°C, Dämmung der Leitungen nach ENEC, optimierter Betrieb, Hocheffizienzpumpe	Solaranlage, Kollektorfläche 6,5 m <sup>2</sup>	Wärmeerzeuger Heizung	bivalenter Solarspeicher 300 l	-
04	Gas-BW-Gerät	solare Heizungsunterstützung 8,6 %	-		Solaranlage, Kollektorfläche 117 m <sup>2</sup>	Wärmeerzeuger Heizung	bivalenter Kombispeicher 750 l	-
05	Gas-BW-Gerät	-	-		Wärmeerzeuger Heizung	-	indirekt beheizter Speicher 50l	PV-Anlage 5,85 kWp mit Zirkulation, Dämmung nach ENEC
06	Sorptions-Gas-Wärmepumpe	Gas-BW-Gerät	siehe TWE	A uslegungstemperaturen 50/40°C, Dämmung der Leitungen nach ENEC, optimierter Betrieb, Hocheffizienzpumpe	Solaranlage, Kollektorfläche 7,5 m <sup>2</sup>	Wärmeerzeuger Heizung	multivalenter Pufferspeicher mit integrierter TWE	-
07	Brennstoffzelle	Gas-BW-Gerät	Pufferspeicher 70 l	A uslegungstemperaturen 70/55°C, Dämmung der Leitungen nach ENEC, optimierter Betrieb, Hocheffizienzpumpe	Wärmeerzeuger Heizung	Wärmeerzeuger Heizung	indirekt beheizter Speicher 46 l	-
08	Luft-Wasser-WP	Elektroheizstab 2%	Pufferspeicher 200 l		Wärmeerzeuger Heizung	Elektroheizstab 2%	indirekt beheizter Speicher 300l	-
09/10	Luft-Wasser-WP	Elektroheizstab 2%	Pufferspeicher 200 l	freie Heizflächen, Anordnung im Außenwandbereich, Thermo statventil mit A uslegungsproportionalbereich K	dezentrale elektrische TWE	-	-	-
11	Luft-Wasser-WP	Elektroheizstab 2%	Pufferspeicher 200 l	A uslegungstemperaturen 50/40°C, Dämmung der Leitungen nach ENEC, optimierter Betrieb, Hocheffizienzpumpe	Wärmeerzeuger Heizung	Elektroheizstab 2%	indirekt beheizter Speicher 300l	PV-Anlage 5,85 kWp
12	Luft-Wasser-WP	Elektroheizstab 2%	Pufferspeicher 200 l		Wärmeerzeuger Heizung	Elektroheizstab 2%	indirekt beheizter Speicher 300l	PV-Anlage 5,85 kWp + Stromspeicher
13	Sole-Wasser-WP (Bohrung)	-	Pufferspeicher 200 l		Wärmeerzeuger Heizung	-	indirekt beheizter Speicher 300l	-
14/15	Öl-BW-Gerät	-	-		Wärmeerzeuger Heizung	-	indirekt beheizter Speicher 50l	-
16	Öl-BW-Gerät	-	-		Solaranlage, Kollektorfläche 6,5 m <sup>2</sup>	Wärmeerzeuger Heizung	bivalenter Solarspeicher 300 l	-
17	Öl-BW-Gerät	solare Heizungsunterstützung 8,6 %	-	A uslegungstemperaturen 70/55°C, Dämmung der Leitungen nach ENEC, optimierter Betrieb, Hocheffizienzpumpe	Solaranlage, Kollektorfläche 117 m <sup>2</sup>	Wärmeerzeuger Heizung	bivalenter Kombispeicher 750 l	-
18	Pelletkessel	-	-		Wärmeerzeuger Heizung	-	indirekt beheizter Speicher 200 l	-
19	Pelletkessel	-	-		Solaranlage, Kollektorfläche 6,5 m <sup>2</sup>	Wärmeerzeuger Heizung	bivalenter Solarspeicher 300 l	-
20	Nah-/Fernwärmeübergabestation	-	-		Wärmeerzeuger Heizung	-	Durchfluss-Wärmeüberträger	-
21	Gas-BW-Gerät	Luft-Wasser-EWP	Pufferspeicher 200 l	A uslegungstemperaturen 50/40°C, Dämmung der Leitungen nach ENEC, optimierter Betrieb, Hocheffizienzpumpe	Wärmeerzeuger Heizung	-	indirekt beheizter Speicher 100l	-

Einfamilienhaus Komplettanfertigung

Variante	Heizung			Übergabe	Trinkwassererwärmung			PV-Anlage	
	Erzeuger 1	Erzeuger 2	Verteilung		Erzeuger 1	Erzeuger 2	Speicherung		Verteilung
01/03	Gas-BW-Gerät	-	-		Wärmeerzeuger Heizung	-	indirekt beheizter Speicher 300l	mit Zirkulation, Dämmung nach EnEV	-
02	Gas-BW-Gerät	-	-	Auslegungstemperaturen 70/55°C, Dämmung der Leitungen nach EnEV, optimierter Betrieb, Hocheffizienzpumpe	dezentrale elektrische TWE	-	-	-	-
04	Gas-BW-Gerät	-	-		Solaranlage, Kollektorfläche 5,1m <sup>2</sup> nach DIN V 4701-10	Wärmeerzeuger Heizung	bivalenter Solarspeicher 1000 l	-	-
05	Mini-KWK	Gas-BW-Gerät	vgl. TWE		Wärmeerzeuger Heizung	-	Multifunktions-speicher mit TWE	-	-
06	Sorptions-Gas-Wärmepumpe	-	Pufferspeicher 400 l		Wärmeerzeuger Heizung	-	indirekt beheizter Speicher 400l	mit Zirkulation, Dämmung nach EnEV	-
07	Luft-Wasser-WP	Elektroheizstab 2%	Pufferspeicher 400 l	freie Heizflächen, Anordnung im Außenwandbereich, Thermostatventil mit Auslegungsproportionalbereich K	Wärmeerzeuger Heizung	Elektroheizstab 2%	indirekt beheizter Speicher 400l	-	-
08	Luft-Wasser-EWP	Elektroheizstab 2%	Pufferspeicher 400 l	Auslegungstemperaturen 50/40°C, Dämmung der Leitungen nach EnEV, optimierter Betrieb, Hocheffizienzpumpe	Wärmeerzeuger Heizung	Elektroheizstab 2%	indirekt beheizter Speicher 400l	PV-Anlage 5,86 kWp	-
09	Luft-Wasser-EWP	Elektroheizstab 2%	Pufferspeicher 400 l		dezentrale elektrische TWE	-	-	-	-
10	Sole-Wasser-EWP (Bohrung)	-	Pufferspeicher 400 l		Wärmeerzeuger Heizung	-	indirekt beheizter Speicher 400l	-	-
11/12	Öl-BW-Gerät	-	-		Wärmeerzeuger Heizung	-	indirekt beheizter Speicher 300l	mit Zirkulation, Dämmung nach EnEV	-
13	Öl-BW-Gerät	-	-	Auslegungstemperaturen 70/55°C, Dämmung der Leitungen nach EnEV, optimierter Betrieb, Hocheffizienzpumpe	Solaranlage, Kollektorfläche 5,1m <sup>2</sup> nach DIN V 4701-10	Wärmeerzeuger Heizung	bivalenter Solarspeicher 1000 l	-	-
14	Pellekessel	-	-		Wärmeerzeuger Heizung	-	indirekt beheizter Speicher 300l	-	-
15	Nah-/ Fernwärme-übergabestation	-	Pufferspeicher 400 l	primärseitige Vor-/Rücklaufleitungen zur Wohnungsstation, Dämmung der Leitungen nach EnEV,	Wohnungsstationen mit TWE	-	-	Wohnungsanbindeleitung	-

6-Familienhaus Komplettanierung

Variante	Heizung			Übergabe	Trinkwassererwärmung			PV-Anlage
	Erzeuger 1	Erzeuger 2	Speicherung		Erzeuger 1	Erzeuger 2	Speicherung	
01/ 02	Gas-BW-Gerät	-	-		Wärmeerzeuger Heizung	-	indirekt beheizter Speicher f50l	-
03	Gas-BW-Gerät	-	-	Auslegungstemperaturen 70/55°C, Dämmung der Verteilungen nach EnEV, optimierter Betrieb, Hocheffizienzpumpe	Solaranlage, Kollektorfläche 6,5 m <sup>2</sup> nach DIN V 4701-10	Wärmeerzeuger Heizung	bivalenter Solarspeicher 300l	-
04	Gas-BW-Gerät	solare Heizungsunterstützung 8,6 %	-		Solaranlage, Kollektorfläche 117 m <sup>2</sup> nach DIN V 4701-10	Wärmeerzeuger Heizung	bivalenter Kombispeicher 750l	-
05	Gas-BW-Gerät	-	-		Wärmeerzeuger Heizung	-	indirekt beheizter Speicher f50l	PV-Anlage 5,85 kWp
06	Sorptions-Gas-Wärmepumpe	Gas-BW-Gerät	siehe TWE	Auslegungstemperaturen 50/40°C, Dämmung der Verteilungen nach EnEV, optimierter Betrieb, Hocheffizienzpumpe	Solaranlage, Kollektorfläche 7,5 m <sup>2</sup>	Wärmeerzeuger Heizung	multivalenter Pufferspeicher mit integrierter TWE	mit Zirkulation, Dämmung der Verteilungen nach EnEV
07	Brennstoffzelle	Gas-BW-Gerät	Pufferspeicher 170l	Auslegungstemperaturen 70/55°C, Dämmung der Verteilungen nach EnEV, optimierter Betrieb, Hocheffizienzpumpe	Wärmeerzeuger Heizung	Wärmeerzeuger Heizung	indirekt beheizter Speicher 46 l	-
08/ 09	Luft-Wasser-WP	Elektroheizstab 2%	Pufferspeicher 200l		Wärmeerzeuger Heizung	Elektroheizstab 2%	indirekt beheizter Speicher 300l	-
10/ 11	Luft-Wasser-WP	Elektroheizstab 2%	Pufferspeicher 200l	freie Heizflächen, Anordnung im Außenwandbereich, neue Thermostatventile	dezentrale elektrische TWE	-	-	-
12/ 13	Luft-Wasser-WP	Elektroheizstab 2%	Pufferspeicher 200l	Auslegungstemperaturen 50/40°C, Dämmung der Verteilungen nach EnEV, optimierter Betrieb, Hocheffizienzpumpe	Wärmeerzeuger Heizung	Elektroheizstab 2%	indirekt beheizter Speicher 300l	PV-Anlage 5,85 kWp
14	Sole-Wasser-WP (Bohrung)	-	Pufferspeicher 200l		Wärmeerzeuger Heizung	-	indirekt beheizter Speicher 300l	-
15/ 16	Öl-BW-Gerät	-	-		Wärmeerzeuger Heizung	-	indirekt beheizter Speicher f50l	-
17	Öl-BW-Gerät	-	-		Solaranlage, Kollektorfläche 6,5 m <sup>2</sup> nach DIN V 4701-10	Wärmeerzeuger Heizung	bivalenter Solarspeicher 300l	mit Zirkulation, Dämmung der Verteilungen nach EnEV
18	Öl-BW-Gerät	solare Heizungsunterstützung 8,6 %	-	Auslegungstemperaturen 70/55°C, Dämmung der Verteilungen nach EnEV, optimierter Betrieb, Hocheffizienzpumpe	Solaranlage, Kollektorfläche 117 m <sup>2</sup> nach DIN V 4701-10	Wärmeerzeuger Heizung	bivalenter Kombispeicher 750l	-
19	Pelletkessel	-	-		Wärmeerzeuger Heizung	-	indirekt beheizter Speicher 200l	-
20	Pelletkessel	-	-		Solaranlage, Kollektorfläche 6,5 m <sup>2</sup> nach DIN V 4701-10	Wärmeerzeuger Heizung	bivalenter Solarspeicher 300l	-
21	Nahr-/ Fernwärme-übergabestation	-	-		Wärmeerzeuger Heizung	-	Durchfluss-Wärmeübertrager	-

Einfamilienhaus Teilsanierung

Variante	Heizung			Übergabe	Trinkwassererwärmung			PV-Anlage
	Erzeuger 1	Erzeuger 2	Speicherung		Verteilung	Erzeuger 1	Erzeuger 2	
01/03	Gas-BW-Gerät	-	-		Wärmeerzeuger Heizung	-	indirekt beheizter Speicher 300l	mit Zirkulation, Dämmung der Verteilungen nach EnEV
02	Gas-BW-Gerät	-	-	Auslegungstemperaturen 70/55°C, Dämmung der Verteilungen nach EnEV, optimierter Betrieb, Hocheffizienzpumpe	dezentrale elektrische TWE Solaranlage, Kollektorfläche 15,1m <sup>2</sup> nach DIN V 4701-10	-	bivalenter Solarspeicher 1000 l	-
04	Gas-BW-Gerät	-	-		Wärmeerzeuger Heizung	-	Multifunktions-speicher mit TWE	mit Zirkulation, Dämmung der Verteilungen nach EnEV
05	Mini-KWK	Gas-BW-Gerät	vgl. TWE		Wärmeerzeuger Heizung	-	indirekt beheizter Speicher 400l	-
06	Sorptions-Gas-Wärmepumpe	-	Pufferspeicher 400 l		Wärmeerzeuger Heizung	-	indirekt beheizter Speicher 400l	-
07/08	Luft-Wasser-WP	Elektroheizstab 2%	Pufferspeicher 400 l	freie Heizflächen, Anordnung im Außenwandbereich, neue Thermostatventile	Wärmeerzeuger Heizung	Elektroheizstab 2%	indirekt beheizter Speicher 400l	-
09/10	Luft-Wasser-EWP	Elektroheizstab 2%	Pufferspeicher 400 l	Auslegungstemperaturen 50/40°C, Dämmung der Verteilungen nach EnEV, optimierter Betrieb, Hocheffizienzpumpe	dezentrale elektrische TWE	-	-	-
11	Sole-Wasser-EWP (Bohrung)	-	Pufferspeicher 400 l		Wärmeerzeuger Heizung	-	indirekt beheizter Speicher 400l	-
11/12	Öl-BW-Gerät	-	-		Wärmeerzeuger Heizung	-	indirekt beheizter Speicher 400l	-
13	Öl-BW-Gerät	-	-		Solaranlage, Kollektorfläche 15,1m <sup>2</sup> nach DIN V 4701-10	Wärmeerzeuger Heizung	bivalenter Solarspeicher 1000 l	mit Zirkulation, Dämmung der Verteilungen nach EnEV
14	Pelletkessel	-	-	Auslegungstemperaturen 70/55°C, Dämmung der Verteilungen nach EnEV, optimierter Betrieb, Hocheffizienzpumpe	Wärmeerzeuger Heizung	-	indirekt beheizter Speicher 300 l	-
15	Nah-/ Fernwärme-übergabestation	-	Pufferspeicher 400 l		zentrale Frischwasserstation am Heizungs-pufferspeicher	-	-	-

6-Familienhaus Teilsanierung

## 7 Literaturverzeichnis

- [1] *EnEV 2014, Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden, zuletzt geändert durch: Verordnung zur Änderung der Energieeinsparverordnung vom 1. Mai 2014.*
- [2] *Gesetz zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich (Erneuerbare-Energien-Wärme-Gesetz - EEWärmeG) in der seit 20.10.2015 geltenden Fassung.*
- [3] *Gesetz zur Nutzung erneuerbarer Wärmeenergie in Baden-Württemberg (Erneuerbare-Wärme-Gesetz – EWärmeG) vom 17. März 2015.*
- [4] *DIN V 4108-6: 2003-06. Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden. Berechnung des Jahresheizwärme- und des Jahresheizenergiebedarfs.*
- [5] *DIN V 4701-10:2003-08. Energetische Bewertung heiz- und raumlufttechnischer Anlagen - Heizung, Trinkwassererwärmung, Lüftung.*
- [6] *DIN V 18599:2016-10. Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung (11 Normenteile).*
- [7] *VDI 2067 Blatt 1: Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen, Grundlagen und Kostenberechnung, September 2012.*
- [8] *Gesetz für den Ausbau Erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG), Erneuerbare-Energien-Gesetz vom 21. Juli 2014 (BGBl. I S. 1066), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 29. Juni 2015 (BGBl. I S. 1010) geändert worden ist.*
- [9] *Gesetz für die Erhaltung, die Modernisierung und den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung (Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz), Gesetz zur Neuregelung des Kraft-Wärme-Kopplungsgesetzes vom 21. Dezember 2016.*
- [10] *DIN V 18599:2011-12. Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung (11 Normenteile).*
- [11] *BTGA-Regel 3.001 2015-03: Wartung heiztechnischer Anlagen - Richtzeiten für die Durchführung.*
- [12] *Verordnung über die Kehrung und Überprüfung von Anlagen (Kehr- und Überprüfungsordnung – KÜO) vom 16. Juni 2009 (BGBl. I S. 1292), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 8. April 2013 (BGBl. I S. 760) geändert worden ist.*
- [13] *IINAS: Der nichterneuerbare kumulierte Energieverbrauch des deutschen Strommix im Jahr 2015 sowie Ausblicke auf 2020 und 2030, Oktober 2016.*
- [14] *Viessmann: Informationen zur Vitosorp 200-F: EnEV- und KfW-Bewertung für die Gas-*

*Wärmepumpe Vitosorp 200-F, September 2016.*

[15] *Initiative Brennstoffzelle (IBZ): Bewertungstool\_2015\_nur\_BZ\_mit\_Daten, Version 2016-02, <http://www.ibz-info.de/berechnungs-hilfe.html>.*



### **Wichtiger Hinweis!**

Im konkreten Einzelfall können sich aufgrund unterschiedlicher Ursachen, die in der Einleitung der Studie ausführlich dargestellt werden, Abweichungen zu den dargestellten Berechnungen ergeben.

Wir empfehlen deshalb, diesen „BDEW-Heizkostenvergleich Altbau 2017“ nur in der vorliegenden Form für Marketingzwecke einzusetzen.

**Von der eigenständigen Ableitung allgemeiner Aussagen in Grafiken, Texten, Pressemitteilungen etc. raten wir wegen möglicher wettbewerbsrechtlicher Konsequenzen (kostenpflichtige Abmahnungen) dringend ab.**

Wir bitten Sie, vor dem Einsatz der Studie zu prüfen, ob dieser Vollkostenvergleich aufgrund der Energiepreissituation in Ihrer Region aktuell ist.

\*Korrigierte Fassung: Gegenüber der Fassung des Heizkostenvergleichs Altbau 2017 (Stand: Januar 2017) wurden ausschließlich für **Systeme mit dezentraler elektrischer Trinkwassererwärmung** die Ergebnisse der CO<sub>2</sub>-Emissionen, der CO<sub>2</sub>-Äquivalente und der Vermeidungskosten korrigiert.

**Herausgeber**

BDEW Bundesverband der  
Energie- und Wasserwirtschaft e. V.  
Reinhardtstraße 32  
10117 Berlin  
www.bdew.de

**Redaktion**

BDEW-Projektgruppe »Heizkostenvergleich«

**Ansprechpartner**

Dipl.-Ing. Ingram Täschner  
Telefon +49 30 300 199-1261  
ingram.taeschner@bdew.de

Dieser Heizkostenvergleich wurde erstellt vom  
Institut für Technische Gebäudeausrüstung Dresden  
Forschung und Anwendung GmbH.

Titelbild: fotolia.com

Stand: Januar 2017

2. Auflage

Korrigierte Fassung, Mai 2017\*

