



bdeW

Energie. Wasser. Leben.

BDEW-Heizkostenvergleich Neubau 2021

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

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

29.04.2021

Inhalt

1	Einleitung	3
2	Erläuterungen	6
	2.1. Begriffe	6
	2.2. Ermittlung Jahresgesamtkosten	8
	2.3. Lüftung	13
	2.4. Treibhausgasemissionen	13
3	Ergebnisse	14
	3.1. Einfamilienhaus: Mindestwärmeschutz nach GEG	14
	3.2. Einfamilienhaus: Wärmeschutz Effizienzhaus 55	17
	3.3. 6-Familienhaus: Mindestwärmeschutz nach GEG	22
	3.4. 6-Familienhaus: Wärmeschutz Effizienzhaus 55	24
4	Zusammenfassung	27
5	Anhang	31
	5.1. Gebäudegrundrisse und Schnitte	31
	5.2. Beschreibung baulicher Wärmeschutz	37
	5.3. Rechnerische Nutzungsdauer	38
	5.4. Anlagenbeschreibungen	39
	5.5. Förderübersicht	49
6	Literaturverzeichnis	54
	Wichtiger Hinweis	U3
	Herausgeber und Redaktion	U4

1 Einleitung

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

Die Berechnungen zielen auf einen möglichst vollständigen Vergleich der Kosten der betrachteten Systeme. Es werden Jahresgesamtkosten ermittelt, die nicht nur die Brennstoffkosten, sondern auch die Investitionskosten und die betriebsgebundenen Kosten beinhalten. Zudem werden bundesweite Förderungen in Form von Investitionskostenzuschüssen in die Betrachtungen einbezogen.

Das neue Gebäudeenergiegesetz (GEG) [1] wurde am 13. August 2020 im Bundesgesetzblatt verkündet und trat am 1. November 2020 in Kraft. Im neuen Gebäudeenergiegesetz werden das bisherige Energieeinsparungsgesetz (EnEG) [2], die bisherige Energieeinsparverordnung (EnEV) [3] und das bisherige Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) [4] zusammengeführt.

Für neu zu errichtende Wohngebäude gilt:

- Der Jahres-Primärenergiebedarf für Heizung, Warmwasserbereitung, Lüftung und Kühlung darf das 0,75fache des Jahres-Primärenergiebedarfes eines Referenzgebäudes nicht überschreiten.
- Der spezifische auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogene Transmissionswärmeverlust darf das 1,0-fache des entsprechenden Wertes des Referenzgebäudes nicht überschreiten.
- Der Wärme- und Kälteenergiebedarf ist zumindest anteilig durch die Nutzung erneuerbarer Energien zu decken.

Im vorliegenden Heizkostenvergleich werden verschiedene jeweils einheitliche Wärmeschutz-niveaus unterstellt:

- a. Mindestwärmeschutz nach GEG-Referenzgebäude $H^2_{T,vorhanden} = H^2_{T,Referenzgebäude}$
- b. Wärmeschutz nach Effizienzhaus-Niveau 55 $H^2_{T,vorhanden} = 70 \% \cdot H^2_{T,Referenzgebäude}$

Die zur Erreichung des jeweiligen Wärmeschutz-niveaus erforderlichen baulichen Kosten fließen nicht in die Berechnungen ein. Beim Vergleich der Gesamtkosten zwischen Varianten mit unterschiedlichem baulichem Niveau ist daher zu berücksichtigen, dass die baulichen Mehrkosten nicht erfasst sind.

Als Bezugsbasis für den jeweiligen Kostenindex wird die jeweils zuerst angegebene anlagentechnische Ausführung mit dem Energieträger Erdgas herangezogen.

Alle dargestellten Varianten erfüllen die Anforderungen des Gebäudeenergiegesetzes bzw. die Anforderungen an ein Effizienzhaus 55.

Die **Berechnungen zum Energiebedarf** erfolgen mit dem Programm „Energieeffizienz Gebäude DIN V 18599/GEG¹“ auf Basis der DIN V 18599:2018-09 [5]. Die energetischen Kennwerte werden unter Beachtung des aktuellen Standes der Technik ermittelt. Bei Systemen, welche mit dem genannten Programm derzeit nicht oder nicht vollständig abbildbar sind, werden entsprechende Anpassungen bzw. Handrechnungen durchgeführt. Bei der Umsetzung in der Praxis ist eine detaillierte anlagentechnische Planung Voraussetzung. Beim Einfamilienhaus befindet sich der Keller innerhalb der thermischen Hülle (Keller gedämmt und beheizt), beim 6-Familienhaus ist die Kellerdecke die Grenze der thermischen Hülle.

Im Heizkostenvergleich Neubau werden zwei für Deutschland typische Gebäude betrachtet, die Auswahl der Systemkombinationen erfolgt unter Berücksichtigung der aktuellen Marktsituation und des energetischen Anforderungsniveaus. Sollten zukünftig andere Heizungs-, Warmwasser- oder Lüftungssysteme eine größere Marktbedeutung erlangen, so werden sie bei der geplanten Aktualisierung des Heizkostenvergleichs berücksichtigt. Entsprechend Gebäudeenergiegesetz ist der Einbau neuer Ölheizungen ab dem Jahr 2026 nur noch eingeschränkt möglich².

Bei ausgewählten Anlagenvarianten zur Heizung und Trinkwassererwärmung sind zusätzlich Photovoltaikanlagen vorgesehen, um die prinzipiellen Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit bewerten zu können. Photovoltaikanlagen können generell bei allen Systemvarianten zum Einsatz kommen.

Die Ermittlung der Gesamtkosten erfolgt in Anlehnung an die VDI 2067 [6]. Alle Kosten enthalten die gültige Mehrwertsteuer in Höhe von 19 % (Ausnahme: ermäßigter Mehrwertsteuersatz von 7 % für Holzpellets)³.

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 Preisaufläge.

Förderungen haben einen - zum Teil erheblichen - Einfluss auf die Kostensituation der Anlagenvarianten untereinander. Bundesweite Förderprogramme in Form von (Investitions-)Zuschüssen werden in die Betrachtungen einbezogen. Für neue Wohngebäude, welche die Mindestanforderungen nach GEG erfüllen, stehen solche Förderungen nicht zur Verfügung. Die Varianten mit Mindestwärmeschutz nach GEG werden entsprechend ohne Förderung gerechnet. Eine Übersicht enthält Abschnitt 5.5.

¹ Firma Solarcomputer GmbH: Version 5.24.04

² Entsprechende Einschränkungen sind ebenfalls im Hamburger Klimaschutzgesetz festgelegt.

³ Die ermäßigten Steuersätze von 16 % bzw. 5 % von 07/2020 bis 12/2020 werden im Heizkostenvergleich nicht 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
- Nichtinanspruchnahme möglicher bundesweiter Förderungen bzw. Inanspruchnahme regionaler Förderprogramme
- Abweichungen bei den sonstigen Randbedingungen wie Zinssatz, Baukonstruktion oder Wartungskosten.

Für individuelle Eingaben der zu Grunde liegenden Daten kann das Online-Heizkostenvergleichstool unter bdew-heizkostenvergleich.de genutzt werden.

2 Erläuterungen

2.1. Begriffe

Die **Nutzfläche A_N** ist die Bezugsgröße für den Nachweis nach GEG 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 **Nutzenergiebedarf Heizung q_h** ist die Wärmemenge, die dem Gebäude zur Aufrechterhaltung der Raumtemperatur zugeführt werden muss.

Der **Nutzenergiebedarf Warmwasser q_{tw}** ist die Wärmemenge, die zur Erwärmung des Trinkwassers zugeführt werden muss. Die Bestimmung des Nutzenergiebedarfes erfolgt in Abhängigkeit von der mittleren Nettogrundfläche je Wohneinheit.

Der **spezifische Nutzenergiebedarf** ist der auf die Nutzfläche bezogene Nutzenergiebedarf für Heizung und Warmwasser.

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 **(Jahres-)Endenergiebedarf** beinhaltet die (End-)Energienmenge, die dem Heizungs- und Trinkwassersystem zugeführt werden muss, um den Nutzenergiebedarf für Heizung und Trinkwassererwärmung zu decken. Es ist damit die Energiemenge, die der Betreiber z.B. in Form von Heizöl, Gas oder elektrischem Strom kaufen muss.

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 Primärenergiebedarfs-werte werden die Primärenergiefaktoren nach den Vorgaben des GEG [1] verwendet. Bei Erdgas mit Biomethananteil wird der Primärenergiefaktor mit dem prozentualen Anteil an Biomethan im Erdgas-Biomethan-Gemisch ermittelt. Entsprechend GEG erfolgt ein Bezug auf den nicht erneuerbaren Anteil des Primärenergiebedarfs.

Die primärenergetische Gutschrift für in Photovoltaikanlagen erzeugten Strom erfolgt entsprechend Berechnungsansatz des GEG. Eine Gutschrift kann nur erfolgen, wenn der PV-Strom vorrangig im Gebäude genutzt und nur der überschüssige Strom eingespeist wird⁴.

Die zugrunde liegenden Primärenergiefaktoren können der folgenden Tabelle entnommen werden.

⁴ Damit erfolgt keine primärenergetische Anrechnung im 6-FH, da hier 100% Einspeisung unterstellt ist.

Energieträger	Primärenergiefaktor - nicht erneuerbar ⁵
Erdgas	1,10
Biomethan (100%)	0,70
Erdgas-Biomethan-Gemisch (15 % Biomethananteil) ⁶	1,04
Erdgas-Biomethan-Gemisch (55 % Biomethananteil) ⁶	0,88
Erdgas-Biomethan-Gemisch (65 % Biomethananteil) ⁶	0,84
Heizöl	1,10
Pellets	0,20
Strom - allgemeiner Strommix	1,80
Strom - Verdrängungsstrommix für KWK-Gutschrift	2,80
Nah-/Fernwärme (aus KWK mit fossilem Brennstoff ⁷)	0,70

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.

Mit der **Energieeffizienzklasse** erfolgt entsprechend GEG 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). Entsprechend GEG ist eine endenergetische Berücksichtigung von Strom aus Photovoltaikanlagen nur bei Stromdirektheizungen zulässig, die Festlegung der Energieeffizienzklasse erfolgt daher bei den hier betrachteten Systemen mit Photovoltaikanlage ohne eine endenergetische Stromgutschrift.

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.

⁵ Die Faktoren der Brennstoffe sind auf den Heizwert bezogen.

⁶ Der Primärenergiefaktor wird mit dem jeweiligen Anteil an Biomethan im Erdgas-Biomethan-Gemisch ermittelt.

⁷ Der Primärenergiefaktor für Nah- und Fernwärmesysteme mit hohem KWK-Anteil liegt bei individueller Zertifizierung im konkreten Wärmenetz häufig unter dem Pauschalwert von 0,70.

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 unter Berücksichtigung bundesweiter Fördermaßnahmen
- betriebsgebundene Kosten (einschließlich Instandsetzung).

Energiepreise

Den Berechnungen werden bundesdeutsche Jahres-Mittelwerte für den Zeitraum Oktober 2019 bis September 2020 aus den angegebenen Quellen zugrunde gelegt. Alle Energiepreise beinhalten sämtliche Steuern incl. der Mehrwertsteuer⁸ in Höhe von 19 % bzw. 7 % bei Pellets. Bei Erdgas und Heizöl sind zudem entsprechend der Vorgaben des Brennstoffemissionshandelsgesetz (BEHG) [7] die Treibhausgas-Bepreisung der Brennstoffe ab 2021 berücksichtigt.

Energieträger		Abnahmemenge	Grundpreis	Arbeitspreis ⁹
Erdgas	EFH/6-FH	bis 25.000 kWh	143 €/a	0,0576 €/kWh
		25.000 bis 50.000 kWh	147 €/a	0,0563 €/kWh
		über 50.000 kWh	212 €/a	0,0556 €/kWh
Erdgas-Biomethan	EFH	55 % Biomethananteil	127 €/a	0,0819 €/kWh
	EFH	65 % Biomethananteil	124 €/a	0,0863 €/kWh
	6-FH	65 % Biomethananteil	126 €/a	0,0858 €/kWh
	6-FH	15 % Biomethananteil	139 €/a	0,0642 €/kWh
Biomethan		100 %	114 €/a	0,1017 €/kWh
Strom Wärmepumpentarif ¹⁰	EFH		103 €/a	0,2008 €/kWh
	6-FH		119 €/a	0,2008 €/kWh
Pellet		Sackware (1t)	-	0,0650 €/kWh
		2 t	-	0,0580 €/kWh
		4 t	-	0,0530 €/kWh
		5 t	-	0,0510 €/kWh
		8 t	-	0,0500 €/kWh
		10 t	-	0,0490 €/kWh
Heizöl		1.600 l	-	0,0652 €/kWh
Nah-/Fernwärme	EFH		570 €/a	0,0715 €/kWh
	6-FH		1.060 €/a	0,0712 €/kWh
Strom Normaltarif	EFH/6-FH		-	0,3151 €/kWh

⁸ Die zeitweise Absenkung der Mehrwertsteuersätze von Juli 2020 bis Dezember 2020 ist nicht berücksichtigt.

⁹ Die Arbeitspreise der Brennstoffe (außer Erdgas) sind heizwertbezogen. Der Energiepreis für Erdgas wird wie üblich brennwertbezogen angegeben.

¹⁰ Es wird davon ausgegangen, dass mit dem Wärmepumpentarif für Strom die Wärmepumpe selbst als auch die Regelung bzw. der Hilfsstrom bedient werden kann.

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.

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

Die aus der Lagerung von Heizöl bzw. Pellets resultierenden Kosten werden für die durchschnittliche Lagermenge von 50% des Jahresbedarfes unter Beachtung des Kalkulationszinssatzes von 2% berechnet.

Investitionen und kapitalgebundene Kosten

Grundlage für die Ermittlung der Investitionskosten ist die Dimensionierung der Anlagen entsprechend der Gebäudeheizlast.

Die Heizlast beträgt für die hier gewählten Beispielgebäude¹¹ ohne raumluftechnische Anlage:

- Einfamilienhaus
 - Mindestwärmeschutz 10,3 kW
 - Effizienzhausniveau 55 8,7 kW
- 6-Familienhaus
 - Mindestwärmeschutz 20 kW
 - Effizienzhausniveau 55 16 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 Wärmeübergabe erfolgt auf Basis folgender festgelegter Übergabesysteme:

- Einfamilienhaus
 - alle Anlagenvarianten mit Fußbodenheizung 35/28 °C
- 6-Familienhaus
 - alle Wärmepumpenvarianten mit Heizkörper 45/35 °C
 - alle anderen Wärmeerzeuger mit Heizkörper 55/45 °C.

Der Anteil „Schornstein/sonst. Baukosten“ beinhaltet die Kosten für die Errichtung eines Schornsteins bei den brennstoffgespeisten Heizungsvarianten. Für die Errichtung eines Kellerraumes zur Brennstofflagerung bei Öl- und Pelletheizungen werden pauschale Kalkulationskosten in Höhe von

¹¹ Die angegebenen Werte entsprechen der maximalen Heizlast am Auslegungstag nach DIN V 18599:2018-09. Es erfolgt keine Berechnung der Heizlast nach DIN EN 12831 [14].

500 €/m² (brutto) angesetzt. 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.

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 [6] mit dem Kalkulationszinssatz von 2%. 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.

Förderungen

Die vorangegangenen BDEW-Heizkostenvergleiche (zuletzt Neubau 2016) wurden ohne Berücksichtigung von Förderungen erstellt (mit Ausnahme der Vergütungsansprüche für erzeugten Strom aus Photovoltaik- oder KWK-Anlagen). Begründet war dies u. a. mit der unstillen Ausgestaltung der Rahmenbedingungen sowie einem Stopp and Go bei der Förderung. In diesem BDEW-Heizkostenvergleich sind nunmehr bundeseinheitlichen Förderungen für die Heiztechnologien berücksichtigt. Die Bundesregierung hat mit der Neukonzeption der Gebäudeförderung in Form der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) eine Bündelung vorhandener Förderprogramme vorgenommen. Gefördert wird als Zuschuss und Kredit die Errichtung (Neubau) energieeffizienter Wohngebäude, die das energetische Niveau eines Effizienzhauses erreichen. Die Umsetzung der BEG Effizienzhausförderung erfolgt ab Mitte 2021. Mit dem bundesweiten Förderprogramm stehen damit erhebliche Fördersummen zur Verfügung. Zudem bezuschusst die KfW Brennstoffzellenanlagen mit dem Programm 433 „Energieeffizient Bauen und Sanieren – Zuschuss Brennstoffzelle“. Diese Förderung wird mit dem BEG weiter fortgeführt und verstetigt. Da die Höhe der Förderungen einen wesentlichen Einfluss auf die Kostensituation der Anlagenvarianten untereinander hat, wird die Berücksichtigung der bundesweiten Förderungen in Form von Zuschüssen als notwendig erachtet.

Das BEG Wohngebäude fördert Neubauten entsprechend erreichtem Effizienzhausniveau. Eine Effizienzhaus-Stufe wird beim Einsatz von Heizöl als Energieträger nicht erreicht. Die Förderung zum Effizienzhaus erhöht sich, wenn eine Effizienzhaus Erneuerbare Energien-Klasse (EE-Klasse) oder alternativ eine Effizienzhaus Nachhaltigkeits-Klasse (NH-Klasse) erreicht wird.¹²

Im vorliegenden Heizkostenvergleich werden beim baulichen Mindestwärmeschutz die Vorgaben an ein Effizienzhaus nicht erreicht, bei allen Varianten wird damit keine Förderung berücksichtigt.

¹² Effizienzhaus EE-Klasse: mindestens 55 % erneuerbare Energien zur Deckung des Energiebedarfes
Effizienzhaus NH-Klasse: Vorliegen eines Nachhaltigkeitszertifikates

Für die vorliegende Betrachtung werden allein solche Förderoptionen berücksichtigt, die als Zuschuss auf die Investitionskosten wirksam werden. Die Option vergünstigter Zinssätze bei Kreditförderung wird nicht berücksichtigt.

Beim betrachteten Effizienzhaus 55 werden die Vorgaben an die Effizienzhausklasse 55 eingehalten, damit erhalten alle betrachteten Anlagenvarianten die Grundförderung. In die Berechnungen wird die Grundförderung zur Errichtung des Effizienzhauses als Kombination von baulichen Maßnahmen und Anlagentechnik nicht einbezogen. Erfüllen jedoch Neubauvarianten die Effizienzhausanforderungen und die Anforderungen an die EE-Klasse wird der zusätzliche Zuschuss gutgeschrieben.

Brennstoffzellenanlagen werden über das KfW-Programm 433: „Energieeffizient Bauen und Sanieren – Zuschuss Brennstoffzelle“ gefördert und der Zuschuss im Heizkostenvergleich entsprechend gutgeschrieben. Eine Zuschlagszahlung für den eingespeisten bzw. selbstgenutzten Strom nach KWK-Gesetz [8] ist bei Ansatz des Zuschusses Brennstoffzelle ausgeschlossen. Die Rückerstattung der Energiesteuer für das in der Brennstoffzelle eingesetzte Erdgas und die für den selbstgenutzten Strom eingesparten Strombezugskosten werden gutgeschrieben. Eine mögliche Steuerrückerstattung durch eine ggf. erfolgte Gewerbeanmeldung in Zusammenhang mit dem Betrieb der Brennstoffzelle wurde nicht berücksichtigt.

Für das Mini-KWK-System im 6-Familienhaus steht aktuell zusätzlich zur Effizienzhausförderung keine Investitionskostenförderung zur Verfügung. Bei diesem System werden (neben der Effizienzhausförderung) die Zuschlagszahlungen für den eingespeisten und selbstgenutzten Strom (Stromverkauf an Mieter) entsprechend KWK-Gesetz [8] sowie die Rückerstattung der Energiesteuer für das in der Mini-KWK-Anlage eingesetzte Erdgas berücksichtigt.

Für den mit Photovoltaikanlagen erzeugten Strom wird die Einspeisevergütung nach Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG [9] beim baulichen Mindestwärmeschutz berücksichtigt. Beim Effizienzhaus 55 ist durch den Ansatz der Effizienzhausförderung eine gleichzeitige Stromvergütung nicht möglich. Bei der Berechnung der eingesparten Strombezugskosten im Einfamilienhaus wird bei der Stromgutschrift je nach Anlagensystem zwischen in einer Wärmepumpe ersetzten Strom¹³ und ersetzten Haushaltsstrom¹⁴ differenziert.

Eine detaillierte Aufstellung über die jeweils angesetzten Förderungen enthält Anhang 5.5. Die sich damit ergebenden Fördersummen sind in den Ergebnissen ausgewiesen, müssen aber nicht zwingend in Anspruch genommen werden.

Betriebsgebundene Kosten

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

Die **Wartungskosten** werden in Anlehnung an die BTGA-Regel 3.001: Wartung heiztechnischer Anlagen [10] 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

¹³ Strom mit Wärmepumpentarif

¹⁴ Strom Haushaltstarif

einer zentralen Warmwasserversorgung im 6-Familienhaus notwendige regelmäßige Legionellenüberprüfung geht ebenfalls in diesen Kostenbestandteil ein.

Die **Schornsteinfegergebühren** werden anhand der Kehr- und Überprüfungsgebührenordnung ermittelt. Als Arbeitswert ergibt sich ein Betrag von 1,20 € zuzüglich Mehrwertsteuer [11].

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 Lagerisikos 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.

Die **Instandhaltungskosten** werden mit dem Instandhaltungsfaktor nach VDI 2067 Blatt 1 [6] in Abhängigkeit von den jeweiligen Investitionen der Anlagenkomponente vor Abzug der Förderungen ermittelt.

Kostenindex

Der Kostenindex gibt das Verhältnis der Jahresgesamtkosten des jeweiligen Systems im Verhältnis zu den entsprechenden Kosten des Vergleichssystems an.

2.3. Lüftung

Alle betrachteten Gebäude sind mindestens mit einer bedarfsgeführten Abluftanlage entsprechend Referenzausführung nach GEG ausgestattet. Im 6-Familienhaus wird dabei von wohnungsweisen Lüftungsanlagen ausgegangen. Eine Zu-/Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung kommt dann zum Einsatz, wenn die Anforderungen nach GEG bzw. Effizienzhaus 55 mit einer reinen Abluftanlage nicht erfüllt werden können.

Im Neubau wird von einer dichten Gebäudehülle mit durchgeführter Gebäudedichtheitsprüfung ausgegangen. Eine Lüftungstechnische Anlage verbessert die Raumluftqualität und kann möglichen bauphysikalischen Schäden vorbeugen.

2.4. Treibhausgasemissionen

Die bei der Beheizung eines Gebäudes entstehenden Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) bilden ein wesentliches Kriterium bei der ökologischen Bewertung unterschiedlicher Heizungs-systeme. THG-Emissionen (CO₂-Äquivalente) berücksichtigen zusätzlich zu Kohlenstoffdioxid die Klimawirksamkeit weiterer Emissionen. Die angesetzten energieträgerspezifischen Emissions-faktoren entsprechen den Vorgaben des GEG und sind in nachfolgender Tabelle angegeben.

Die Gutschrift an THG-Emissionen für in Photovoltaikanlagen erzeugten Strom erfolgt entsprechend dem vorgegebenen Berechnungsansatz des GEG. Analog zur Anrechnung beim Primärenergiebedarf kann eine Gutschrift nur erfolgen, wenn der PV-Strom vorrangig im Gebäude genutzt und nur der überschüssige Strom eingespeist wird¹⁵.

Energieträger	THG-Emissionsfaktor ¹⁶ [g CO ₂ -Äquivalent pro kWh]
Erdgas	240
Biomethan (100%)	140
Erdgas-Biomethan-Gemisch (15 % Biomethananteil) ¹⁷	225
Erdgas-Biomethan-Gemisch (55 % Biomethananteil) ¹⁷	185
Erdgas-Biomethan-Gemisch (65 % Biomethananteil) ¹⁷	175
Heizöl	310
Pellets	20
Strom - allgemeiner Strommix	560
Strom - Verdrängungsstrommix für KWK-Gutschrift	860
Nah-/Fernwärme (aus KWK mit fossilem Brennstoff)	180

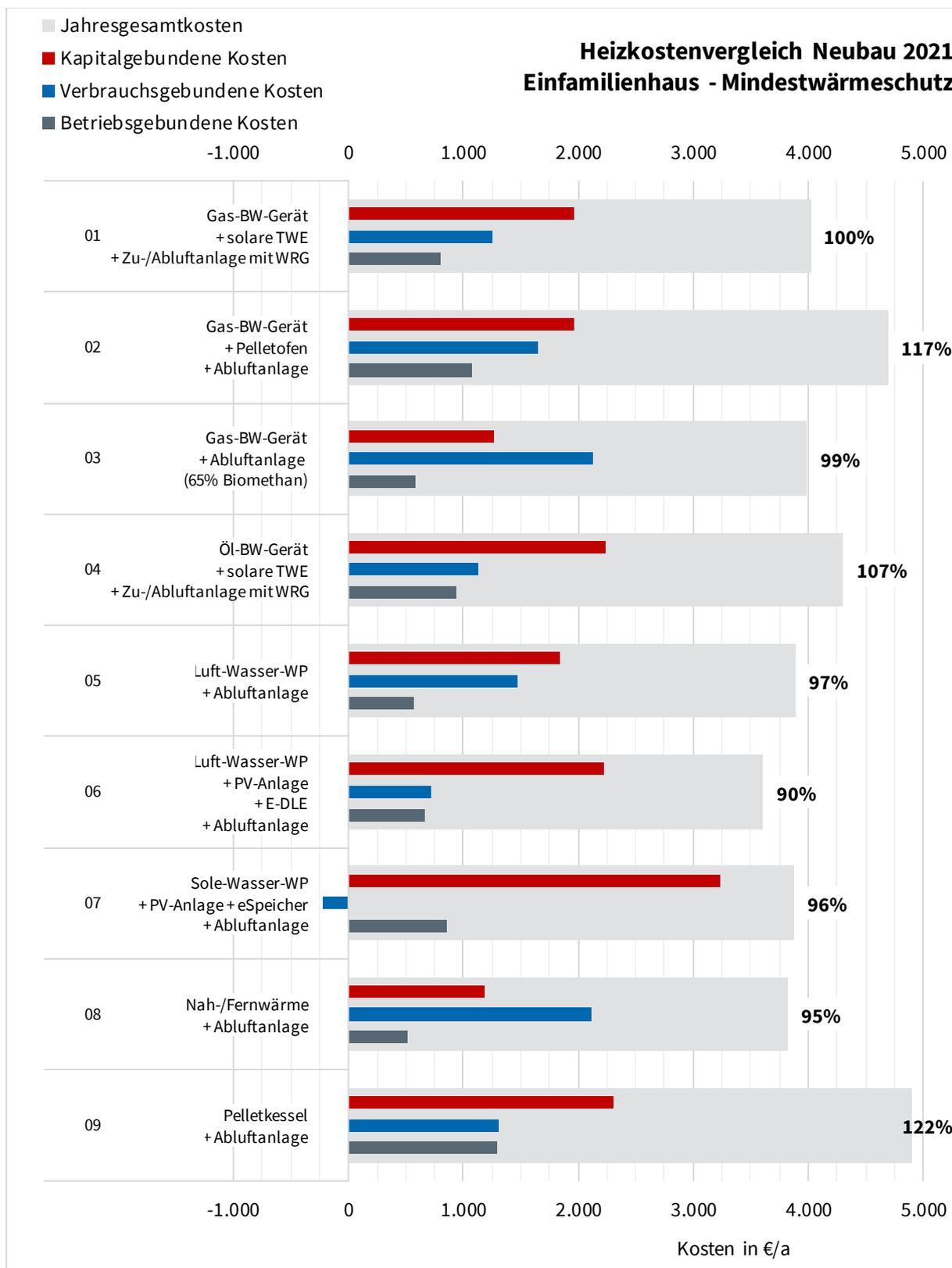
¹⁵ Damit erfolgt keine Anrechnung der THG-Emissionen im 6-FH, da hier 100% Einspeisung unterstellt ist.

¹⁶ Die Faktoren der Brennstoffe sind heizwertbezogen. Information: Die hier nach dem GEG verwendeten Werte weichen von denen des BEHG ab. [7]

¹⁷ Der THG-Emissionsfaktor wird mit dem jeweiligen Anteil an Biomethan im Erdgas-Biomethan-Gemisch ermittelt.

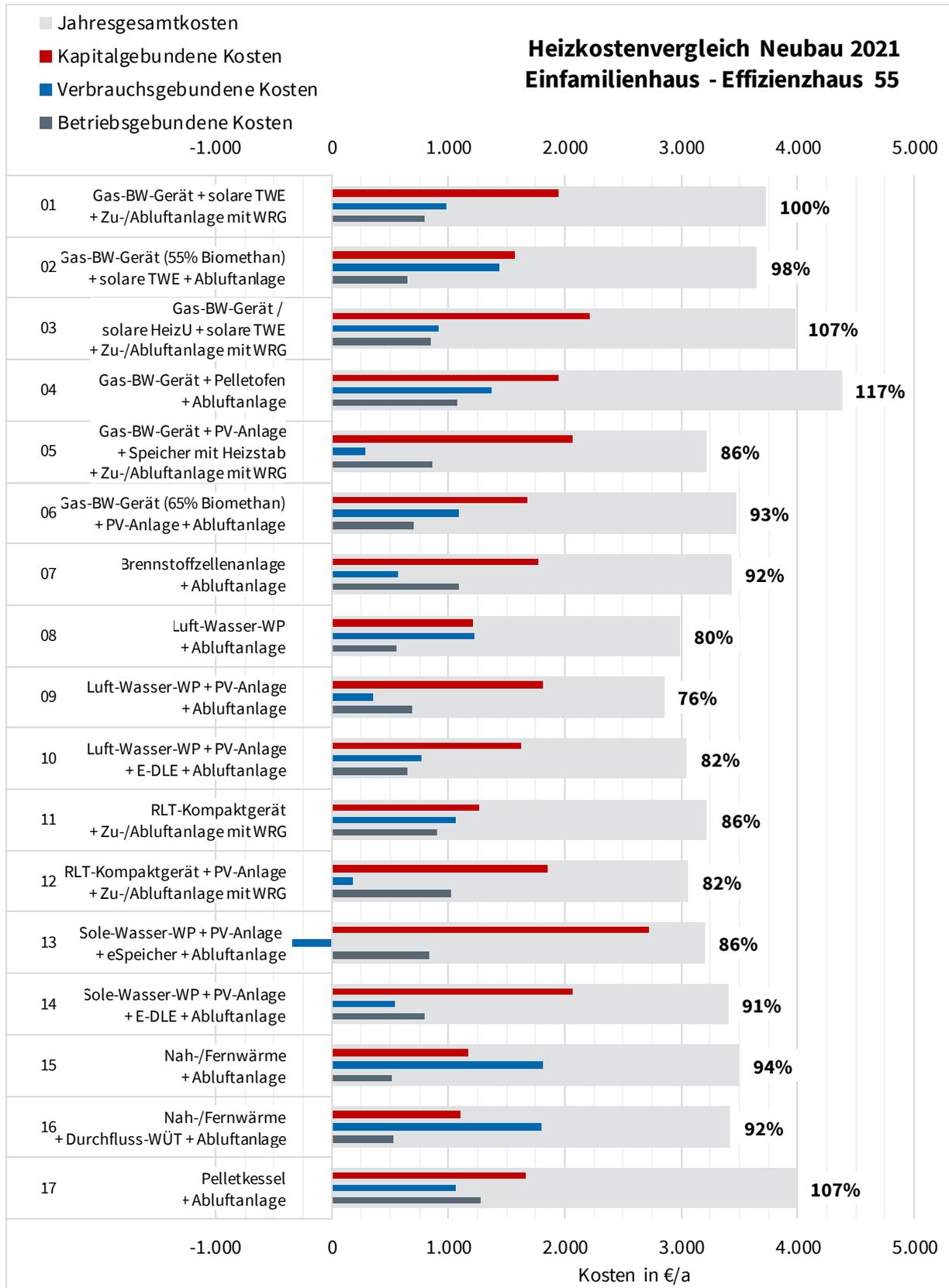
3 Ergebnisse

3.1. Einfamilienhaus: Mindestwärmeschutz nach GEG



EFH Neubau - Mindestwärmeschutz alle Beträge enthalten die jeweils gültige Mehrwertsteuer 19% / 7% 2021			HKV Neubau 2021										HKV Neubau 2021									
			01 Gas-BW-Gerät + solare TWE + Zu-/Abluftanlage mit WRG		02 Gas-BW-Gerät + Pelletofen + Abluftanlage		03 Gas-BW-Gerät + Abluftanlage (65% Biomethan)		04 Öl-BW-Gerät + solare TWE + Zu-/Abluftanlage mit WRG		05 Luft-Wasser-WP + Abluftanlage		06 Luft-Wasser-WP + PV-Anlage + E-DLE + Abluftanlage		07 Sole-Wasser-WP + PV-Anlage + eSpeicher + Abluftanlage		08 Nah-/Fernwärme + Abluftanlage		09 Pelletkessel + Abluftanlage			
Nutzfläche A _N 255.5 m ² Wohnfläche 150 m ²			Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE				
spez. Nutzenergiebedarf (Bezug: A _N)			kWh/m ² a		36,3	7,6	47,9	7,6	50,5	7,6	36,3	7,6	50,6	7,6	56,8	7,6	50,6	7,6	50,0	7,6	46,5	7,6
Nutzenergiebedarf			kWh/a		9.268	1.949	12.233	1.949	12.904	1.949	9.268	1.949	12.933	1.949	14.521	1.949	12.933	1.949	12.760	1.949	11.873	1.949
Wärmeenergiebedarf			kWh/a		10.151	5.024	13.388	5.218	14.121	5.218	10.151	5.024	14.213	5.218	15.966	2.014	14.213	5.218	13.964	5.218	13.808	5.218
spez. Primärenergiebedarf (Bezug: A _N)			kWh/m ² a		59,06		53,76		66,04		59,58		47,85		29,53		11,74		57,01		20,55	
primärenergetische Anlagenaufwandszahl			-		1,34		0,97		1,14		1,36		0,82		0,46		0,20		0,99		0,38	
Energieeffizienzklasse Endenergiebedarf			-		B		C		C		B		A+		A+		A+		C		C	
Jahresendenergiebedarf			kWh (Hi)		9.634	2.300	6.713	2.609	13.437	5.097	9.706	2.387	4.109	2.235	4.604	2.014	2.730	2.215	14.427	5.218	15.292	5.350
1.WE			kWh (Hs)		10.693	2.553	7.452	2.897	14.915	5.658	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.WE			kWh (Hi)		0	0	7.473	2.710	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hilfsenergiebedarf			kWh		1.089		801		724		1.065		447		392		629		450		623	
1.WE			€/kWh		0,0576	0,0576	0,0576	0,0576	0,0863	0,0863	0,0652	0,0652	0,2008	0,2008	0,2008	0,3151	0,2008	0,2008	0,0715	0,0715	0,0530	0,0530
2.WE			€/kWh		-	-	0,0650	0,0650	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hilfsenergie			€/kWh		0,3151		0,3151		0,3151		0,3151		0,2008		0,2008		0,2008		0,3151		0,3151	
1.WE			€/a		616	147	429	167	1.287	488	633	156	825	449	924	635	548	445	1.032	373	810	284
2.WE			€/a		-	-	486	176	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
notwendige Lagermenge			l bzw. t		-		-		-		1.200		-		-		-		-		4,2	
Zinskosten gelagerte Brennstoffe			€/a		-		-		-		8		-		-		-		-		11	
Grundpreis			€/a		143		143		124		-		103		103		103		570		-	
Kosten Hilfsenergie			€/a		343		252		228		336		90		79		126		142		196	
Summe Heizung / TWE			€/a		1.102	147	1.310	343	1.639	488	976	156	1.018	449	1.106	635	777	445	1.743	373	1.018	284
Stromvergütung/eingesparte Strombezugskosten			€/a		0		0		0		0		0		-1.027		-1.451		0		0	
Rückvergütung Energiesteuer			€/a		0		0		0		0		0		0		0		0		0	
Summe			€/a		1.249		1.653		2.128		1.132		1.467		714		-229		2.117		1.301	
Wärmeerzeuger / Regelung			€		4.000	6.900	10.200	3.200	4.000	1.700	7.000	6.900	14.700	2.700	25.400	750	35.600	2.700	4.400	1.700	14.100	2.000
Lüftungsanlage			€		9.000		3.000		3.000		9.000		3.000		3.000		3.000		3.000		3.000	
Wärmeübergabe / Leitungssystem			€		13.400	1.600	13.400	1.600	13.400	1.600	13.400	1.600	13.400	1.600	13.400	400	13.400	1.600	13.400	1.600	13.400	1.600
Schornstein / sonst. Baukosten			€		4.100		7.700		4.100		5.200		0		0		12.500		0		5.500	
Hausanschluss			€		2.100		2.100		2.100		0		0		0		0		3.600		0	
Brennstofflagerung			€		0		0		0		2.100		0		0		0		0		3.500	
Gas- / Elektroinstallation			€		600	400	700	100	600	100	500	400	400	100	400	100	400	100	500	100	500	100
Summe Heizung / TWE			€		33.200	8.900	37.100	4.900	27.200	3.400	37.200	8.900	31.500	4.400	42.200	1.250	64.900	4.400	24.900	3.400	40.000	3.700
Summe Heizung + TWE			€		42.100		42.000		30.600		46.100		35.900		43.450		69.300		28.300		43.700	
Förderung gesamt			€		0		0		0		0		0		0		0		0		0	
Wärmeerzeuger / Regelung			€/a		267	422	749	196	267	104	467	422	981	165	1.524	58	1.981	165	269	104	1.097	122
Lüftungsanlage			€/a		550		183		183		550		183		183		183		183		183	
Wärmeübergabe / Leitungssystem			€/a		426	71	426	71	426	71	426	71	426	71	426	18	426	71	426	71	426	71
Schornstein / sonst. Baukosten			€/a		130		245		130		165		0		0		398		0		175	
Hausanschluss			€/a		67		67		67		0		0		0		0		115		0	
Brennstofflagerung			€/a		0		0		0		108		0		0		0		0		214	
Gas- / Elektroinstallation			€/a		19	13	22	3	19	3	16	13	13	3	13	3	13	3	16	3	16	3
Summe Heizung / TWE			€/a		1.460	506	1.693	270	1.093	179	1.733	506	1.603	240	2.147	79	3.002	240	1.009	179	2.112	197
Förderung			€/a		0		0		0		0		0		0		0		0		0	
Summe Heizung + TWE			€/a		1.966		1.964		1.272		2.239		1.843		2.226		3.242		1.188		2.309	
Wartung / Schornsteinfegergebühren			€/a		435		541		290		465		245		270		305		215		530	
Instandhaltungskosten			€/a		372		536		298		427		331		309		468		299		761	
Heizkostenabrechnung			€/a		0		0		0		0		0		0		0		0		0	
Versicherung			€/a		0		0		0		45		0		88		88		0		0	
Summe Heizung + TWE			€/a		807		1.077		588		936		576		667		861		514		1.291	
Summe Heizung / TWE			€/a		3.369	653	4.081	613	3.320	667	3.646	662	3.197	688	2.892	714	3.189	684	3.267	552	4.421	480
Summe Heizung + TWE			€/a		4.022		4.694		3.987		4.307		3.886		3.606		3.873		3.819		4.902	
Kostenindex			-		100%		117%		99%		107%		97%		90%		96%		95%		122%	
Summe			kg/a		3.474		2.890		3.649		4.346		3.803		2.347		933		3.788		762	
THG-Emissionen			-		100%		83%		105%		125%		109%		68%		27%		109%		22%	

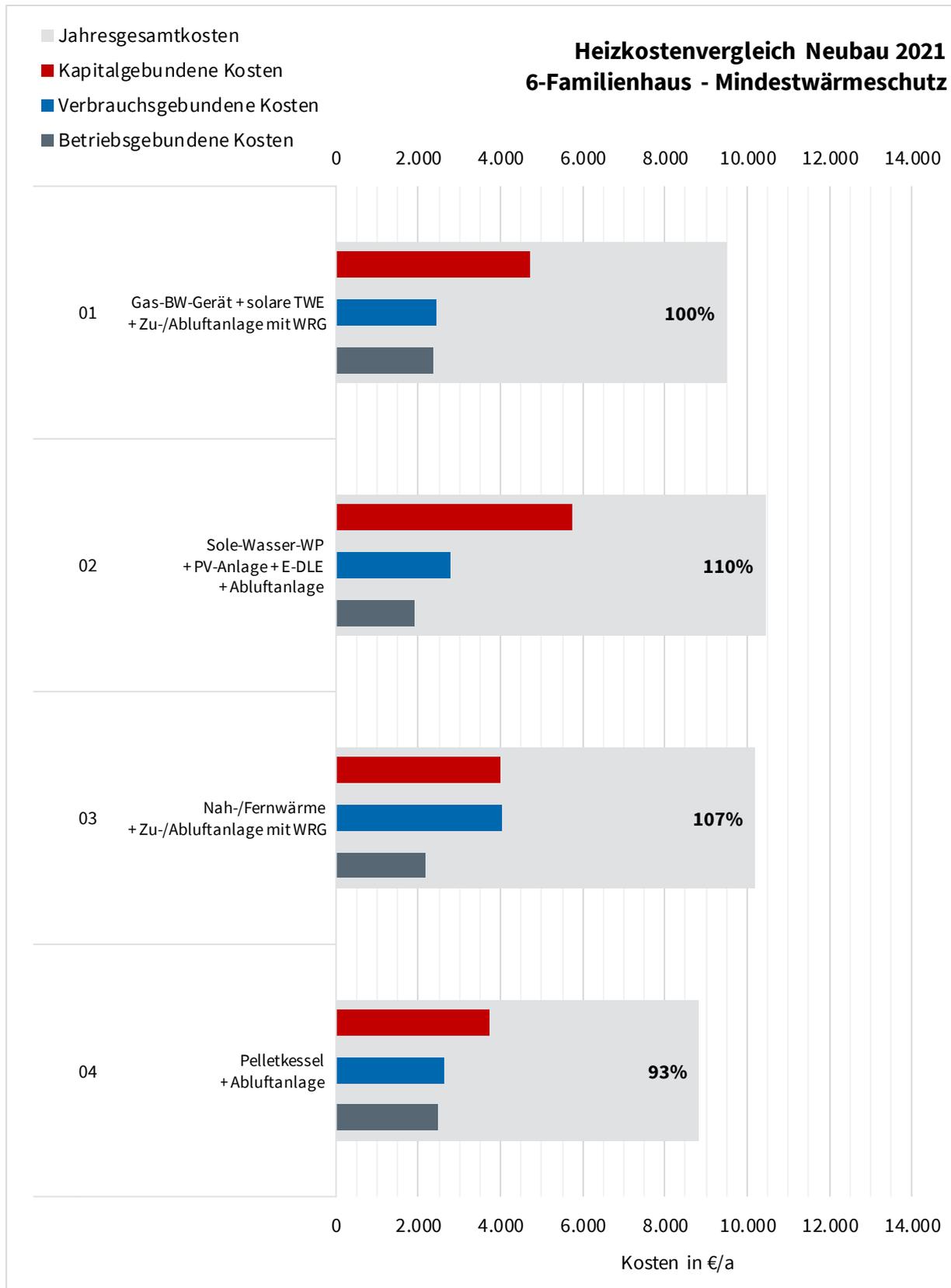
3.2. Einfamilienhaus: Wärmeschutz Effizienzhaus 55



EFH Neubau – Effizienzhaus 55 alle Beträge enthalten die jeweils gültige Mehrwertsteuer 19% / 7% 2021 Nutzfläche A _n 255,5 m ² Wohnfläche 150 m ²			HKV Neubau 2021										HKV Neubau 2021											
			01		02		03		04		05		06		07		08		09		10		11	
			Gas-BW-Gerät + solare TWE + Zu-/Abluftanlage mit WRG		Gas-BW-Gerät + solare TWE + Abluftanlage (55% Biomethan)		Gas-BW-Gerät / solare HeizU + solare TWE + Zu-/Abluftanlage mit WRG		Gas-BW-Gerät + Pelletofen + Abluftanlage		Gas-BW-Gerät + PV-Anlage + Speicher/Heizstab + Zu-/Abluftanlage mit WRG		Gas-BW-Gerät + PV-Anlage + Abluftanlage (65% Biomethan)		Brennstoffzellenanlage + Abluftanlage		Luft-Wasser-WP + Abluftanlage		Luft-Wasser-WP + PV-Anlage + Abluftanlage		Luft-Wasser-WP + PV-Anlage + E-DLE + Abluftanlage		RLT-Kompaktgerät + Zu-/Abluftanlage mit WRG	
	Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE		
spezi. Nutzenergiebedarf (Bezug: A _n)	kWh/m ² a		22,9	7,6	36,4	7,6	22,7	7,6	33,7	7,6	22,4	7,6	36,1	7,6	36,1	7,6	36,2	7,6	36,2	7,6	41,9	7,6	22,8	7,6
Nutzenergiebedarf	kWh/a		5.842	1.949	9.307	1.949	5.804	1.949	8.599	1.949	5.722	1.949	9.218	1.949	9.218	1.949	9.248	1.949	9.248	1.949	10.716	1.949	5.817	1.949
Wärmeenergiebedarf	kWh/a		6.421	5.017	10.204	5.019	6.379	5.122	9.429	5.211	6.289	5.328	10.106	5.211	10.136	5.211	10.190	5.211	10.190	5.211	11.805	2.014	6.393	5.209
spezi. Primärenergiebedarf (Bezug: A _n)	kWh/m ² a		43,11	46,10	46,10	46,10	38,18	43,12	43,12	47,93	47,93	47,93	39,61	39,61	39,47	39,47	19,83	19,83	19,83	19,83	20,98	20,98	33,47	33,47
primärenergetische Anlagenaufwandszahl	-		1,41	1,05	1,05	1,05	1,26	1,04	1,04	1,60	1,60	1,10	0,91	0,91	0,90	0,90	0,45	0,45	0,45	0,45	0,42	0,42	1,10	1,10
Energieeffizienzklasse Endenergiebedarf	-		A		A		A		B		A		B		B		A+		A+		A+		A+	
Jahresendenergiebedarf	1.WE	kWh (Hi)	6.107	2.314	9.695	2.301	5.389	1.854	4.735	2.636	5.981	3.233	9.601	5.131	22.410	2.963	2.231	2.963	2.231	3.424	2.014	1.866	2.232	
	1.WE	kWh (Hs)	6.779	2.569	10.761	2.554	5.982	2.057	5.256	2.926	6.639	3.588	10.657	5.695	24.875	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2.WE	kWh (Hi)	0	0	0	0	0	0	5.369	2.741	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hilfsenergiebedarf	kWh		972	679	679	679	993	714	714	931	931	635	293	293	407	407	407	407	407	358	358	653	653	
Arbeitspreis	1.WE	€/kWh	0,0576	0,0576	0,0819	0,0819	0,0576	0,0576	0,0576	0,0576	0,0576	0,0576	0,0863	0,0863	0,0576	0,0576	0,2008	0,2008	0,2008	0,2008	0,2008	0,3151	0,2008	
	2.WE	€/kWh	-	-	-	-	-	-	0,0650	0,0650	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Hilfsenergie	€/kWh	0,3151	0,3151	0,3151	0,3151	0,3151	0,3151	0,3151	0,3151	0,3151	0,3151	0,3151	0,3151	0,3151	0,2008	0,2008	0,2008	0,2008	0,2008	0,2008	0,2008	0,2008	
Jahresenergiekosten	1.WE	€/a	390	148	881	209	345	119	303	169	382	207	920	492	1.433	595	448	595	448	687	634	375	448	
	2.WE	€/a	-	-	-	-	-	-	349	178	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
notwendige Lagermenge	l bzw. t		-	-	-	-	-	1,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Zinskosten gelagerte Brennstoffe	€/a		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Grundpreis	€/a		143	127	127	127	143	143	143	143	143	124	143	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	
Kosten Hilfsenergie	€/a		306	214	214	214	313	225	225	293	200	92	82	82	82	82	82	82	82	72	72	131	131	
Summe Heizung / TWE	€/a		840	148	1.222	209	800	119	1.020	347	819	207	1.244	492	1.668	780	448	780	448	862	634	609	448	
Stromvergütung/eingesparte Bezugskosten	€/a		0	0	0	0	0	0	0	-745	-644	-1.017	0	-875	-725	-725	-725	-725	-725	-725	-725	0	0	
Rückvergütung Energiesteuer	€/a		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Summe	€/a		988	1.431	1.431	1.431	919	1.366	1.366	280	1.091	563	1.228	353	1.228	353	353	353	772	772	1.057	1.057		
Investitionen	Wärmeerzeuger / Regelung	€	3.900	6.900	3.900	6.900	8.300	6.900	10.100	3.200	12.200	2.200	12.200	1.700	24.100	13.500	2.700	24.500	2.700	24.100	750	20.800	20.800	
	Lüftungsanlage	€	9.000	3.000	3.000	3.000	9.000	3.000	3.000	9.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	0	
	Wärmeübergabe / Leitungssystem	€	12.900	1.600	12.900	1.600	12.900	1.600	12.900	1.600	12.900	1.600	12.900	1.600	12.900	1.600	12.900	1.600	12.900	1.600	12.900	400	12.900	1.600
	Schornstein / sonst. Baukosten	€	4.100	4.100	4.100	4.100	4.100	7.700	4.100	4.100	4.100	4.100	4.100	4.100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Hausanschluss	€	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Brennstofflagerung	€	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Gas- / Elektroinstallation	€	600	400	600	400	600	400	700	100	600	100	600	100	1.400	100	400	100	400	100	400	100	450	100
	Summe Heizung / TWE	€	32.600	8.900	26.600	8.900	37.000	8.900	36.500	4.900	40.900	3.900	34.900	3.400	47.600	1.700	29.800	4.400	40.800	4.400	40.400	1.250	34.150	1.700
	Summe Heizung + TWE	€	41.500	35.500	35.500	35.500	45.900	41.400	41.400	44.800	38.300	49.300	34.200	49.300	34.200	45.200	41.650	41.650	41.650	41.650	41.650	35.850	35.850	
Förderung gesamt	€	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11.200	8.250	8.250	8.250	8.250	8.250	8.250	8.250	8.250	8.250	8.250		
Kapitalgebundene Kosten	Wärmeerzeuger / Regelung	€/a	260	422	260	422	529	422	743	196	685	135	685	104	1.608	900	165	1.464	165	1.437	58	1.272	1.272	
	Lüftungsanlage	€/a	550	183	183	183	550	183	183	550	183	183	183	183	183	183	183	183	183	183	183	183	0	
	Wärmeübergabe / Leitungssystem	€/a	411	71	411	71	411	71	411	71	411	71	411	71	411	71	411	71	411	71	411	18	411	71
	Schornstein / sonst. Baukosten	€/a	130	130	130	130	130	245	130	130	130	130	130	130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Hausanschluss	€/a	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Brennstofflagerung	€/a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Gas- / Elektroinstallation	€/a	19	13	19	13	19	13	22	3	19	3	19	3	45	3	13	3	13	3	13	3	14	3
	Summe Heizung / TWE	€/a	1.437	506	1.071	506	1.707	506	1.671	270	1.863	209	1.496	179	2.443	75	1.507	240	2.071	240	2.044	79	1.697	75
	Förderung	€/a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-747	-543	-494	-497	-497	-497	-497	-497	-497	-497	-505	
Summe Heizung + TWE	€/a	1.944	1.577	2.213	1.941	2.072	1.674	1.771	1.204	1.816	1.627	1.267	1.267											
Betriebsgebundene Kosten	Wartung / Schornsteinfegergebühren	€/a	435	315	445	541	445	325	510	245	280	270	350											
	Instandhaltungskosten	€/a	365	329	398	530	333	292	586	314	314	291	551											
	Heizkostenabrechnung	€/a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0											
	Versicherung	€/a	0	0	0	0	88	88	88	88	88	88	88											
Summe Heizung + TWE	€/a	800	644	843	1.071	865	704	1.095	559	682	649	901												
Jahresgesamtkosten	Summe Heizung / TWE	€/a	3.077	654	2.937	715	3.350	625	3.761	617	2.802	416	2.800	670	3.355	75	2.303	688	2.163	688	2.334	714	2.702	523
	Summe Heizung + TWE	€/a	3.731	3.652	3.975	4.378	3.217	3.470	3.429	2.991	2.851	3.048	3.224											
	Kostenindex	-	100%	98%	107%	117%	86%	93%	92%	80%	76%	82%	86%											
THG-Emissionen	Summe	kg/a	2.565	2.599	2.294	2.331	2.330	2.799	917	3.137	1.576	1.667	2.660											
	THG-Emissionen Index	-	100%	101%	89%	91%	91%	109%	36%	122%	61%	65%	104%											

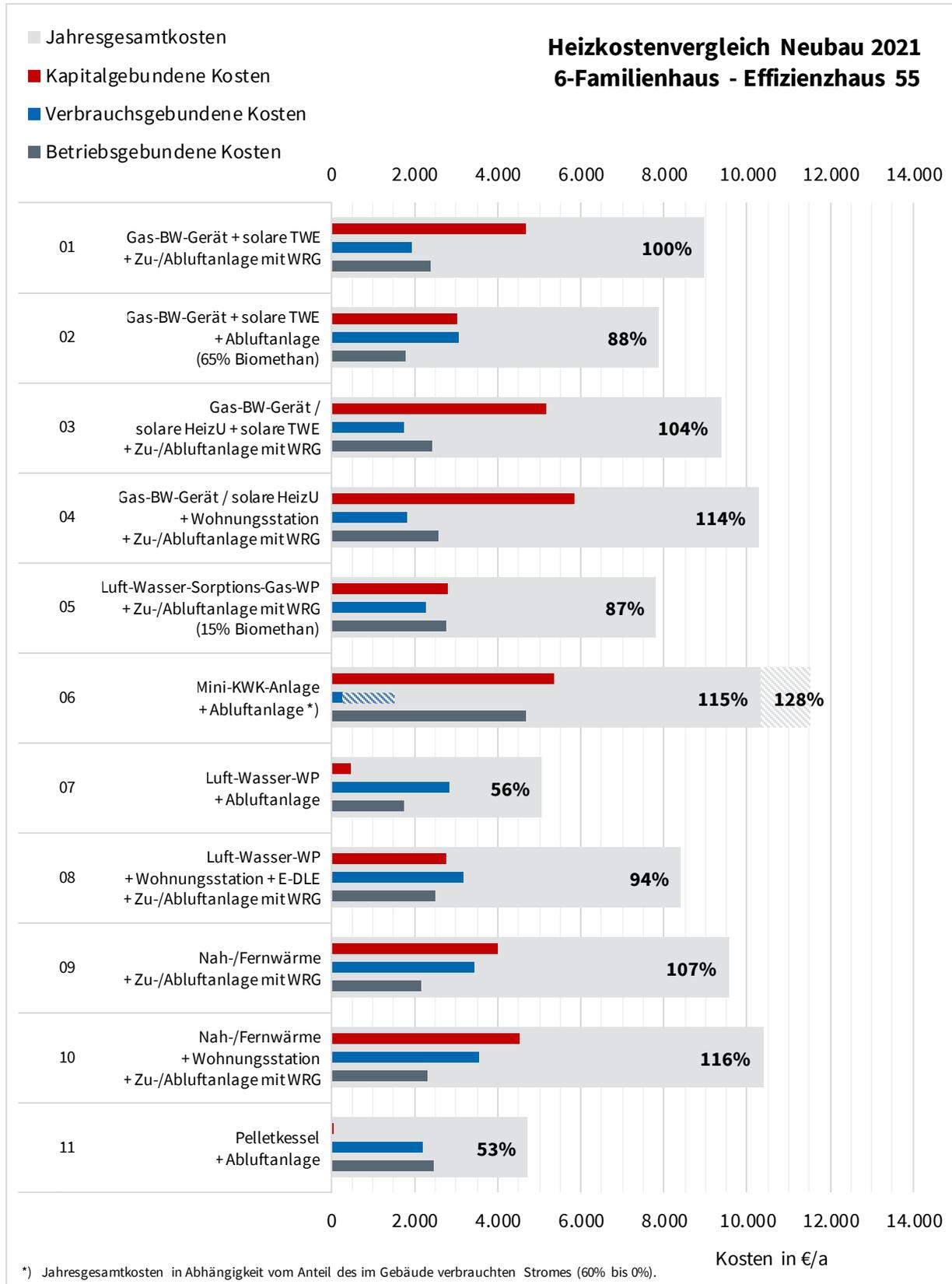
EFH Neubau – Effizienzhaus 55 alle Beträge enthalten die jeweils gültige Mehrwertsteuer 19% / 7% 2021 Nutzfläche A _N 255.5 m ² Wohnfläche 150 m ²			HKV Neubau 2021						HKV Neubau 2021					
			12		13		14		15		16		17	
			RLT-Kompaktgerät + PV-Anlage + Zu-/Abluftanlage mit WRG		Sole-Wasser-WP + PV-Anlage + eSpeicher + Abluftanlage		Sole-Wasser-WP + PV-Anlage + E-DLE + Abluftanlage		Nah-/Fernwärme + Abluftanlage		Nah-/Fernwärme + Durchfluss-WÜT + Abluftanlage		Pelletkessel + Abluftanlage	
		Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE	
spezi. Nutzenergiebedarf (Bezug: A _N)	kWh/m ² a	22,8	7,6	36,2	7,6	41,9	7,6	35,6	7,6	36,5	7,6	32,4	7,6	
Nutzenergiebedarf	kWh/a	5.817	1.949	9.244	1.949	10.712	1.949	9.084	1.949	9.334	1.949	8.270	1.949	
Wärmeenergiebedarf	kWh/a	6.393	5.209	10.191	5.211	11.806	2.014	9.960	5.211	10.234	4.638	9.883	5.211	
spez. Primärenergiebedarf (Bezug: A _N)	kWh/m ² a	16,17		9,07		16,18		45,74		44,92		16,84		
primärenergetische Anlagenaufwandszahl	-	0,53		0,21		0,33		1,06		1,02		0,42		
Energieeffizienzklasse Endenergiebedarf	-	A+		A+		A+		B		B		B		
Verbrauchsgebundene Kosten	1.WE	kWh (Hi)	1.866	2.232	1.959	2.212	2.268	2.014	10.421	5.211	10.696	4.638	11.105	5.407
	1.WE	kWh (Hs)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2.WE	kWh (Hi)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Hilfsenergiebedarf	kWh	653		552		472		412		413		556	
	1.WE	€/kWh	0,2008	0,2008	0,2008	0,2008	0,2008	0,3151	0,0715	0,0715	0,0715	0,0715	0,0530	0,0530
	2.WE	€/kWh	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Hilfsenergie	€/kWh	0,2008		0,2008		0,2008		0,3151		0,3151		0,3151	
	1.WE	€/a	375	448	393	444	455	634	745	373	765	332	589	287
	2.WE	€/a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	notwendige Lagermenge	l bzw. t	-		-		-		-		-		3,4	
	Zinskosten gelagerte Brennstoffe	€/a	-		-		-		-		-		9	
	Grundpreis	€/a	103		103		103		570		570		-	
	Kosten Hilfsenergie	€/a	131		111		95		130		130		175	
	Summe Heizung / TWE	€/a	609	448	607	444	653	634	1.445	373	1.465	332	772	287
Stromvergütung/eingesparte Strombezugskosten	€/a	-878		-1.399		-741		0		0		0		
Rückvergütung Energiesteuer	€/a	-		-		-		-		-		-		
Summe	€/a	179		-348		546		1.818		1.796		1.059		
Investitionen	Wärmeerzeuger / Regelung	€	31.800		35.000	2.700	25.400	750	4.400	1.700	4.900		13.800	2.000
	Lüftungsanlage	€	0		3.000		3.000		3.000		3.000		3.000	
	Wärmeübergabe / Leitungssystem	€	12.900	1.600	12.900	1.600	12.900	400	12.900	1.600	12.900	1.600	12.900	1.600
	Schornstein / sonst. Baukosten	€	0		10.800		10.800		0		0		5.300	
	Hausanschluss	€	0		0		0		3.600		3.600		0	
	Brennstofflagerung	€	0		0		0		0		0		3.500	
	Gas- / Elektroinstallation	€	450	100	400	100	400	100	500	100	500	100	500	100
	Summe Heizung / TWE	€	45.150	1.700	62.100	4.400	52.500	1.250	24.400	3.400	24.900	1.700	39.000	3.700
Summe Heizung + TWE	€	46.850		66.500		53.750		27.800		26.600		42.700		
Förderung gesamt	€	8.250		8.250		8.250		0		0		8.250		
Kapitalgebundene Kosten	Wärmeerzeuger / Regelung	€/a	1.835		1.945	165	1.444	58	269	104	300		1.074	122
	Lüftungsanlage	€/a	0		183		183		183		183		183	
	Wärmeübergabe / Leitungssystem	€/a	411	71	411	71	411	18	411	71	411	71	411	71
	Schornstein / sonst. Baukosten	€/a	0		344		344		0		0		169	
	Hausanschluss	€/a	0		0		0		115		115		0	
	Brennstofflagerung	€/a	0		0		0		0		0		214	
	Gas- / Elektroinstallation	€/a	14	3	13	3	13	3	16	3	16	3	16	3
	Summe Heizung / TWE	€/a	2.260	75	2.895	240	2.394	79	994	179	1.024	75	2.067	197
	Förderung	€/a	-476		-417		-412		0		0		-603	
	Summe Heizung + TWE	€/a	1.859		2.718		2.062		1.172		1.099		1.661	
Betriebsgebundene Kosten	Wartung / Schornsteinfegergebühren	€/a	385		305		295		215		240		530	
	Instandhaltungskosten	€/a	551		440		412		294		287		745	
	Heizkostenabrechnung	€/a	0		0		0		0		0		0	
	Versicherung	€/a	88		88		88		0		0		0	
Summe Heizung + TWE	€/a	1.024		833		795		509		527		1.275		
Jahresgesamtkosten	Summe Heizung / TWE	€/a	2.538	523	2.519	684	2.689	714	2.948	551	3.016	406	3.511	483
	Summe Heizung + TWE	€/a	3.061		3.202		3.403		3.499		3.422		3.995	
	Kostenindex	-	82%		86%		91%		94%		92%		107%	
THG-Emissionen	Summe	kg/a	1.285		721		1.286		3.045		2.991		641	
	THG-Emissionen Index	-	50%		28%		50%		119%		117%		25%	

3.3. 6-Familienhaus: Mindestwärmeschutz nach GEG



6-FH Neubau - Mindestwärmeschutz			HKV Neubau 2021								
alle Beträge enthalten die jeweils gültige Mehrwertsteuer											
19% / 7% 2021											
			01		02		03		04		
			Gas-BW-Gerät + solare TWE + Zu-/Abluftanlage mit WRG		Sole-Wasser-WP + PV-Anlage + E-DLE + Abluftanlage		Nah-/Fernwärme + Zu-/Abluftanlage mit WRG		Pelletkessel + Abluftanlage		
			Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE	
			Nutzfläche A _N 605,1 m ²								
			Wohnfläche 500 m ²								
Verbrauchsgebundene Kosten	spez. Nutzenergiebedarf (Bezug: A _N)	kWh/m ² a	25,0	10,9	42,7	10,7	25,0	10,9	37,9	10,9	
	Nutzenergiebedarf	kWh/a	15.104	6.588	25.814	6.456	15.104	6.588	22.908	6.588	
	Wärmeenergiebedarf	kWh/a	20.343	13.996	31.809	6.817	20.343	13.888	29.837	13.888	
	spez. Primärenergiebedarf (Bezug: A _N)	kWh/m ² a	53,72		45,09		45,09		18,45		
	primärenergetische Anlagenaufwandszahl	-	1,50		0,85		1,26		0,38		
	Energieeffizienzklasse Endenergiebedarf	-	A		A+		B		C		
	Jahresendenergiebedarf	1.WE	kWh (Hi)	19.710	6.464	7.447	6.817	21.044	13.888	33.182	13.915
		1.WE	kWh (Hs)	21.878	7.175	-	-	-	-	-	-
		2.WE	kWh (Hi)	0	0	0	0	0	0	0	0
	Hilfsenergiebedarf		kWh	2.062		893		1.573		968	
		1.WE	€/kWh	0,0563	0,0563	0,2008	0,3151	0,0712	0,0712	0,0490	0,0490
		2.WE	€/kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
	Arbeitspreis	Hilfsenergie	€/kWh	0,3151		0,2008		0,3151		0,3151	
		1.WE	€/a	1.232	404	1.495	2.148	1.498	989	1.626	682
		2.WE	€/a	-	-	-	-	-	-	-	-
	Jahresenergiekosten										
	notwendige Lagermenge	l bzw. t		-	-	-	-	-	-	9,6	
	Zinskosten gelagerte Brennstoffe	€/a		-	-	-	-	-	-	23	
	Grundpreis	€/a		147	119	1060					
	Kosten Hilfsenergie	€/a		650	179	496				305	
Summe Heizung / TWE	€/a		2.029	404	1.794	2.148	3.054	989	1.954	682	
Stromvergütung/eingesparte Strombezugskosten	€/a		-	-	-1.174	-	-	-	-	-	
Rückvergütung Energiesteuer	€/a		-	-	-	-	-	-	-	-	
Summe	€/a		2.433		2.768		4.043		2.636		
Investitionen	Wärmeerzeuger / Regelung	€	4.600	11.700	51.500	4.500	4.700	2.300	16.100	2.500	
	Lüftungsanlage	€	42.000		15.000		42.000		15.000		
	Wärmeübergabe / Leitungssystem	€	16.600	2.800	19.100	600	16.600	2.800	16.600	2.800	
	Schornstein / sonst. Baukosten	€	4.600		22.400		0		7.300		
	Hausanschluss	€	2.300		0		3.800		0		
	Brennstofflagerung	€	0		0		0		4.600		
	Gas- / Elektroinstallation	€	600	400	400	300	500	100	500	100	
	Summe Heizung / TWE	€	70.700	14.900	108.400	5.400	67.600	5.200	60.100	5.400	
Summe Heizung + TWE	€	85.600		113.800		72.800		65.500			
Förderung	gesamt	€	0		0		0		0		
Kapitalgebundene Kosten	Wärmeerzeuger / Regelung	€/a	307	716	2.881	350	287	141	1.253	153	
	Lüftungsanlage	€/a	2.569		917		2.569		917		
	Wärmeübergabe / Leitungssystem	€/a	741	125	853	27	741	125	741	125	
	Schornstein / sonst. Baukosten	€/a	146		713		0		232		
	Hausanschluss	€/a	73		0		121		0		
	Brennstofflagerung	€/a	0		0		0		281		
	Gas- / Elektroinstallation	€/a	19	13	13	10	16	3	16	3	
	Summe Heizung / TWE	€/a	3.855	853	5.377	387	3.734	269	3.441	281	
Förderung	€/a	0		0		0		0			
Summe Heizung + TWE	€/a	4.709		5.764		4.003		3.722			
Betriebsgebundene Kosten	Wartung / Schornsteinfegergebühren	€/a	1.072		590		935		843		
	Instandhaltungskosten	€/a	654		802		579		981		
	Heizkostenabrechnung	€/a	650		440		650		650		
	Versicherung	€/a	0		88		0		0		
Summe Heizung + TWE	€/a	2.375		1.920		2.164		2.474			
Jahresgesamtkosten	Summe Heizung / TWE	€/a	8.259	1.257	7.917	2.534	8.952	1.258	7.869	963	
	Summe Heizung + TWE	€/a	9.516		10.452		10.210		8.832		
	Kostenindex	-	100%		110%		107%		93%		
THG-Emissionen	Summe	kg/a	7.437		8.488		7.169		1.484		
	THG-Emissionen Index	-	100%		114%		96%		20%		

3.4. 6-Familienhaus: Wärmeschutz Effizienzhaus 55



6-FH Neubau – Effizienzhaus 55 alle Beträge enthalten die jeweils gültige Mehrwertsteuer 19% / 7% 2021 Nutzfläche A _n 605,1 m ² Wohnfläche 500 m ²			HKV Neubau 2021										HKV Neubau 2021												
			01		02		03		04		05		06		07		08		09		10		11		
			Gas-BW-Gerät + solare TWE + Zu-/Abluftanlage mit WRG		Gas-BW-Gerät + solare TWE + Abluftanlage (65% Biomethan)		Gas-BW-Gerät / solare HeizU + solare TWE + Zu-/Abluftanlage mit WRG		Gas-BW-Gerät / solare HeizU + Wohnungsstation + Zu-/Abluftanlage mit WRG		Luft-Wasser-Sorption-Gas-WP + Zu-/Abluftanlage mit WRG (15% Biomethan)		Mini-KWK-Anlage + Abluftanlage		Luft-Wasser-WP + Abluftanlage		Luft-Wasser-WP + Wohnungsstation + E-DLE + Zu-/Abluftanlage mit WRG		Nah-/Fernwärme + Zu-/Abluftanlage mit WRG		Nah-/Fernwärme + Wohnungsstation + Zu-/Abluftanlage mit WRG		Pelletkessel + Abluftanlage		
		Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE	Heizung	TWE		
Verbrauchsgebundene Kosten	spez. Nutzenergiebedarf (Bezug: A _n)	kWh/m ² a	14,0	10,9	25,3	10,9	14,0	10,9	14,9	10,9	15,0	10,9	25,3	10,9	27,0	10,9	15,9	10,8	14,0	10,9	14,6	10,9	25,3	10,9	
	Nutzenergiebedarf	kWh/a	8.468	6.588	15.288	6.588	8.468	6.588	8.987	6.588	9.063	6.588	15.288	6.588	16.317	6.588	9.645	6.555	8.468	6.588	8.812	6.588	15.288	6.588	
	Wärmeenergiebedarf	kWh/a	12.357	13.990	21.067	13.991	12.357	14.505	12.221	13.395	12.223	13.882	21.067	14.448	21.012	13.883	12.170	12.231	12.357	13.882	11.994	14.184	21.067	13.883	
	spez. Primärenergiebedarf (Bezug: A _n)	kWh/m ² a	39,50		40,77		34,46		34,72		40,30		28,46		40,38		40,15		35,41		36,55		15,24		
	primärenergetische Anlagenaufwandszahl	-	1,59		1,13		1,38		1,35		1,56		0,79		1,07		1,50		1,42		1,44		0,42		
	Energieeffizienzklasse Endenergiebedarf	-	A		A		A+		A+		A		B		A+		A+		A		A		B		
	Jahresendenergiebedarf	1.WE	kWh (Hi)	12.078	6.639	20.481	6.456	10.538	5.286	10.492	4.910	8.546	10.845	29.231	20.082	6.959	5.937	5.632	3.058	13.054	13.882	12.690	14.184	24.078	14.007
		1.WE	kWh (Hs)	13.406	7.369	22.734	7.166	11.697	5.868	11.646	5.450	9.486	12.038	32.447	22.291	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		2.WE	kWh (Hi)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.058	0	0	0	0	0	0
	Hilfsenergiebedarf	kWh	1.839		1.134		1.914		2.258		2.344		601		679		1.747		1.427		1.836		892		
	Arbeitspreis	1.WE	€/kWh	0,0576	0,0576	0,0858	0,0858	0,0576	0,0576	0,0576	0,0576	0,0642	0,0642	0,0556	0,0556	0,2008	0,2008	0,2008	0,2008	0,0712	0,0712	0,0712	0,0712	0,0500	0,0500
		2.WE	€/kWh	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3151	-	-	-	-	-	-	
		Hilfsenergie	€/kWh	0,3151		0,3151		0,3151		0,3151		0,3151		0,3151		0,2008		0,2008		0,3151		0,3151		0,3151	
	Jahresenergiekosten	1.WE	€/a	772	424	1.951	615	674	338	671	314	609	773	1.804	1.239	1.397	1.192	1.131	614	929	988	904	1.010	1.204	700
		2.WE	€/a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	964	-	-	-	-	-	-	
	notwendige Lagermenge	l bzw. t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,8	
	Zinskosten gelagerte Brennstoffe	€/a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19	
	Grundpreis	€/a	143		126		143		143		139		212		119		119		1.060		1.060		-	-	
	Kosten Hilfsenergie	€/a	579		357		603		712		738		189		136		351		450		578		281		
	Summe Heizung / TWE	€/a	1.495	424	2.433	615	1.420	338	1.525	314	1.486	773	2.205	1.239	1.653	1.192	1.601	1.578	2.439	988	2.542	1.010	1.504	700	
Stromvergütung/ingesparte Strombezugskosten	€/a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-2.867	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Rückvergütung Energiesteuer	€/a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-294	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Summe	€/a	1.919		3.048		1.758		1.839		2.259		284		2.845		3.178		3.427		3.552		2.204			
Investitionen	Wärmeerzeuger / Regelung	€	4.600	11.700	4.600	11.700	12.500	11.700	12.500	24.300	37.000	42.600	23.900	4.000	23.400	15.600	4.700	2.300	4.700	12.600	16.100	2.500	2.500		
	Lüftungsanlage	€	42.000		15.000		42.000		42.000		42.000		15.000		42.000		42.000		42.000		42.000		15.000		
	Wärmeübergabe / Leitungssystem	€	16.200	2.800	16.200	2.800	16.200	2.800	16.200	900	18.400	2.800	16.200	2.800	18.400	900	16.200	2.800	16.200	900	16.200	900	16.200	2.800	
	Schornstein / sonst. Baukosten	€	4.600		4.600		4.600		4.600		0		4.600		0		0		0		0		6.800		
	Hausanschluss	€	2.300		2.300		2.300		2.300		2.300		2.300		0		0		3.800		3.800		0		
	Brennstofflagerung	€	0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		4.400		
	Gas- / Elektroinstallation	€	600	400	600	400	600	400	600	400	1.000	100	1.400	100	400	100	400	100	500	100	500	100	500	100	
	Summe Heizung / TWE	€	70.300	14.900	43.300	14.900	78.200	14.900	78.200	25.600	100.700	2.900	82.100	2.900	57.700	6.900	84.200	16.600	67.200	5.200	67.200	13.600	59.000	5.400	
	Summe Heizung + TWE	€	85.200		58.200		93.100		103.800		103.600		85.000		64.600		100.800		72.400		80.800		64.400		
	Förderung	gesamt	€	0		0		0		0		49.500		0		49.500		49.500		0		0		49.500	
Kapitalgebundene Kosten	Wärmeerzeuger / Regelung	€/a	307	716	307	716	790	716	790	1.486	2.468	3.315	1.594	245	1.561	1.017	287	141	287	771	1.253	153	153		
	Lüftungsanlage	€/a	2.569		917		2.569		2.569		2.569		917		2.569		2.569		2.569		2.569		917		
	Wärmeübergabe / Leitungssystem	€/a	723	125	723	125	723	125	723	40	822	125	723	125	822	40	723	125	723	40	723	40	723	125	
	Schornstein / sonst. Baukosten	€/a	146		146		146		146		0		146		0		0		0		0		216		
	Hausanschluss	€/a	73		73		73		73		73		73		0		121		121		121		0		
	Brennstofflagerung	€/a	0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		269		
	Gas- / Elektroinstallation	€/a	19	13	19	13	19	13	19	13	32	3	45	3	13	3	13	3	16	3	16	3	16	3	
	Summe Heizung / TWE	€/a	3.837	853	2.186	853	4.321	853	4.321	1.539	5.963	128	5.220	128	3.346	373	4.964	1.061	3.716	269	3.716	814	3.395	281	
	Förderung	€/a	0		0		0		0		-3.302		0		-3.262		-3.272		0		0		-3.605		
	Summe Heizung + TWE	€/a	4.691		3.039		5.174		5.860		2.790		5.348		456		2.752		3.985		4.530		71		
Betriebsgebundene Kosten	Wartung / Schornsteinfegergebühren	€/a	1.072		652		1.082		1.072		1.097		1.154		555		1.000		935		960		843		
	Instandhaltungskosten	€/a	650		488		709		961		1.025		2.892		558		940		575		804		966		
	Heizkostenabrechnung	€/a	650		650		650		540		650		650		650		540		650		540		650		
	Versicherung	€/a	0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		
Summe Heizung + TWE	€/a	2.371		1.789		2.441		2.573		2.772		4.696		1.763		2.480		2.160		2.304		2.459			
Jahresgesamtkosten	Summe Heizung / TWE	€/a	7.703	1.278	6.409	1.468	8.181	1.191	8.418	1.853	6.919	901	8.961	1.368	3.499	1.565	5.773	2.638	8.315	1.257	8.562	1.824	3.753	981	
	Summe Heizung + TWE	€/a	8.981		7.877		9.372		10.271		7.820		10.328		5.064		8.411		9.572		10.386		4.734		
	Kostenindex	-	100%		88%		104%		114%		87%		115%		56%		94%		107%		116%		53%		
THG-Emissionen	Summe	kg/a	5.522		5.349		4.869		4.961		5.675		468		7.602		7.557		5.647		5.865		1.261		
	THG-Emissionen Index	-	-		97%		88%		90%		103%		8%		138%		137%		102%		106%		23%		

4 Zusammenfassung

Der BDEW-Heizkostenvergleich bietet eine Kostenübersicht verschiedener Systeme zur Heizung, Lüftung und Warmwasserbereitung von neu zu errichtenden Wohngebäuden. Entsprechend gültigem Gebäudeenergiegesetz erfolgt eine ganzheitliche energetische Bewertung des Gebäudes. Diese lässt in gleichem Maße anlagentechnische Maßnahmen sowie Wärmeschutzmaßnahmen zur Erfüllung des Anforderungsniveaus zu. Für einen Vergleich der Anlagensysteme untereinander werden im Heizkostenvergleich jeweils einheitliche Wärmeschutzniveaus zugrunde gelegt. Die zur Erreichung des jeweiligen Wärmeschutzniveaus erforderlichen baulichen Kosten sind nicht Bestandteil der Betrachtungen. Im konkreten Planungsfall können zur Erreichung des primär-energetischen Anforderungsniveaus alternativ zu anlagentechnischen Maßnahmen zusätzliche Wärmeschutzmaßnahmen herangezogen werden.

Die Untersuchungen zeigen, dass die Anforderungen an Neubauten mit einer Vielzahl von Anlagenvarianten zur Heizung, Lüftung und Warmwasserbereitung in Wohngebäuden erfüllt werden können.

Die nachfolgend bei den Systemen angegebenen Nummern entsprechen der Nummerierung in den Tabellen und Diagrammen beim jeweiligen Gebäude und Wärmeschutzniveau. Unter Berücksichtigung des aktuellen Preisniveaus bei den Energiekosten und Investitionen ergeben sich folgende Ergebnisse.

Einfamilienhaus

Bei der Kombination von Gas-Brennwertkessel bzw. von Elektro-Wärmepumpe mit Photovoltaikanlagen wird die Wirtschaftlichkeit der Systeme verbessert. Photovoltaikanlagen können generell bei allen Systemvarianten zum Einsatz kommen.

Baulicher Mindestwärmeschutz

Beim baulichen Mindestwärmeschutz nach GEG werden die primärenergetischen Neubauanforderungen bei allen untersuchten Varianten eingehalten. Teilweise ist dafür der Einsatz einer Zu-/Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung notwendig, welche bei den jeweiligen Varianten berücksichtigt ist.

Mit die niedrigsten Jahresgesamtkosten ergeben sich beim System 05: Luft-Wasser-Wärmepumpe (97%). In Verbindung mit einer PV-Anlage und dezentral elektrischer Trinkwassererwärmung (Variante 06) sinken die Kosten noch weiter auf 90% gegenüber dem Vergleichssystem.

Trotz hoher Investitionskosten bei Variante 07: Sole-Wärmepumpe und PV-Anlage mit Stromspeicher, weist diese Variante durch eine hohe Eigennutzung des PV-Stromes in Wärmepumpe und bei Nutzeranwendungen Jahresgesamtkosten auf einem ähnlichen Niveau auf (96%).

Die sich ergebenden Jahresgesamtkosten bei Anschluss an ein Nah- bzw. Fernwärmenetz sind stark von den Energiepreisen sowie von den Anschlusskosten abhängig. Unter Ansatz aktueller bundesweiter Mittelwerte belaufen sich die Jahresgesamtkosten für diese Variante auf Grund niedriger Investitionen und betriebsbedingter Kosten auf 95% gegenüber dem Vergleichssystem.

Der Einbau neuer Ölheizungen ist entsprechend GEG ab 2026 nur noch eingeschränkt möglich (beispielsweise durch anteilige Nutzung erneuerbarer Energien). Die Variante 04: Öl-Brennwertkessel mit solarer Trinkwassererwärmung und Zu-/Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung hat Jahresgesamtkosten in Höhe von 107% gegenüber dem Vergleichssystem.

Für die Pelletkesselanlage (Variante 09) im Einfamilienhaus ergeben sich infolge hoher Investitionen und betriebsbedingter Kosten die höchsten Jahresgesamtkosten aller untersuchten Anlagenvarianten (122%). Bei einer Verbindung von Gas-Brennwertkessel und Pelletofen (Variante 02) sind die Jahresgesamtkosten geringer (117%).

Wärmeschutz nach Effizienzhaus 55

Alle betrachteten Anlagenvarianten erfüllen die Anforderungen an ein Effizienzhaus 55. Teilweise ist dafür der Einsatz einer Zu-/Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung notwendig, welche bei den jeweiligen Varianten berücksichtigt ist. Die Grundförderung für ein Effizienzhaus 55 wird gleichermaßen bei allen Varianten unterstellt, hier aber nicht extra ausgewiesen bzw. berücksichtigt. Zusätzlich erfüllen einige Systeme die Anforderungen an die Effizienzhaus Erneuerbare-Energien-Klasse (EE-Klasse), die damit verbundene höhere Investitionskostenförderung wird bei folgenden Varianten gutgeschrieben:

- Luft-Wasser-WP + Abluftanlage
- Luft-Wasser-WP + PV-Anlage + Abluftanlage
- Luft-Wasser-WP + PV-Anlage + E-DLE + Abluftanlage
- RLT-Kompaktgerät + Zu-/Abluftanlage mit WRG
- RLT-Kompaktgerät + PV-Anlage + Zu-/Abluftanlage mit WRG
- Sole-Wasser-WP + PV-Anlage + eSpeicher + Abluftanlage
- Sole-Wasser-WP + PV-Anlage + E-DLE + Abluftanlage
- Pelletkessel + Abluftanlage

Die niedrigsten Jahresgesamtkosten ergeben sich beim System 08: Luft-Wasser-Wärmepumpe (80%), in Verbindung mit einer PV-Anlage (Variante 09) sinken die Kosten noch weiter auf 76% gegenüber dem Vergleichssystem. In Verbindung mit einer Zu-/Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung (Variante 11: RLT-Kompaktgerät und Variante 12: RLT-Kompaktgerät mit PV-Anlage) ergeben sich etwas höhere Jahresgesamtkosten von 86% und 82%.

Beim System Gas-Brennwertkessel mit anteiligem Einsatz von Biomethan können auf Grund der kostengünstigeren Anlagentechnik trotz höherer Energiekosten niedrigere Jahresgesamtkosten (Variante 02: 98%) erzielt werden als bei der Vergleichsvariante. In Verbindung mit einer PV-Anlage sinken die Kosten noch weiter (Variante 06: 80%).

Die Variante 05: Gas-Brennwertkessel mit einem Speicher und Elektroheizstab in Verbindung mit einer PV-Anlage weist auf Grund der Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung und der Nutzung des PV-Stroms zur Warmwasserbereitung niedrige Energiekosten auf und erzielt auch ohne zusätzliche Investitionskostenförderung niedrige Jahresgesamtkosten (86%).

Die Brennstoffzellenanlage (Variante 07) erfordert hohe Investitionen. Unter Ansatz der Brennstoffzellenförderung und der anteiligen Eigennutzung des erzeugten Stromes (Einsparung von Strombezugskosten) belaufen sich die Jahresgesamtkosten auf 92%¹⁸.

¹⁸ Durch Inanspruchnahme der KfW-Förderung 433 ist keine Zuschlagszahlung nach KWKG-Gesetz möglich (Kumulierungsverbot).

Das System 13: Sole-Wärmepumpe und PV-Anlage mit Stromspeicher weist trotz Förderung EE-Klasse die höchsten Investitionskosten aller Anlagenvarianten auf. Auf Grund der hohen Eigennutzung des PV-Stromes mit Stromspeicher in der Wärmepumpe und bei den Nutzeranwendungen befinden sich die Jahresgesamtkosten bei 86% gegenüber dem Vergleichssystem.

Die Investitionskosten bei Systemen mit Fernwärme sind auch ohne Förderung EE-Klasse¹⁹ mit am niedrigsten von allen untersuchten Anlagenvarianten. Die sich ergebenden Jahresgesamtkosten bei Anschluss an ein Nah- bzw. Fernwärmenetz sind stark von den Energiepreisen sowie von den Anschlusskosten abhängig. Unter Ansatz aktueller bundesweiter Mittelwerte belaufen sich die Jahresgesamtkosten für bei Variante 15 auf 94% und bei Variante 16 auf 92%.

Für die Pelletkesselanlage (Variante 17) im Einfamilienhaus ergeben sich infolge hoher Investitionen und hoher betriebsbedingter Kosten Jahresgesamtkosten von 107% gegenüber dem Vergleichssystem. Bei einer Verbindung von Gas-Brennwertkessel und Pelletofen (Variante 04) sind die Jahresgesamtkosten mit 117% am höchsten aller untersuchten Anlagenvarianten.

6-Familienhaus

Baulicher Mindestwärmeschutz

Beim baulichen Mindestwärmeschutz nach GEG werden die primärenergetischen Neubauanforderungen bei allen untersuchten Varianten eingehalten. Teilweise ist dafür der Einsatz einer Zu-/Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung notwendig, welche bei den jeweiligen Varianten berücksichtigt ist.

Der Pelletkessel hat die geringsten Jahresgesamtkosten der vier betrachteten Anlagenvarianten.

Auf Grund der zusätzlichen Kosten für die Zu-/Abluftanlage mit WRG und die dafür höheren Wartungskosten fallen die Jahresgesamtkosten beim System Gas-Brennwertkessel mit solarer Trinkwassererwärmung höher aus.

Das System Sole-Wasser-Wärmepumpe mit PV-Anlage weist die höchsten Investitionskosten auf. Durch eine dezentral elektrische Trinkwassererwärmung sind auch die Energiekosten vergleichsweise hoch. Die Jahresgesamtkosten belaufen sich auf 110% gegenüber dem Vergleichssystem. Dieses System weist jedoch Vorteile in Bezug auf die Warmwasserhygiene auf.

Die sich ergebenden Jahresgesamtkosten bei Anschluss an ein Nah- bzw. Fernwärmenetz sind stark von den Energiepreisen sowie von den Anschlusskosten abhängig. Auf Grund der zusätzlichen Kosten für die Zu-/Abluftanlage mit WRG zur Einhaltung der primärenergetischen Anforderungen und die dafür höheren Wartungskosten betragen die Jahresgesamtkosten bei diesem System 107%.

¹⁹ Da hier Nah/Fernwärme aus KWK mit fossilem Brennstoff unterstellt ist, erfolgt keine Förderung entsprechend EE-Klasse.

Wärmeschutz nach Effizienzhaus 55

Alle betrachteten Anlagenvarianten erfüllen die Anforderungen an ein Effizienzhaus 55. Die Grundförderung für ein Effizienzhausniveau 55 wird daher gleichermaßen allen Varianten unterstellt, hier aber nicht extra ausgewiesen bzw. berücksichtigt. Zusätzlich erfüllen einige Systeme die Anforderungen an die Effizienzhaus Erneuerbare-Energien-Klasse (EE-Klasse), die damit verbundene höhere Investitionskostenförderung wird folgenden Varianten gutgeschrieben:

- Luft-Wasser-Sorptions-Gas-WP + Zu-/Abluftanlage mit WRG (15% Biomethan)
- Luft-Wasser-WP + Abluftanlage
- Luft-Wasser-WP + Wohnungsstation + E-DLE + Abluftanlage
- Pelletkessel + Abluftanlage.

Die Anlagensysteme Luft-Wasser-Wärmepumpe (07) sowie Pelletkessel (11) weisen mit Abstand die niedrigsten Jahresgesamtkosten aller Anlagenvarianten auf (56%, 53%). Neben der zusätzlichen Förderung Erneuerbare-Energien-Klasse kommt hier zum Tragen, dass für die Einhaltung des Effizienzhausniveaus keine Zu-/Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung notwendig ist.

Beim System Gas-Brennwertkessel mit anteiligem Einsatz von Biomethan können auf Grund der kostengünstigeren Anlagentechnik trotz höherer Energiekosten deutlich niedrigere Jahresgesamtkosten (Variante 02: 88%) erzielt werden als bei der Vergleichsvariante.

Das Mini-KWK-System (Variante 06) weist hohe Investitionskosten und hohe betriebsbedingte Kosten auf. Die Wirtschaftlichkeit des Systems hängt stark von der Höhe des im Gebäude verbrauchten Stromes ab. Für den Verkauf des Stromes an die Mieter sind hier nicht berücksichtigte zusätzliche technische Ausstattungen und vertragliche Regelungen erforderlich, zudem entsteht ein höherer Abrechnungsaufwand durch den Stromverkauf.

Die sich ergebenden Jahresgesamtkosten bei Anschluss an ein Nah- bzw. Fernwärmenetz sind stark von den Energiepreisen sowie von den Anschlusskosten abhängig. Da hier Nah/Fernwärme aus KWK mit fossilem Brennstoff unterstellt ist, erfolgt keine Förderung entsprechend EE-Klasse. Die Jahresgesamtkosten bei diesem System betragen 107% gegenüber dem Vergleichssystem.

Eine Kombination mit Wohnungsstationen für Heizung und Trinkwassererwärmung erfordert höhere Investitionskosten und führt damit zu höheren Jahresgesamtkosten gegenüber dem gleichen System mit zentraler Trinkwassererwärmung. Diese Systeme weisen jedoch Vorteile in Bezug auf die Warmwasserhygiene auf.

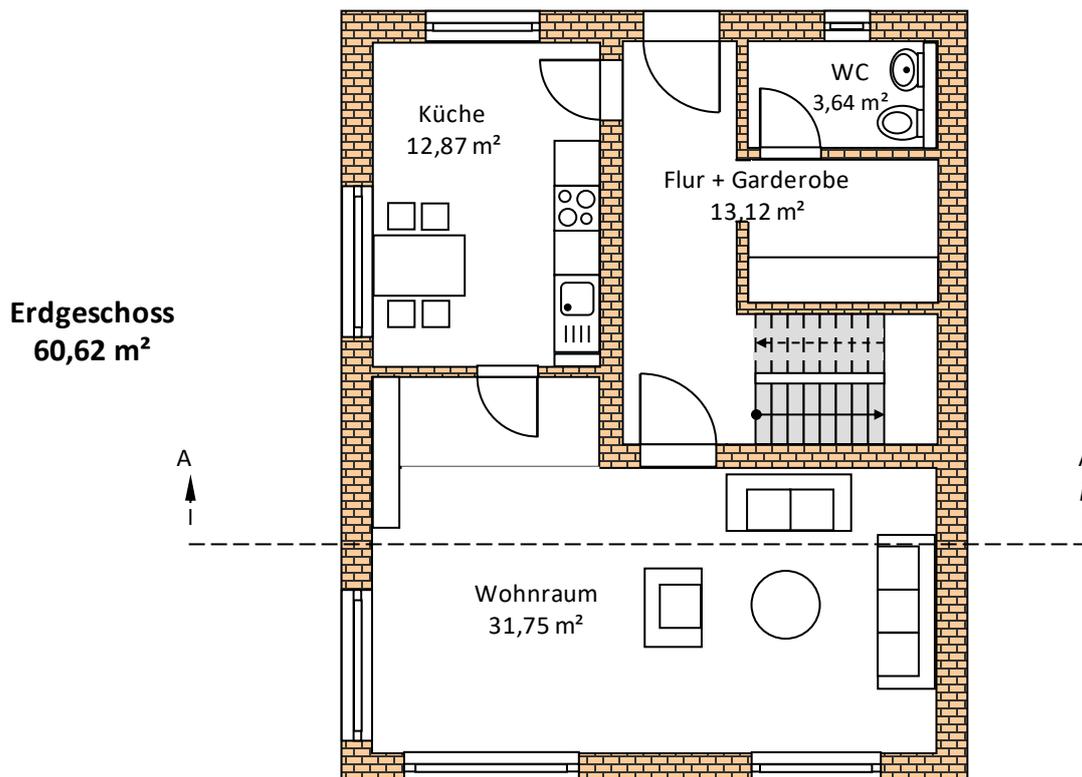
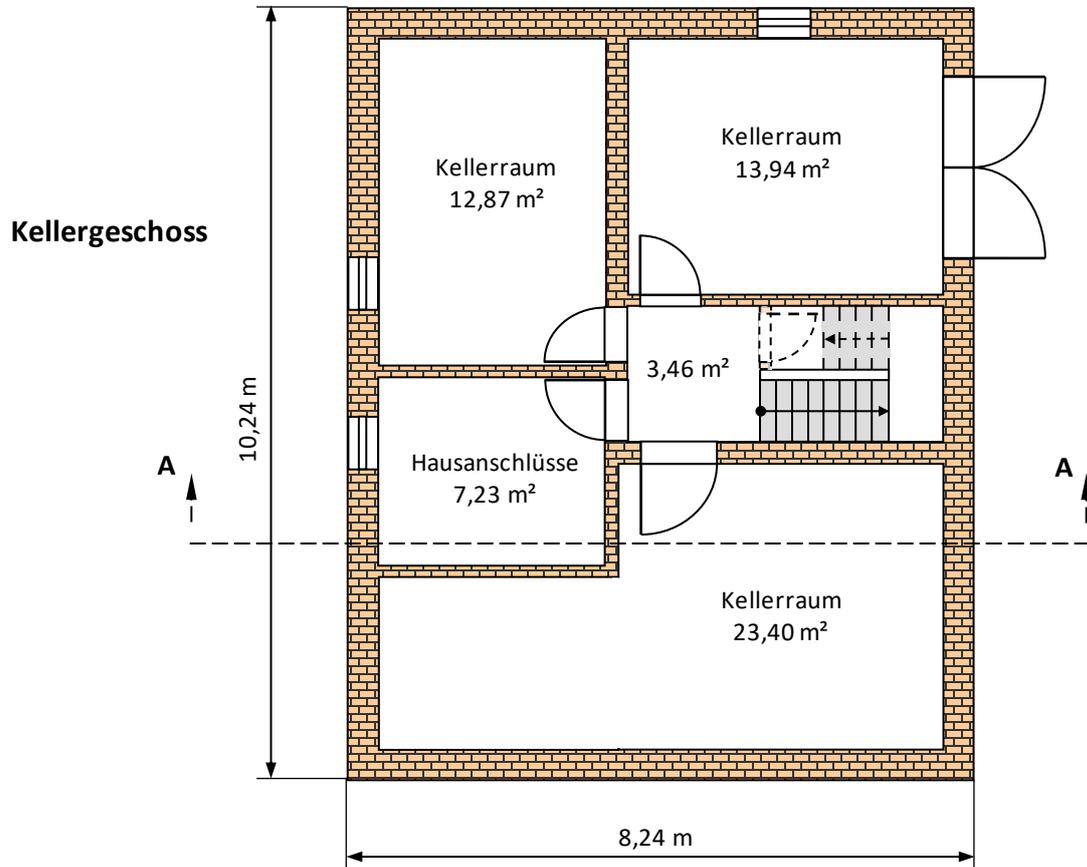
5 Anhang

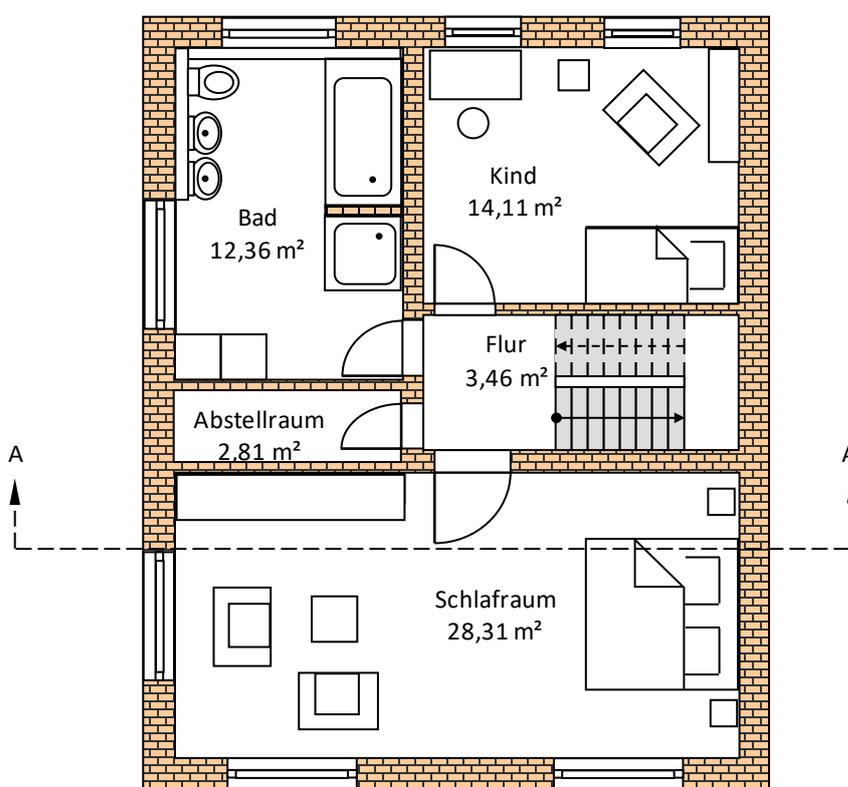
5.1. Gebäudegrundrisse und Schnitte

Im öffentlich-rechtlichen Nachweis (GEG) ist die Nutzfläche die Bezugsfläche. Für die betrachteten Gebäude sind in der folgenden Tabelle die Nutzfläche, das A/V-Verhältnis und die Wohnfläche aufgeführt.

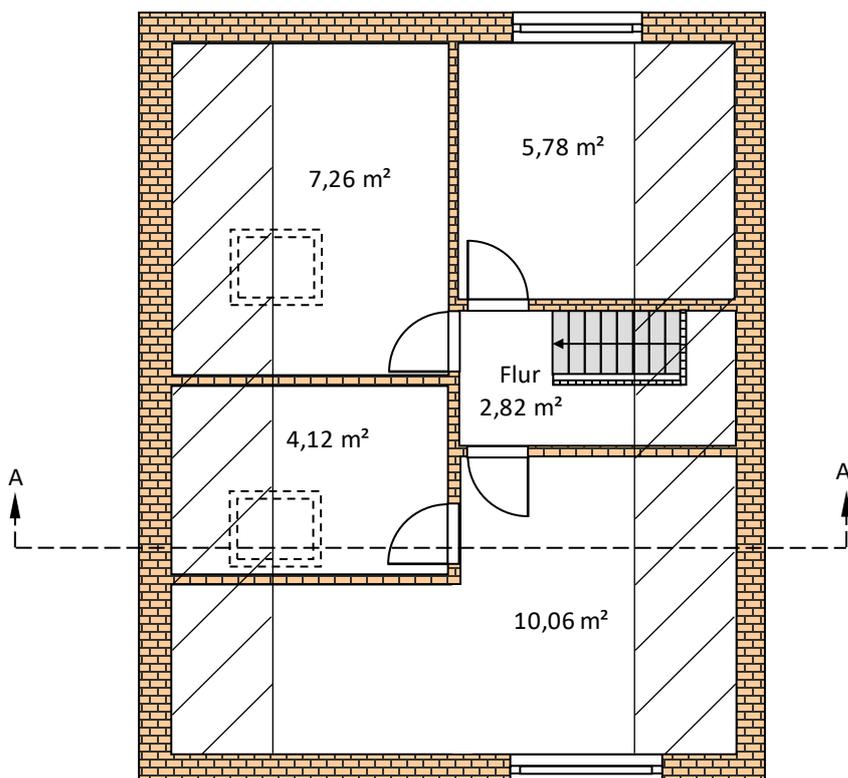
	Nutzfläche nach EnEV	A/V-Verhältnis	Wohnfläche
Einfamilienhaus	256 m ²	0,68 1/m	ca. 150 m ²
6-Familienhaus	605 m ²	0,52 1/m	ca. 500 m ²

Einfamilienhaus



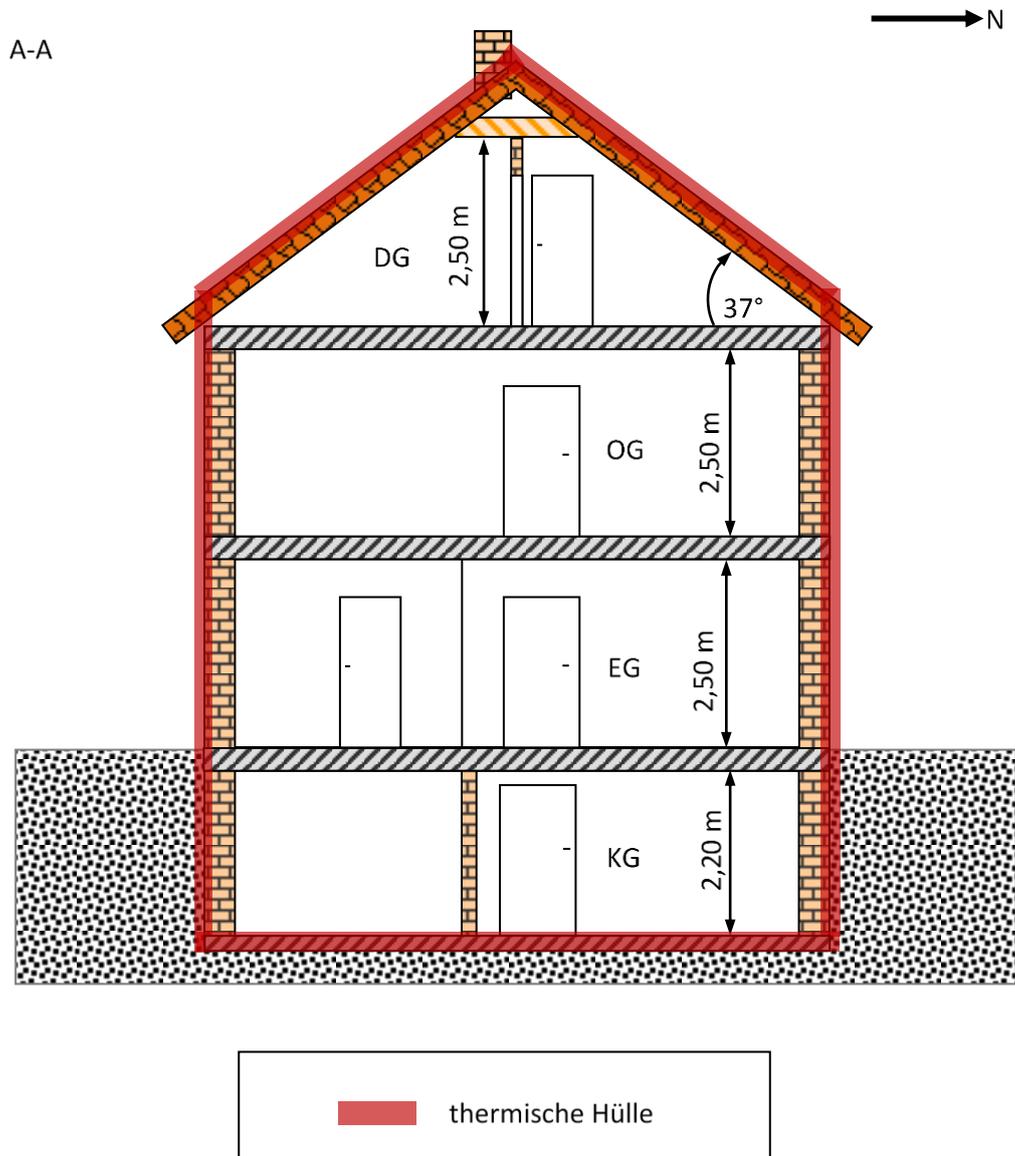


Obergeschoss
61,05 m²

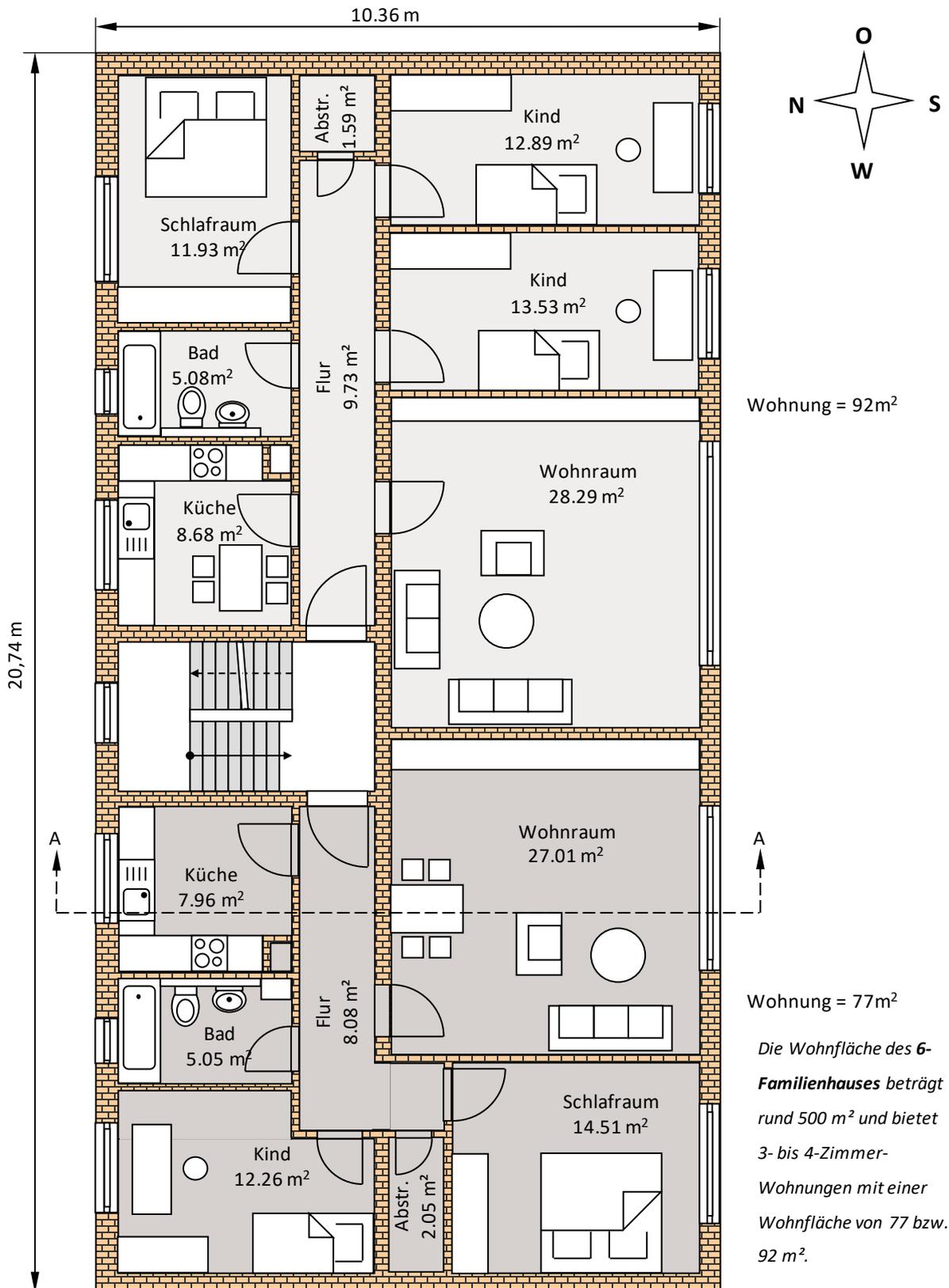


Dachgeschoss
30,04 m²

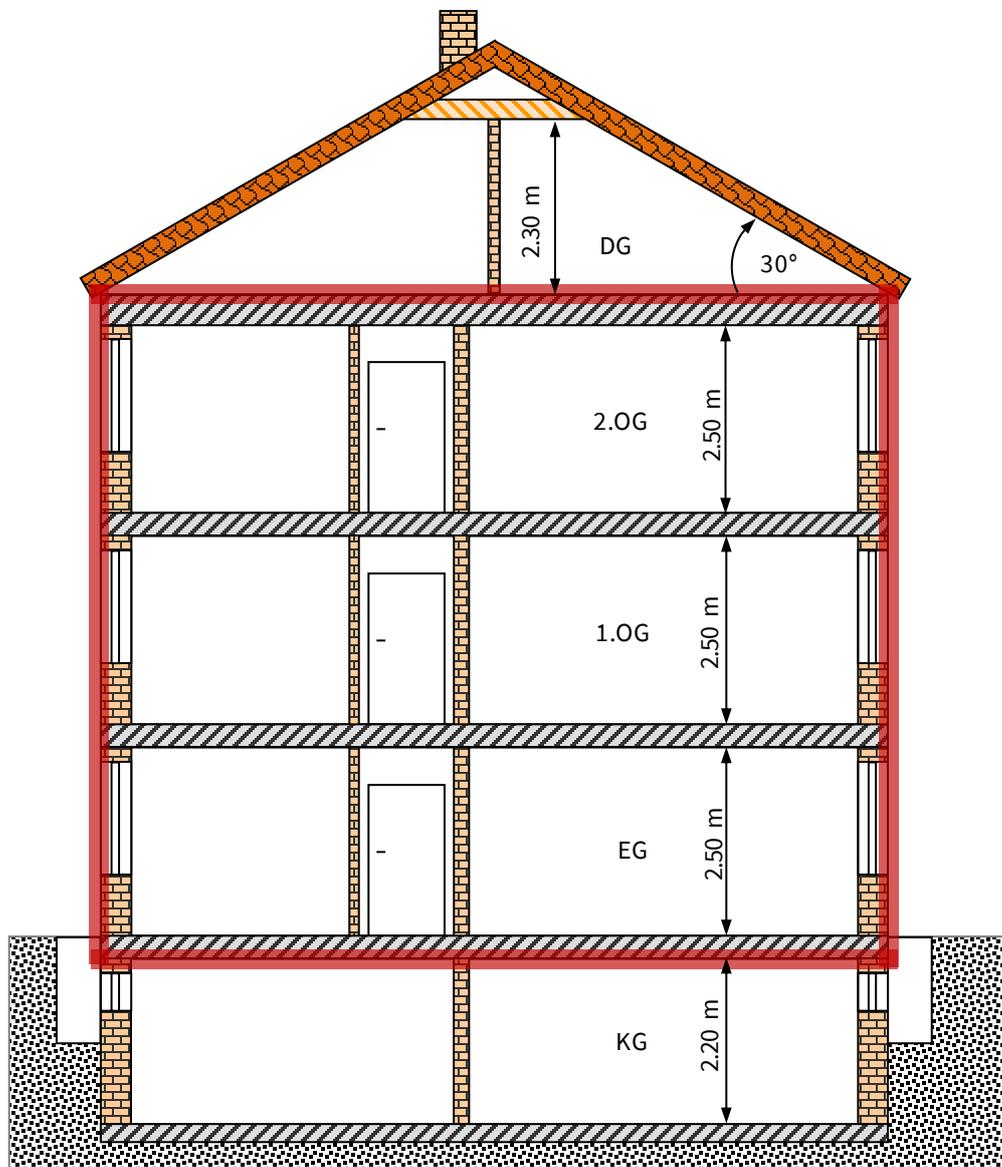
Die Wohnfläche des **freistehenden Einfamilienhauses** beträgt rund 150 m². (Erdgeschoss rd. 60 m², Obergeschoss rd. 61 m²; Wohnbereich Dachgeschoss rd. 30 m²)



6-Familienhaus



A-A



 thermische Hülle

5.2. Beschreibung baulicher Wärmeschutz

Die jeweiligen Anforderungen an die baulichen Wärmeschutzniveaus sowie die zugrunde gelegten U-Werte der Hüllfläche werden nachfolgend angegeben.

Einfamilienhaus	Anforderung			vorhanden
			H'_{T} [W/m ² K]	H'_{T} [W/m ² K]
GEG-Mindestwärmeschutz	Referenzgebäude	100 % $H'_{T,Referenz}$	0,39	0,39
Effizienzhaus 55	EH 55	70 % $H'_{T,Referenz}$	0,28	0,28
6-Familienhaus				
GEG-Mindestwärmeschutz	Referenzgebäude	100 % $H'_{T,Referenz}$	0,40	0,40
Effizienzhaus 55	EH 55	70 % $H'_{T,Referenz}$	0,28	0,28

U-Werte	Mindestwärmeschutz	Effizienzhaus 55
Außenwand	0,28 W/m ² K	0,20 W/m ² K
Fenster / Dachfenster	1,30/1,40 W/m ² K	0,90 W/m ² K
Dach / oberste Geschossdecke	0,20 W/m ² K	0,13 W/m ² K
Kellerwand / Kellerdecke / Kellerboden	0,35 W/m ² K	0,25 W/m ² K
Wärmebrückenzuschlag	0,050 W/m ² K	0,035 W/m ² K

5.3. Rechnerische Nutzungsdauer

Nachfolgend werden die zur Kapitalisierung der Investitionskosten zugrunde gelegten rechnerischen Nutzungsdauern auf der Grundlage der VDI 2067 Blatt 1 [6] 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
	Luft-Wasser-Sorptions-Gas-Wärmepumpe	18
	Brennstoffzellenanlage	18
	Mini-KWK-Anlage	15
	RLT-Kompaktgerät	20
	Pelletkessel	15
	Pelletofen	15
	Luft-Wasser-Wärmepumpe	18
	Sole-Wasser-Wärmepumpe	20
	Nah-/Fernwärme-Übergabestation	20
	PV-Anlage ggf. mit Stromspeicher	25
Warmwasserbereitung	Speicher	20
	Speicher + Heizstab	20
	Solaranlage	20
	Elektro-Durchlauferhitzer	15
	Durchfluss-Wärmeübertrager	20
	Wohnungsstation	20
	Wohnungsstation + Durchlauferhitzer	19
Lüftungsanlage	Zu-/Abluftanlage mit WRG	20
	Abluftanlage	20
Heizflächen / Rohrleitungen	Heizflächen / Heizungsleitungen	30
	Fußbodenheizung	50
	Warmwasserleitungen	30
Schornstein / sonstige Baukosten		50
Hausanschluss	Gas- oder Fernwärme	50
Brennstofflagerung	Heizöllagerung	25
	Pelletlagerung	20
Gas-/Elektroinstallation		50

5.4. Anlagenbeschreibungen

Die Festlegung der Anlagenvarianten erfolgt unter Berücksichtigung der Marktsituation und des 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. Beim Einfamilienhaus ist dieser innerhalb der thermischen Hülle, beim 6-Familienhaus außerhalb der thermischen Hülle. Ist eine zentrale Warmwasserbereitung vorgesehen, befindet sich diese am Aufstellungsort der Wärmeerzeuger.

Allen Systemen im Einfamilienhaus wird eine Fußbodenheizung (35/28 °C) für die Wärmeübergabe zugeordnet. Die Wärmeübergabe im 6-Familienhaus erfolgt mit Heizflächen (Heizkörper). Die Auslegungstemperaturen betragen bei Wärmepumpen-Varianten 45/35 °C und bei allen anderen Varianten 55/45 °C. Insbesondere bei Wärmepumpen lässt sich mit verringerten Auslegungstemperaturen eine bessere Energieausnutzung realisieren.

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 den Varianten Gas-Brennwertkessel in Verbindung mit einem Pelletofen mit Wassertasche erfolgt die Beschickung des Pelletofens aus einem von Hand nachzufüllenden Vorratsbehälter mit gesackten Pellets.

Die Berechnungen zum Energiebedarf aller Anlagenvarianten erfolgen grundsätzlich mit dem Programm Energieeffizienz Gebäude DIN V 18599/GEG auf Basis der DIN V 18599:2018-09 [6]. Die energetischen Kennwerte werden unter Beachtung des aktuellen Standes der Technik ermittelt.

Bei nachfolgenden Systemen werden konkrete Produktkennwerte zu Grunde gelegt bzw. sind weiterführende Berechnungen und Festlegungen notwendig:

Die energetische Bewertung der Brennstoffzellenanlage erfolgt mit dem Exceltool zur DIN SPEC 32737 „Energetische Bewertung gebäudetechnischer Anlagen - Brennstoffzellen“ [12] für eine Viessmann Vitovalor. Bei der Bewertung der Wirtschaftlichkeit wird ein Eigenstromverbrauch von 60% zu Grunde gelegt.

Die Berechnungen zum Mini-KWK im 6-Familienhaus erfolgen auf Basis der Produktkennwerte des Systems Remeha eLina 4.0. Bei der Bewertung der Wirtschaftlichkeit wird ein Stromverbrauch im Gebäude (Verkauf an Mieter) von 60% zu Grunde gelegt. Dafür sind jedoch zusätzliche technische Ausstattungen und vertragliche Regelungen erforderlich und ein höherer Abrechnungsaufwand durch den Stromverkauf entsteht. Zusätzlich werden die Jahresgesamtkosten mit einer 100%igen Einspeisung ins Netz ausgewiesen.

Die Produktkennwerte der Wärmepumpe Buderus Logatherm GWPL41 bilden die Grundlage der energetischen Bewertung der Luft-Wasser-Sorptions-Gas-Wärmepumpe [13].

Für die Photovoltaikanlagen werden folgende Kennwerte zu Grunde gelegt:

	installierte Leistung	PV-Fläche	installierte Speicherkapazität bei PV-Varianten mit Stromspeicher
EFH: Gas-BW	5,5 kWp	30 m ²	-
EFH: Wärmepumpen	7,3 kWp	40 m ²	7,3 kWh
6-FH	18,0 kWp	100 m ²	-

Jahresertrag und Eigenverbrauch aus PV-Anlagen werden für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung nach DIN V 18599:2018-09 [5] bestimmt. Bei der Berechnung der eingesparten Strombezugskosten im Einfamilienhaus mit Wärmepumpe wird bei der Stromgutschrift je nach Anlagensystem zwischen in einer Wärmepumpe ersetzten Strom²⁰ und ersetzten Haushaltsstrom²¹ differenziert. Im 6-Familienhaus wird von einer 100%iger Einspeisung des PV-Stromes ausgegangen.

²⁰ Strom mit Wärmepumpentarif

²¹ Strom Haushaltstarif

Einfamilienhaus: Mindestwärmeschutz nach GEG

Variante	Heizung			Verteilung	Wärmeübergabe	Trinkwassererwärmung				Lüftung	PV-Anlage
	Erzeuger 1	Erzeuger 2	Speicherung			Erzeuger 1	Erzeuger 2	Speicherung	Verteilung		
EFH_Mindest_01	Gas-BW-Gerät	-	-			solare Trinkwassererwärmung	Wärmeerzeuger Heizung	bivalenter Solarspeicher		Zu-/Abluftanlage mit WRG 80 %, DC-Ventilator	-
EFH_Mindest_02	Gas-BW-Gerät	Pelletofen	-			Wärmeerzeuger Heizung	-	Kombipufferspeicher		zentrale Abluftanlage, bedarfsgeführt, DC- Ventilator	-
EFH_Mindest_03	Gas-BW-Gerät (65 % Biomethan)	-	-			solare Trinkwassererwärmung	Wärmeerzeuger Heizung	bivalenter Solarspeicher	mit Zirkulation Dämmung Rohrleitung nach GEG	zentrale Abluftanlage, bedarfsgeführt, DC- Ventilator	-
EFH_Mindest_04	Öl-BW-Gerät	-	-			solare Trinkwassererwärmung	Wärmeerzeuger Heizung	bivalenter Solarspeicher		Zu-/Abluftanlage mit WRG 80 %, DC-Ventilator	-
EFH_Mindest_05	Luft-Wasser- Wärmepumpe	Elektroheizstab	Pufferspeicher	35/28 °C Dämmung Rohrleitungen nach GEG Hocheffizienzpumpe optimierter Betrieb	Fußbodenheizung mit Einzelraumregelung	Wärmeerzeuger Heizung	Elektroheizstab	indirekt beheizter Speicher		zentrale Abluftanlage, bedarfsgeführt, DC- Ventilator	-
EFH_Mindest_06	Luft-Wasser- Wärmepumpe	Elektroheizstab	Pufferspeicher			Elektro- Durchlauferhitzer	-	-	-	zentrale Abluftanlage, bedarfsgeführt, DC- Ventilator	Photovoltaikanlage 7,30 kW _p
EFH_Mindest_07	Sole-Wasser-EWP (Bohrung)	-	Pufferspeicher			Wärmeerzeuger Heizung	-	indirekt beheizter Speicher		zentrale Abluftanlage, bedarfsgeführt, DC- Ventilator	Photovoltaikanlage 7,30 kW _p Stromspeicher 7.300 kWh
EFH_Mindest_08	Nah-/Fernwärme	-	-			Wärmeerzeuger Heizung	-	indirekt beheizter Speicher	mit Zirkulation Dämmung Rohrleitung nach GEG	zentrale Abluftanlage, bedarfsgeführt, DC- Ventilator	-
EFH_Mindest_09	Pelletkessel	-	Pufferspeicher			Wärmeerzeuger Heizung	-	indirekt beheizter Speicher		zentrale Abluftanlage, bedarfsgeführt, DC- Ventilator	-

Einfamilienhaus Wärmeschutz Effizienzhaus 55

Variante	Heizung			Verteilung	Wärmeübergabe	Trinkwassererwärmung				Lüftung	PV-Anlage
	Erzeuger 1	Erzeuger 2	Speicherung			Erzeuger 1	Erzeuger 2	Speicherung	Verteilung		
EFH_EH55_01	Gas-BW-Gerät	-	-	35/28 °C Dämmung Rohrleitungen nach GEG Hocheffizienzpumpe optimierter Betrieb	Fußbodenheizung mit Einzelraumregelung	solare Trinkwassererwärmung	Wärmeerzeuger Heizung	bivalenter Solarspeicher	-	Zu-/Abluftanlage mit WRG 80 %, DC-Ventilator	-
EFH_EH55_02	Gas-BW-Gerät (55% Biomethan)	-	-			solare Trinkwassererwärmung	Wärmeerzeuger Heizung	bivalenter Solarspeicher	-	zentrale Abluftanlage, bedarfsgeführt, DC-Ventilator	-
EFH_EH55_03	Gas-BW-Gerät	solare Heizungsunterstützung	-			solare Trinkwassererwärmung	Wärmeerzeuger Heizung	Kombipufferspeicher	-	Zu-/Abluftanlage mit WRG 80 %, DC-Ventilator	-
EFH_EH55_04	Gas-BW-Gerät	Pelletofen	-			Wärmeerzeuger Heizung	-	indirekt beheizter Speicher	-	zentrale Abluftanlage, bedarfsgeführt, DC-Ventilator	-
EFH_EH55_05	Gas-BW-Gerät	-	-			Wärmeerzeuger Heizung	-	indirekt beheizter Speicher + Heizstab	mit Zirkulation Dämmung Rohrleitung nach GEG	Zu-/Abluftanlage mit WRG 80 %, DC-Ventilator	Photovoltaikanlage 5,50 kW _p
EFH_EH55_06	Gas-BW-Gerät (65% Biomethan)	-	-			Wärmeerzeuger Heizung	-	indirekt beheizter Speicher	-	zentrale Abluftanlage, bedarfsgeführt, DC-Ventilator	Photovoltaikanlage 5,50 kW _p
EFH_EH55_07	Brennstoffzellenanlage	-	Pufferspeicher			Wärmeerzeuger Heizung	-	indirekt beheizter Speicher	-	zentrale Abluftanlage, bedarfsgeführt, DC-Ventilator	-
EFH_EH55_08	Luft-Wasser- Wärmepumpe	Elektroheizstab	Pufferspeicher			Wärmeerzeuger Heizung	Elektroheizstab	indirekt beheizter Speicher	-	zentrale Abluftanlage, bedarfsgeführt, DC-Ventilator	-
EFH_EH55_09	Luft-Wasser- Wärmepumpe	Elektroheizstab	Pufferspeicher			Wärmeerzeuger Heizung	Elektroheizstab	indirekt beheizter Speicher	-	zentrale Abluftanlage, bedarfsgeführt, DC-Ventilator	Photovoltaikanlage 7,30 kW _p
EFH_EH55_10	Luft-Wasser- Wärmepumpe	Elektroheizstab	Pufferspeicher			Elektro- Durchlauferhitzer	-	-	-	zentrale Abluftanlage, bedarfsgeführt, DC-Ventilator	Photovoltaikanlage 7,30 kW _p
EFH_EH55_11	RLT-Kompaktgerät: Luft-Wasser- Wärmepumpe	Elektroheizstab	Pufferspeicher			Wärmeerzeuger Heizung	Elektroheizstab	indirekt beheizter Speicher	-	Zu-/Abluftanlage mit WRG 80 %, DC-Ventilator	-
EFH_EH55_12	RLT-Kompaktgerät: Luft-Wasser- Wärmepumpe	Elektroheizstab	Pufferspeicher			Wärmeerzeuger Heizung	Elektroheizstab	indirekt beheizter Speicher	mit Zirkulation Dämmung Rohrleitung nach GEG	Zu-/Abluftanlage mit WRG 80 %, DC-Ventilator	Photovoltaikanlage 7,30 kW _p
EFH_EH55_13	Sole-Wasser-WP (Bohrung)	-	Pufferspeicher			Wärmeerzeuger Heizung	-	indirekt beheizter Speicher	-	zentrale Abluftanlage, bedarfsgeführt, DC-Ventilator	Photovoltaikanlage 7,30 kW _p , Stromspeicher 7.300 kWh
EFH_EH55_14	Sole-Wasser-WP (Bohrung)	-	Pufferspeicher			Elektro- Durchlauferhitzer	-	-	-	zentrale Abluftanlage, bedarfsgeführt, DC-Ventilator	Photovoltaikanlage 7,30 kW _p
EFH_EH55_15	Nah-/Fernwärme	-	-			Wärmeerzeuger Heizung	-	indirekt beheizter Speicher	-	zentrale Abluftanlage, bedarfsgeführt, DC-Ventilator	-
EFH_EH55_16	Nah-/Fernwärme	-	-			Wärmeerzeuger Heizung	-	Durchfluss- Wärmeübertrager	mit Zirkulation Dämmung Rohrleitung nach GEG	zentrale Abluftanlage, bedarfsgeführt, DC-Ventilator	-
EFH_EH55_17	Pelletkessel	-	Pufferspeicher			Wärmeerzeuger Heizung	-	indirekt beheizter Speicher	-	zentrale Abluftanlage, bedarfsgeführt, DC-Ventilator	-

6-Familienhaus: Mindestwärmeschutz nach GEG

Variante	Heizung					Trinkwassererwärmung				Lüftung	PV-Anlage
	Erzeuger 1	Erzeuger 2	Speicherung	Verteilung	Wärmeübergabe	Erzeuger 1	Erzeuger 2	Speicherung	Verteilung		
6-FH_Mindest_01	Gas-BW-Gerät	-	-	55/45 °C Dämmung Rohrleitungen nach GEG Hocheffizienzpumpe optimierter Betrieb	Heizflächen mit Thermostatventilen	solare Trinkwassererwärmung	Wärmeerzeuger Heizung	bivalenter Solarspeicher	mit Zirkulation Dämmung Rohrleitung nach GEG	Zu-/Abluftanlage mit WRG 80 %, DC-Ventilator	-
6-FH_Mindest_02	Sole-Wasser-EWP (Bohrung)	-	Pufferspeicher	45/35 °C Dämmung Rohrleitungen nach GEG Hocheffizienzpumpe optimierter Betrieb	Heizflächen mit Thermostatventilen	Elektro- Durchlauferhitzer	-	-	-	zentrale Abluftanlage, bedarfsgeführt, DC-Ventilator	Photovoltaikanlage 7,30 kW _p
6-FH_Mindest_03	Nah-/Fernwärme	-	-	55/45 °C Dämmung Rohrleitungen nach GEG Hocheffizienzpumpe optimierter Betrieb	Heizflächen mit Thermostatventilen	Wärmeerzeuger Heizung	-	indirekt beheizter Speicher	mit Zirkulation Dämmung Rohrleitung nach GEG	Zu-/Abluftanlage mit WRG 80 %, DC-Ventilator	-
6-FH_Mindest_04	Pelletkessel	-	Pufferspeicher	55/45 °C Dämmung Rohrleitungen nach GEG Hocheffizienzpumpe optimierter Betrieb	Heizflächen mit Thermostatventilen	Wärmeerzeuger Heizung	-	indirekt beheizter Speicher	mit Zirkulation Dämmung Rohrleitung nach GEG	zentrale Abluftanlage, bedarfsgeführt, DC-Ventilator	-

6-Familienhaus Wärmeschutz Effizienzhaus 55

Variante	Heizung					Trinkwassererwärmung				Lüftung	PV-Anlage
	Erzeuger 1	Erzeuger 2	Speicherung	Verteilung	Wärmeübergabe	Erzeuger 1	Erzeuger 2	Speicherung	Verteilung		
6-FH_EH55_01	Gas-BW-Gerät	-	-			solare Trinkwassererwärmung	Wärmeerzeuger Heizung	bivalenter Solarspeicher		Zu-/Abluftanlage mit WRG 80 %, DC-Ventilator	-
6-FH_EH55_02	Gas-BW-Gerät (65% Biomethan)	-	-	55/45 °C Dämmung Rohrleitungen nach GEG Hocheffizienzpumpe optimierter Betrieb		solare Trinkwassererwärmung	Wärmeerzeuger Heizung	bivalenter Solarspeicher	mit Zirkulation Dämmung Rohrleitung nach GEG	Abluftanlage, bedarfsgeführt, DC-Ventilator	-
6-FH_EH55_03	Gas-BW-Gerät	solare Heizungsunterstützung	-			solare Trinkwassererwärmung	Wärmeerzeuger Heizung	Kombipufferspeicher		Zu-/Abluftanlage mit WRG 80 %, DC-Ventilator	-
6-FH_EH55_04	Gas-BW-Gerät	solare Heizungsunterstützung	Pufferspeicher			Wohnungsstation	-	-	-	Zu-/Abluftanlage mit WRG 80 %, DC-Ventilator	-
6-FH_EH55_05	Luft-Wasser-Sorptions- Gas-Wärmepumpe (15% Biomethan)	-	Pufferspeicher	45/35 °C Dämmung Rohrleitungen nach GEG Hocheffizienzpumpe		Wärmeerzeuger Heizung	-	Multifunktionsspeicher mit Trinkwassererwärmung		Zu-/Abluftanlage mit WRG 80 %, DC-Ventilator	-
6-FH_EH55_06	Mikro-KWK-Anlage (Verbrennungsmotor)	-	-	55/45 °C Dämmung Rohrleitungen nach GEG Hocheffizienzpumpe	Heizflächen mit Thermostatventilen	Wärmeerzeuger Heizung	-	indirekt beheizter Speicher	mit Zirkulation Dämmung Rohrleitung nach GEG	Abluftanlage, bedarfsgeführt, DC-Ventilator	-
6-FH_EH55_07	Luft-Wasser- Wärmepumpe	Elektroheizstab	Pufferspeicher	45/35 °C Dämmung Rohrleitungen nach GEG Hocheffizienzpumpe optimierter Betrieb		Wärmeerzeuger Heizung	Elektroheizstab	indirekt beheizter Speicher		Abluftanlage, bedarfsgeführt, DC-Ventilator	-
6-FH_EH55_08	Luft-Wasser- Wärmepumpe	Elektroheizstab	Pufferspeicher			Wohnungsstation	Durchlauferhitzer	-	-	Zu-/Abluftanlage mit WRG 80 %, DC-Ventilator	-
6-FH_EH55_09	Nah-/Fernwärme	-	-			Wärmeerzeuger Heizung	-	indirekt beheizter Speicher	mit Zirkulation Dämmung Rohrleitung nach GEG	Zu-/Abluftanlage mit WRG 80 %, DC-Ventilator	-
6-FH_EH55_10	Nah-/Fernwärme	-	-	55/45 °C Dämmung Rohrleitungen nach GEG Hocheffizienzpumpe optimierter Betrieb		Wohnungsstation	-	-	-	Zu-/Abluftanlage mit WRG 80 %, DC-Ventilator	-
6-FH_EH55_11	Pelletkessel	-	Pufferspeicher			Wärmeerzeuger Heizung	-	indirekt beheizter Speicher	mit Zirkulation Dämmung Rohrleitung nach GEG	Abluftanlage, bedarfsgeführt, DC-Ventilator	-

5.5. Förderübersicht

Bei der Einhaltung der Mindestanforderungen des GEG sind keine bundesweiten Investitionskostenförderungen vorhanden, diese Varianten werden entsprechend ohne Förderung gerechnet.

Mit dem Programm „Bundesförderung für effiziente Gebäude – Wohngebäude (BEG WG)“ werden neu errichtete energieeffiziente Wohngebäude gefördert, welche das energetische Niveau eines Effizienzhauses erreichen.

Die Grundförderung zum Effizienzhaus 55 beträgt 15 % bis maximal 120.000 € und damit 18.000 € je Wohneinheit. Wird der Wärme- bzw. Kälteenergiebedarf des Gebäudes zu mindestens 55 % aus erneuerbaren Energien gedeckt, wird eine „Effizienzhaus Erneuerbare-Energien-Klasse“ erreicht. Die Förderung erhöht sich in diesem Fall um 2,5 Prozentpunkte und der Höchstbetrag der förderfähigen Kosten auf 150.000 €. Das sind zusätzlich 8.250 € je Wohneinheit und damit 49.500 € im 6-Familienhaus.

Über das Erdgasnetz bezogenes Biomethan, welches in Brennwertkesseln eingesetzt wird, ist im Sinne der Förderung zur Erneuerbaren-Energien-Klasse nicht als erneuerbare Energie anrechenbar. Bei den entsprechenden Varianten mit Biomethan-Anteil wird daher die erhöhte Förderung nicht berücksichtigt.

In den vorliegenden Berechnungen wird die Grundförderung nicht berücksichtigt, da sie für alle Effizienzhaus 55-Varianten gleich ist und sowohl auf die bau- als auch anlagentechnische Ausstattung zielt. Diese Förderung kann jedoch grundsätzlich bei allen hier betrachteten Anlagenvarianten in Anspruch genommen werden.

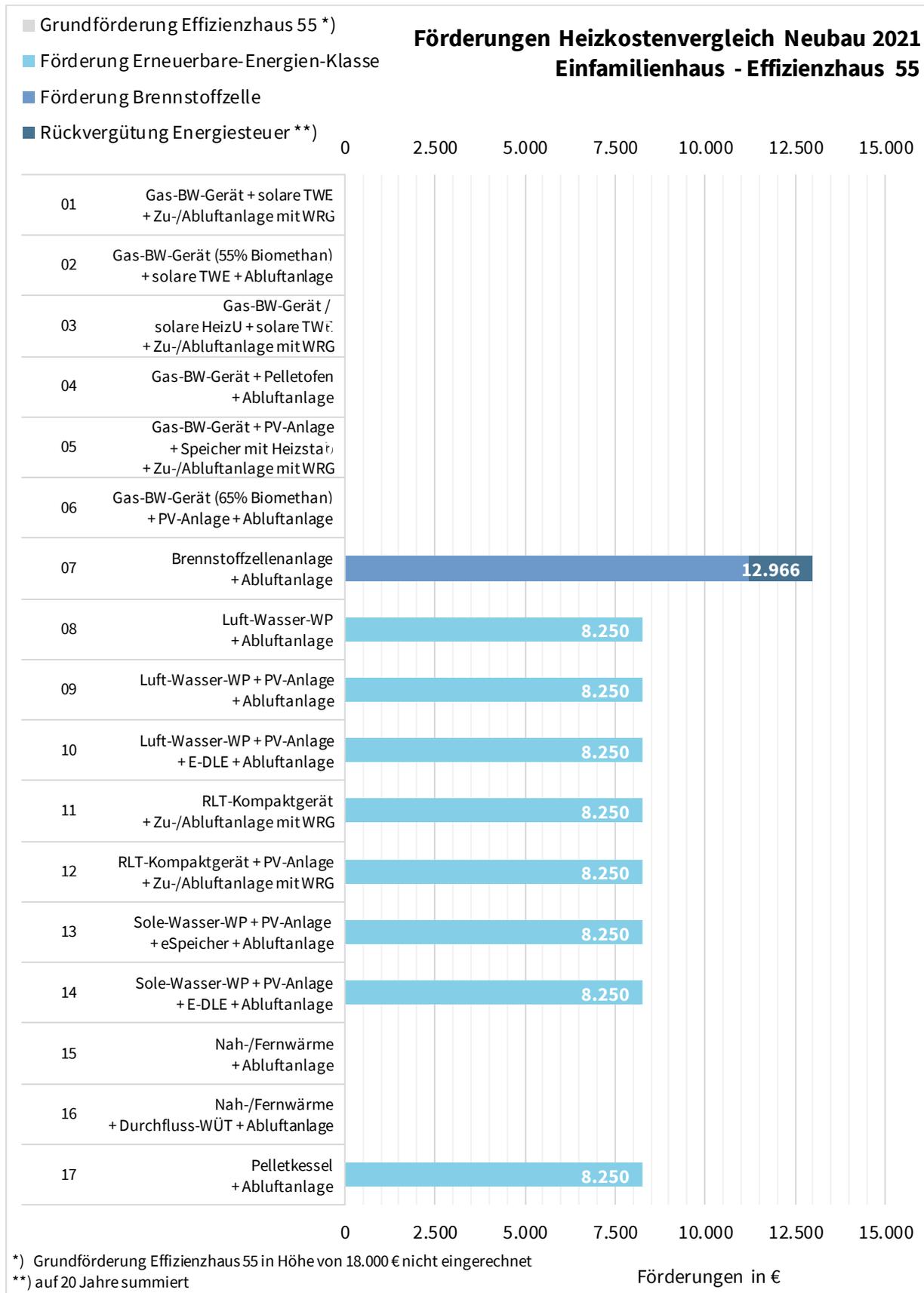
Entsprechend BEG wird eine Effizienzhaus-Stufe nicht erreicht, wenn der für die Wärmeversorgung des Gebäudes erforderliche Energiebedarf ganz oder teilweise durch mit Heizöl betriebenen Wärmeerzeugern gedeckt wird. Eine Neubauvariante Effizienzhausniveau mit Heizöl wird daher nicht betrachtet.

Beim Einsatz von Photovoltaik-Anlagen ist eine gleichzeitige Inanspruchnahme der Effizienzhausförderung und einer Förderung nach dem EEG [9] für dieselben förderfähigen Kosten nicht möglich. Es erfolgt daher keine Berücksichtigung der Einspeisevergütung.

Brennstoffzellenanlagen werden zusätzlich über das KfW-Programm 433: „Energieeffizient Bauen und Sanieren – Zuschuss Brennstoffzelle“ gefördert, wenn bei der Effizienzhausförderung die Brennstoffzelle nicht Bestandteil der förderfähigen Kosten ist. Der Zuschuss wird im Heizkostenvergleich entsprechend gutgeschrieben. Dagegen ist eine Zuschlagszahlung für den eingespeisten bzw. selbstgenutzten Strom nach KWK-Gesetz [8] bei Inanspruchnahme des Zuschusses Brennstoffzelle ausgeschlossen.

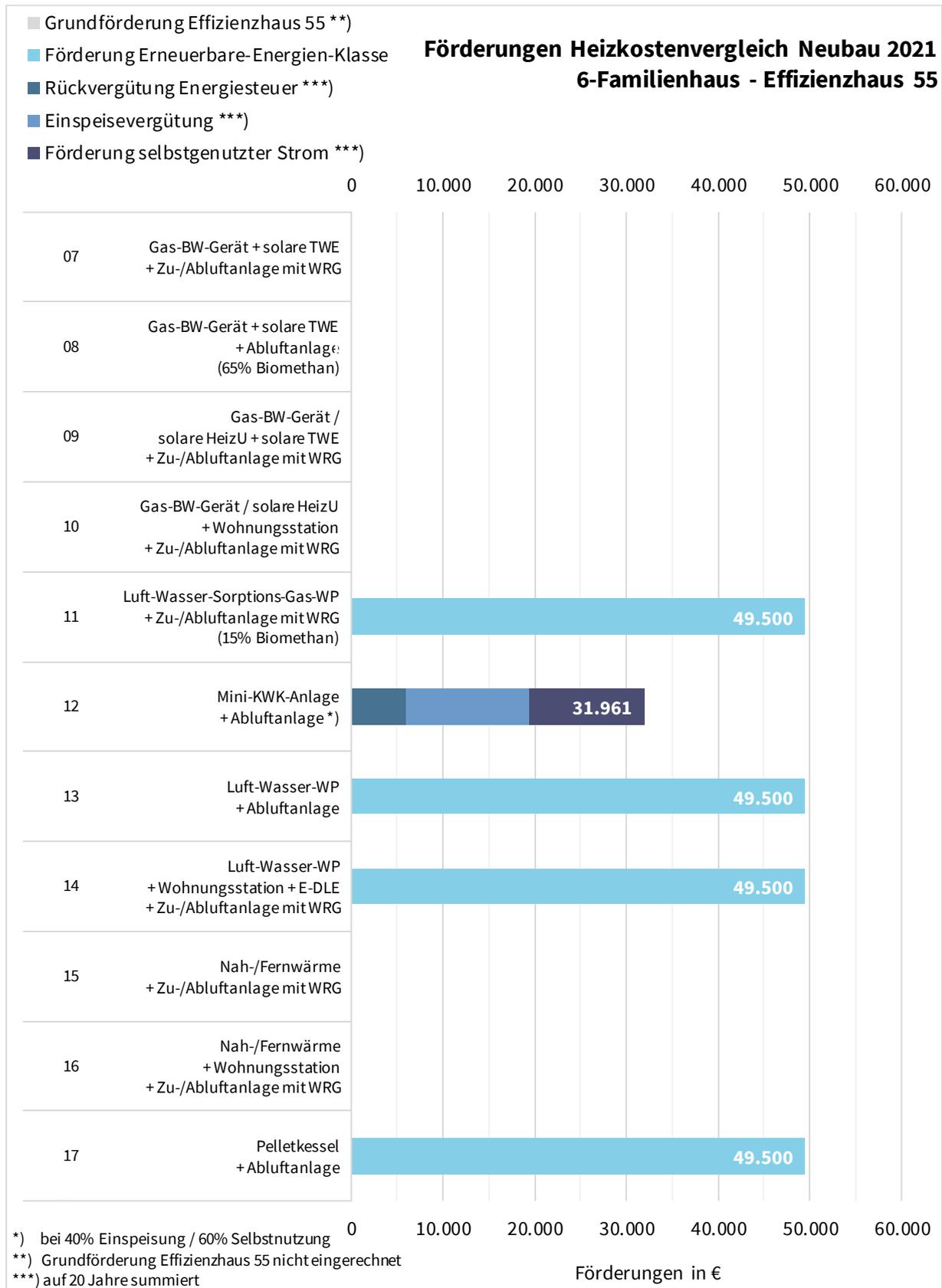
Einfamilienhaus Neubau Effizienzhaus 55		Grundförderung		Effizienzhaus Erneuerbare Energien-Klasse / KfW Förderung Brennstoffzelle	
		Förderung	Förderbetrag ²²	Förderung	Förderbetrag
EFH_EH55_01	Gas-BW-Gerät + solare TWE + Zu-/Abluftanlage mit WRG	✓	15%	-	-
EFH_EH55_02	Gas-BW-Gerät + solare TWE + Abluftanlage (55% Biomethan)	✓	15%	-	-
EFH_EH55_03	Gas-BW-Gerät / solare HeizU + solare TWE + Zu-/Abluftanlage mit WRG	✓	15%	-	-
EFH_EH55_04	Gas-BW-Gerät + Pelletofen + Abluftanlage	✓	15%	-	-
EFH_EH55_05	Gas-BW-Gerät + PV-Anlage + Speicher mit Heizstab + Zu-/Abluftanlage mit WRG	✓	15%	-	-
EFH_EH55_06	Gas-BW-Gerät + PV-Anlage + Abluftanlage (65% Biomethan)	✓	15%	-	-
EFH_EH55_07	Brennstoffzellenanlage + Abluftanlage	✓	15%	✓	11.200 €
EFH_EH55_08	Luft-Wasser-WP + Abluftanlage	✓	15%	✓	8.250 €
EFH_EH55_09	Luft-Wasser-WP + PV-Anlage + Abluftanlage	✓	15%	✓	8.250 €
EFH_EH55_10	Luft-Wasser-WP + PV-Anlage + E-DLE + Abluftanlage	✓	15%	✓	8.250 €
EFH_EH55_11	RLT-Kompaktgerät + Zu-/Abluftanlage mit WRG	✓	15%	✓	8.250 €
EFH_EH55_12	RLT-Kompaktgerät + PV-Anlage + Zu-/Abluftanlage mit WRG	✓	15%	✓	8.250 €
EFH_EH55_13	Sole-Wasser-WP + PV-Anlage + eSpeicher + Abluftanlage	✓	15%	✓	8.250 €
EFH_EH55_14	Sole-Wasser-WP + PV-Anlage + E-DLE + Abluftanlage	✓	15%	✓	8.250 €
EFH_EH55_15	Nah-/Fernwärme + Zu-/Abluftanlage mit WRG	✓	15%	-	-
EFH_EH55_16	Nah-/Fernwärme + Durchfluss-WÜT + Zu-/Abluftanlage mit WRG	✓	15%	-	-
EFH_EH55_17	Pelletkessel + Abluftanlage	✓	15%	✓	8.250 €

²² Bezieht sich auf die förderfähigen Kosten, welche im Neubau die gesamten gebäudebezogenen Investitionskosten (incl. Mehrwertsteuer) bis max. 120.000 € je Wohneinheit umfassen.



6-Familienhaus Neubau Effizienzhaus 55		Grundförderung		Effizienzhaus Erneuerbare Energien-Klasse	
		Förderung	Förderbetrag ²³	Förderung	Förderbetrag
6-FH_01	Gas-BW-Gerät + solare TWE + Zu-/Abluftanlage mit WRG	✓	15%	-	-
6-FH_02	Gas-BW-Gerät + solare TWE + Abluftanlage (65% Biomethan)	✓	15%	-	-
6-FH_03	Gas-BW-Gerät / solare HeizU + solare TWE + Zu-/Abluftanlage mit WRG	✓	15%	-	-
6-FH_04	Gas-BW-Gerät / solare HeizU + Wohnungsstation + Zu-/Abluftanlage mit WRG	✓	15%	-	-
6-FH_05	Luft-Wasser-Sorptions- Gas-WP + Zu-/Abluftanlage mit WRG (15% Biomethan)	✓	15%	✓	49.500 €
6-FH_06	Mini-KWK-Anlage + Abluftanlage	✓	15%	-	-
6-FH_07	Luft-Wasser-WP + Abluftanlage	✓	15%	✓	49.500 €
6-FH_08	Luft-Wasser-WP + Wohnungsstation + E-DLE + Abluftanlage	✓	15%	✓	49.500 €
6-FH_09	Nah-/Fernwärme + Zu-/Abluftanlage mit WRG	✓	15%	-	-
6-FH_10	Nah-/Fernwärme + Wohnungsstation + Zu-/Abluftanlage mit WRG	✓	15%	-	-
6-FH_11	Pelletkessel + Abluftanlage	✓	15%	✓	49.500 €

²³ Bezieht sich auf die förderfähigen Kosten, welche im Neubau die gesamten gebäudebezogenen Investitionskosten (incl. Mehrwertsteuer) bis max. 120.000 € je Wohneinheit umfassen.



6 Literaturverzeichnis

- [1] *Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (Gebäudeenergiegesetz - GEG) vom 8. August 2020.*
- [2] *Energieeinsparungsgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 1. September 2005 (BGBl. I S. 2684), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 4. Juli 2013 (BGBl. I S. 2197) geändert worden ist.*
- [3] *Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden, zuletzt geändert durch: Verordnung zur Änderung der Energieeinsparverordnung vom 1. Mai 2014 (EnEV2014).*
- [4] *Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz vom 7. August 2008 (BGBl. I S. 1658), das zuletzt durch Artikel 9 des Gesetzes vom 20. Oktober 2015 (BGBl. I S. 1722) geändert worden ist.*
- [5] *DIN V 18599:2018-09. Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung (12 Normenteile), Beuth Verlag GmbH.*
- [6] *VDI 2067 Blatt 1: Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen, Grundlagen und Kostenberechnung, September 2012.*
- [7] *Brennstoffemissionshandelsgesetz vom 12. Dezember 2019 (BGBl. I S. 2728) (BEHG).*
- [8] *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.*
- [9] *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.*
- [10] *BTGA-Regel 3.001 2015-03: Wartung heiztechnischer Anlagen - Richtzeiten für die Durchführung.*
- [11] *Verordnung über die Kehrung und Überprüfung von Anlagen (Kehr- und Überprüfungsordnung - KÜO) vom 16. Juni 2009 (BGBl. I S. 1292), zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 2. Juli 2020 (BGBl. I S. 1544).*
- [12] *Initiative Brennstoffzelle (IBZ): Bewertungstool, Version 2020-02, <http://www.ibz-info.de/berechnungs-hilfe.html>.*
- [13] *Buderus: Arbeitsblätter Kennwerte EnEV/GEG – 6720642368 – 11/2020.*
- [14] *DIN EN 12831-1:2017-09: Energetische Bewertung von Gebäuden - Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast - Teil 1: Raumheizlast, Modul M3-3; Deutsche Fassung EN 12831-1:2017.*

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 Neubau 2021“ 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.

Herausgeber

BDEW Bundesverband der
Energie- und Wasserwirtschaft e. V.
www.bdew.de

Redaktion

Geschäftsbereich Vertrieb, Handel & gasspezifische Fragen
Ingram Täschner
Fachgebietsleiter Biogas und Gasanwendungen
ingram.taeschner@bdew.de

Dieser Heizkostenvergleich wurde erstellt vom
Institut für Technische Gebäudeausrüstung Dresden
Forschung und Anwendung GmbH.
www.itg-dresden.de

Titelbild: [ah_fotobox/istockphoto.com](https://www.istockphoto.com/ah_fotobox)

Stand: April 2021

Nutzen Sie unseren
Online-Heizkostenvergleich
zur individuellen Eingabe der
zu Grunde liegenden Daten.
bdew-heizkostenvergleich.de

