



# Quartierskonzept „Vogelsiedlung“ in Bargteheide nach KfW 432

## Mustersanierungskonzept 3

für die Reihenhäuser im Hasselbusch



(exemplarisches Bild der Reihenhäuser)

Auftraggeber  
Stadt Bargteheide  
Bau- und Planungsabteilung  
Rathausstraße 24-26  
22941 Bargteheide

Ersteller  
FRANK ECOzwei GmbH  
Schwedendamm 16  
24143 Kiel  
[www.frank-ecozwei.de](http://www.frank-ecozwei.de)  
Text: Carina Lenschow

Förderung:



Kiel, den 15.08.2017

# INHALT

---

1	Vorbemerkungen.....	1
1.1	Anlass .....	1
2	Beschreibung Haustyp .....	2
3	IST-Analyse .....	3
3.1	Objektbeschreibung .....	3
3.1.1	Nutzung .....	3
3.1.2	Bauweise .....	3
3.1.3	Thermische Gebäudehülle .....	4
3.1.4	Fotographische Darstellung aller Gebäudeaußenflächen .....	4
3.1.5	Baulicher und wärmetechnischer Zustand .....	5
3.2	Wärmebrücken.....	6
3.3	Lüftungsverluste.....	7
3.4	Wärmetechnischen Einstufung der Gebäudehülle.....	7
3.5	Bewertung der Gebäudehülle.....	8
3.6	Beschreibung Anlagentechnik.....	9
3.6.1	Beheizung.....	9
3.6.2	Warmwasserversorgung.....	9
4	Energetische Bewertung IST-Zustand .....	10
4.1	Energiebilanz .....	10
4.2	Bewertung des Gebäudes.....	12
4.3	Vergleich Verbrauch – Bedarf .....	14
4.3.1	Nutzerverhalten .....	14
5	Beschreibung Sanierungsmaßnahmen /-pakete .....	15
5.1	Einzelmaßnahmen .....	17
5.1.1	Austausch Fenster und Türen .....	17
5.1.2	Dämmungen im Kellergeschoss.....	20
5.1.3	Dämmung Außenwand.....	23
5.1.4	Photovoltaik .....	26
5.1.5	Wärmepumpe und Photovoltaik .....	28
5.2	Gesamtpaket 1, 2, 4.....	30
5.3	KfW-Effizienzhaus 70.....	32
6	Zusammenfassung der Ergebnisse.....	35
6.1	Primärenergiebedarf.....	35
6.2	Endenergiebedarf.....	35
6.3	Heizwärmebedarf .....	36



6.4	Spezifischer Transmissionswärmeverlust $H_T$ .....	36
6.5	Schadstoff-Emissionen .....	37
6.5.1	CO <sub>2</sub> -Emissionen .....	37
6.5.2	NO <sub>x</sub> -Emissionen .....	37
6.5.3	SO <sub>2</sub> -Emissionen .....	38
6.6	Kosten/ Wirtschaftlichkeit .....	38
6.6.1	Gesamtinvestitionskosten .....	38
6.6.2	Kosteneinsparung durch die Energiesparmaßnahmen .....	39
6.6.3	Kostengrundlagen .....	39
7	Fazit .....	40
8	Die nächsten Schritte .....	41
9	Sonstiges .....	42
9.1	Barrierereduzierung .....	42
9.2	Schallschutz .....	45
9.3	Einbruchschutz .....	46
9.4	Sommerlicher Wärmeschutz .....	48
9.5	Dezentrale Warmwasserversorgung .....	48
10	Allgemeines .....	49
10.1	Förderungen .....	49
10.1.1	KfW .....	49
10.1.2	BAFA .....	50
10.1.3	IB.SH .....	56
10.2	Lüftungskonzept nach DIN 1946-6 .....	57
10.2.1	Allgemeines .....	57
10.2.2	Hasselbusch – Reihenendhaus .....	58
10.3	Nachrüstpflicht EnEV 2016 .....	58
10.3.1	Heizkessel .....	58
10.3.2	Oberste Geschossdecken .....	59
10.3.3	Heizungs- und Warmwasserleitungen .....	59
10.4	Rechtliche Grundlagen .....	59
11	Glossar .....	60
11.1	Fachbegriffe .....	60
11.2	Energieeinsparverordnung EnEV .....	65
11.3	Brennstoffdaten .....	65
11.4	Hinweis .....	65



### Geschlechterneutrale Formulierung

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wurde im Text die männliche Form gewählt. Die Angaben beziehen sich jedoch auf Angehörige beider Geschlechter.

# 1 VORBEMERKUNGEN

---

## 1.1 ANLASS

Das energetische Quartierskonzept für die „Vogelsiedlung“ umfasst neben dem Endbericht drei Mustersanierungskonzepte für repräsentative Gebäudetypen im Quartier. Hierbei sollen Maßnahmen vorgeschlagen werden, welche schnell auch auf den Großteil der übrigen Gebäude übertragbar sind. Die vorhandene Bausubstanz wurde vor Ort begutachtet, die Eigentümer und Bewohner haben Bestandsdaten zur Verfügung gestellt und ihre Wünsche und Anregungen wurden mit einbezogen. Auf dieser IST-Grundlage wurden nachfolgend verschiedenste Sanierungsvorschläge erarbeitet.

Das Ziel der dargestellten Maßnahmen ist eine sinnvolle energetische Sanierung, zudem den Wärmeschutz zu verbessern und damit die Reduzierung von Energieverbräuchen. Einen hohen Anteil an regenerativen Energien dabei zu nutzen, besser noch vollständig, ist die Absicht. Dies ist entweder über Einzelmaßnahmen (z.B. Austausch Fenster und Türen, s. Punkt 5.1.1), über eine komplette Sanierung auf dem Niveau der geltenden EnEV 2016 für Bestandsgebäude (s. Punkt 5.2) oder über eine Sanierung als KfW-Effizienzhaus (s. Punkt 5.3) möglich.

Die Sanierungsvorschläge werden unter den jeweiligen Einzelmaßnahmen (s. Punkt 5.1) bzw. Gesamtpaketen (s. Punkt 5.2/ 5.3) in Bezug auf die zu erzielende Energieeinsparung und die damit verbundenen Kosten und Förderungen beurteilt und verglichen. Damit bekommen Sie für Ihr Gebäude eine Entscheidungshilfe zu ökologisch und wirtschaftlich sinnvollen Energiesparmaßnahmen an die Hand. Diese werden unter Punkt 7 im Fazit zusammengefasst.

Durch eine konsequente nachträgliche Wärmedämmung und den Einsatz energieeffizienter Anlagensysteme wird der Bedarf an fossilen Energieträgern wie Heizöl und Erdgas auf ein Minimum reduziert.

Dieses Mustersanierungskonzept soll beim Erkennen von Energieeinsparpotentialen helfen und Lösungen für den Einsatz von regenerativen Energien aufzeigen. Für diesen Bericht wurde ein Reihenendhaus im Hasselbusch als Grundlage genutzt, da die übrigen Gebäude allerdings größtenteils baugleich sind, können die Sanierungsvorschläge übertragen werden.

In der Anlage dieses Berichts ist ein Glossar beigefügt, welches sämtliche erwähnten Begriffe und Abkürzungen erklärt.



## 2 BESCHREIBUNG HAUSTYP

---

Die Reihenhäuser im Hasselbusch sind fast zeitgleich zwischen 1989 und 1994 gebaut worden. Die 51 Häuser sind in Reihe zu jeweils 4 bis 6 Häusern zusammengefasst. Der Wohnraum verteilt sich bei den Reihenhäusern der Eigentümergemeinschaft (45 Stück) auf ein Voll-, ein Dachgeschoss und zumeist ein ausgebauter Spitzboden, die Gebäude sind voll unterkellert. Die 6 Reihenhäuser zu Beginn des Hasselbusches (Nr. 8b-d, 10, 10a-b) haben davon abweichend zwei Vollgeschosse und ein Dachgeschoss mit einer Tiefgarage. Der Zustand der Gebäude ist gut. Es haben einige, kleinere Sanierungsmaßnahmen bereits stattgefunden in den letzten Jahren.

Ein Garten mit Terrasse ist vorhanden, es gibt nahelegende, nutzerbezogene PKW-Stellplätze.

### 3 IST-ANALYSE

#### 3.1 OBJEKTBESCHREIBUNG

Ort:	Bargteheide	
Bundesland:	Schleswig-Holstein	
Gebäudetyp:	Einfamilienreiheneckhaus	
Baujahr:	1989	
Lage:	geschützte Lage innerhalb einer Wohnsiedlung	
Nutzung:	Wohngebäude	
Bauweise	schwere Bauart	
Luftdichtheit	ohne Dichtheitsprüfung	
Vollgeschosse	1	
Wohneinheiten:	1	
Personenzahl:	3	
Beheizbare Wohnfläche:	100,00 m <sup>2</sup>	
Beheiztes Gebäudevolumen:	$V_e = 389,21$	m <sup>3</sup>
Gebäudehüllfläche:	$A = 280,34$	m <sup>2</sup>
Kompaktheit:	$A/V = 0,72$	m <sup>-1</sup>
Energiebezugsfläche:	$A_N = 125$	m <sup>2</sup>
Mittlere Raumhöhe:	$H = 2,50$	m
Luftvolumen:	$V_L = 295,80$	m <sup>3</sup>
Luftwechsel:	$n = 0,70$	h <sup>-1</sup>

##### 3.1.1 Nutzung

Das Reihenendhaus hat eine Wohnraumfläche, die sich vom Erdgeschoss übers Dachgeschoss bis zum ausgebauten Spitzboden erstreckt. Für die Nutzung des Spitzbodens wurde nachträglich eine festinstallierte Treppe eingebaut. Das Kellergeschoss ist unbeheizt und bietet Platz für Abstellräume.

##### 3.1.2 Bauweise

Das Gebäude ist in Massivbauweise erstellt und besitzt ein Vollgeschoss. Es ist voll unterkellert, ein komplett ausgebautes Dachgeschoss mit einem Pfettendach (38°).

### 3.1.3 Thermische Gebäudehülle

Typ	Bauteil	Orientierung	Neigung	Fläche in m <sup>2</sup>	U-Wert in W/m <sup>2</sup> K
DA	Dach O	O	38	31,54	0,38
DA	Dach W	W	38	28,90	0,38
DA	Satteldachgaube O- Dach	O	43	9,16	0,38
DA	Satteldachgaube W- Dach	W	39	10,10	0,38
TA	Tür gg. unbeheizt	N	90	1,53	2,90
TA	Tür O	O	90	2,40	2,90
WA	AW N Giebel	N	90	74,19	0,46
WA	AW O	O	90	17,36	0,46
WA	AW W	W	90	15,57	0,46
WA	Satteldachgaube O- Seiten	O	90	1,35	0,27
WA	Satteldachgaube W- Seiten	W	90	2,70	0,27
WK	Wand gg. unbeheizt	N	90	8,55	1,72
FA	DFF W	W	38	1,09	1,20
FA	Fe N	N	90	1,69	3,00
FA	Fe O	O	90	1,84	3,00
FA	Fe O Gaube	O	90	1,44	3,00
FA	Fe W	W	90	6,03	3,00
FA	Fe W Gaube	W	90	2,40	3,00
BK	Kellerdecke		0	62,50	0,45

### 3.1.4 Fotografische Darstellung aller Gebäudeaußenflächen



Ansicht Süden (Giebel)/ Ansicht Osten (Eingang), (exemplarische Darstellung)

<sup>1</sup> Foto: FRANK-Gruppe, C. Lenschow



Ansicht Westen (Gartenseite), (exemplarische Darstellung)

### 3.1.5 Baulicher und wärmetechnischer Zustand

#### Allgemein

Das Gebäude ist in einem guten Gesamtzustand. Im Wohnzimmer gab es bei den Nachbarn bereits im Fußbereich leichte Durchfeuchtungen.

#### Fenster und Türen

Die Wohnungsfenster und Hauseingangstür stammen aus dem Baujahr 1989. Die Kunststoffrahmen sind mit 2-fach Isolierverglasung gefüllt. Hieraus ergibt sich ein U-Wert von  $3,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Der Spitzboden hat ein Dachflächenfenster der Firma Velux mit ThermoStar-Vergasung ( $U_w = 1,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ ).

Die unbeheizten Kellerräume sind mit Stahlfenstern (Einscheibenverglasung) inkl. Lochblech als Schutzgitter ausgestattet.

Die Eigentümer berichten von Zuglufterscheinungen.

#### Außenwand

Die Außenwand besteht aus 1 cm Innenputz, einem 17,5 cm Hintermauerwerk durch einen Kalksandstein mit einer angenommenen Rohdichte von  $1.800 \text{ kg/m}^3$ . Darauf folgt eine 6 cm Mineralfaser-Isolierplatte mit einer Wärmeleitgruppe von vermutl.  $0,040 \text{ W/m}^2\text{K}$ , eine Luftschicht von 4,5 cm und abschließend ein 11,5 cm Verblendmauerwerk im wilden Verband. Es ergibt sich ein U-Wert von  $0,46 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Es sind keine Bestands- oder Feuchtigkeitsprobleme ersichtlich gewesen.

<sup>2</sup> Foto: FRANK-Gruppe, Carina Lenschow

## **Dach**

Das Pfettendach hat eine ca. 42° Neigung und zwei Satteldachgauben. Der Dachaufbau besteht aus 1,25 cm Gipskartonplatte auf Sparschalung, einer angenommenen Dampfbremse, 16 cm tiefe Sparren, die mit ca. 12 cm Mineralwolle WLG 045 gefüllt sind, der übrige Zwischensparrenbereich ist belüftet. Die Eindeckung besteht aus Betondachsteinen mit Pappdocken und ergibt einen U-Wert von 0,38 W/m<sup>2</sup>K.

Der Aufbau der Gaubenwangen ist nicht bekannt, es wird in Anlehnung an die Dacheindeckung ein U-Wert von 0,27 angenommen. Die Deckung besteht aus Schindeln in Schieferoptik.

Der Spitzbodenausbau hat erst vor kurzem stattgefunden.

## **Oberste Geschossdecke**

Da die oberste Geschossdecke ursprünglich die beheizte Dachgeschossfläche von der unbeheizten Abstellfläche des Spitzbodens trennte, wurde beim Bau zwischen die Balken eine Dämmung aus ca. 14 cm Mineralwolle, alu-kaschiert, gelegt. Durch den Ausbau des Spitzbodens ist das gesamte Schrägdach zu einem Bauteil der wärmeübertragenden Bauteilhülle geworden und die oberste Geschossdecke entfallen. Sie wird daher nicht in die Berechnungen einbezogen.

Der Zutritt zum Spitzboden erfolgt durch eine nachträglich eingebaute Treppe.

## **Kellerdecke**

Die Kellerdecke hat eine 14 cm Stahlbetondecke, 5 cm Polystyrol-Hartschaumplatte WLG 045, Trittschalldämmung durch 3 cm Mineralfasermatten WLG 045, abgedeckt durch eine PE-Folie und einem 7 cm starken Zementestrich mit Heizmatten verlegt. Die Bodenbeläge variieren nach Raumnutzung zwischen Parkett und Fliesen.

Die lichte Höhe des Kellergeschosses liegt bei 2,07 m.

## **EG-Wände gegen unbeheizt (d.h. Wände zwischen beheizten und nicht beheizten Räumen)**

Eine verputzte 11,5 cm Innenwand um die Kellerzugangstreppe, vermutl. aus Kalksandsteinwand, trennt den beheizten Erdgeschoss-Wohnbereich von dem unbeheizten Kellergeschoss. Die Tür zur Kellertreppe ist, wie alle Innentüren, 2015 gegen neue, aber ungedämmte Innentüren getauscht worden. Für diese Tür wird ein pauschaler Ansatz mit einem U-Wert von 2,9 W/m<sup>2</sup>K getroffen.

## **3.2 WÄRMEBRÜCKEN**

Das Reihenhaus weist keine großen Wärmebrücken auf.

Bei einem Vor-Ort Termin zeigten sich leichte Wärmebrücken, die bei einer möglichen Sanierung berücksichtigt werden sollten. Die Fensterrahmen sind äußerlich nicht überdämmt, außerdem stellt der Anschluss Fußpunkt Außenwand – Kellerwand – Kellerdecke eine leichte Wärmebrücke dar, weil die gedämmte Hülle durchbrochen ist.

### 3.3 LÜFTUNGSVERLUSTE

Der Bauteilanschluss Fensterrahmen an Laibung/Sturz/Fensterbank sind teilweise nicht luftdicht, es treten Zuglufterscheinungen auf.

### 3.4 WÄRMETECHNISCHEN EINSTUFUNG DER GEBÄUDEHÜLLE

In der folgenden Tabelle finden Sie eine Zusammenstellung der einzelnen Bauteile der Gebäudehülle mit ihren momentanen U-Werten. Zum Vergleich sind die Mindestanforderungen angegeben, die die EnEV 2016 bei Änderungen von Bauteilen an bestehenden Gebäuden stellt. Die angekreuzten Bauteile liegen deutlich über diesen Mindestanforderungen. Das bedeutet, die energetischen Eigenschaften dieser Bauteile sind derzeit schlechter als es die EnEV nach einer Sanierung fordert, es gibt also ein Potenzial für energetische Verbesserungen.

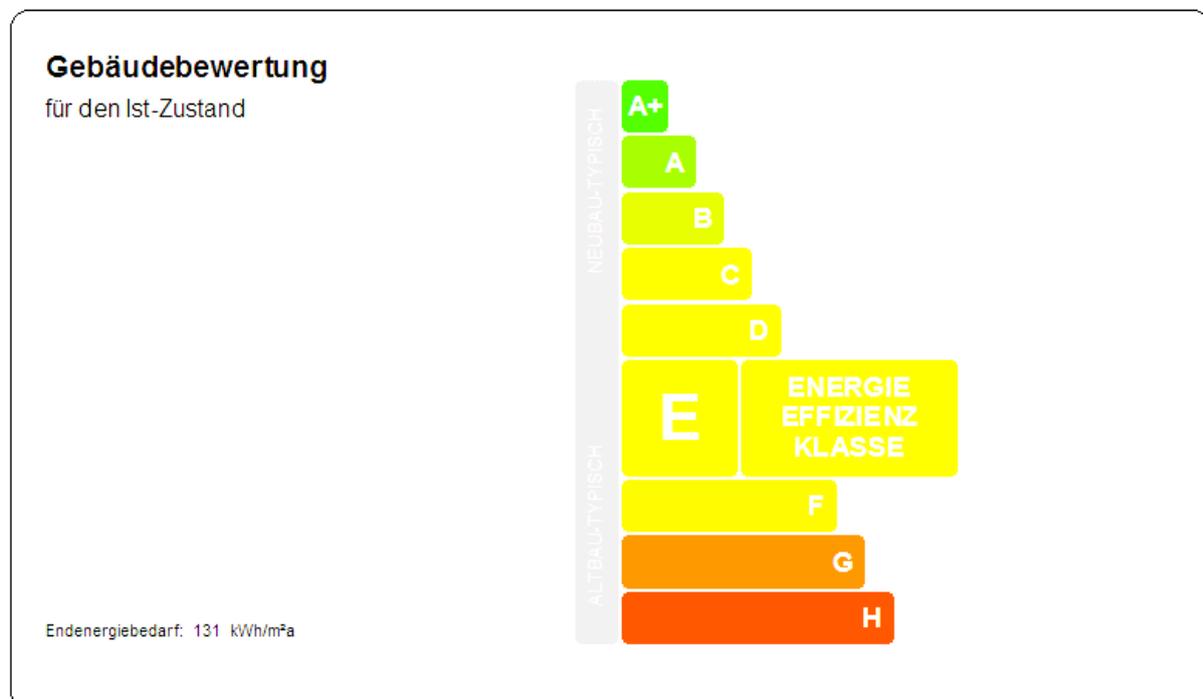
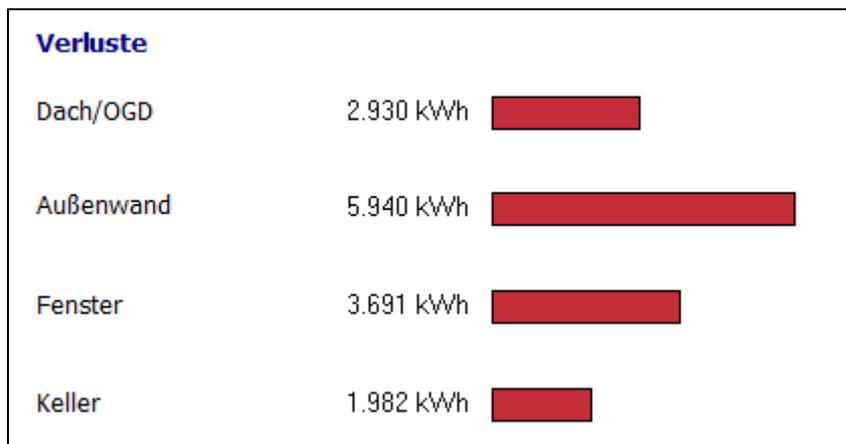
	Typ	Bauteil	Fläche in m <sup>2</sup>	U-Wert in W/m <sup>2</sup> K	U <sub>max</sub> EnEV* in W/m <sup>2</sup> K	U <sub>max</sub> KfW** in W/m <sup>2</sup> K
	DA	Dach O	31,54	0,38	0,24	0,14
	DA	Dach W	28,90	0,38	0,24	0,14
	DA	Satteldachgaube O- Dach	9,16	0,38	0,24	0,14
	DA	Satteldachgaube W- Dach	10,10	0,38	0,24	0,14
X	TA	Tür gg. unbeheizt	1,53	2,90	1,8	1,3
X	TA	Tür O	2,40	2,90	1,8	1,3
X	WA	AW N Giebel	72,50	0,46	0,24	0,20
X	WA	AW O	17,36	0,46	0,24	0,20
X	WA	AW W	15,57	0,46	0,24	0,20
	WA	Satteldachgaube O- Seiten	1,35	0,27	0,24	0,20
	WA	Satteldachgaube W- Seiten	2,70	0,27	0,24	0,20
X	WK	Wand gg. unbeheizt	8,55	1,72	0,30	0,25
	FA	DFF W	1,09	1,20	1,4	0,95
X	FA	Fe N	3,38	3,00	1,3	0,95
X	FA	Fe O	1,84	3,00	1,3	0,95
X	FA	Fe O Gaube	1,44	3,00	1,3	0,95
X	FA	Fe W	6,03	3,00	1,3	0,95
X	FA	Fe W Gaube	2,40	3,00	1,3	0,95
	BK	Kellerdecke	62,50	0,45	0,30	0,25

\*) Bei Änderungen von Bauteilen an bestehenden Gebäuden muss der von der EnEV vorgegebene maximale U-Wert eingehalten werden. Die angegebenen Maximalwerte gelten für Dämmungen auf der kalten Außenseite. Ist die Dämmschichtdicke aus technischen Gründen begrenzt, so ist die höchstmögliche Dämmschichtdicke (bei einem Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit von  $\lambda = 0,035 \text{ W/(mK)}$ ) einzubauen. Soweit Dämm-Materialien in Hohlräume eingeblasen oder Dämm-Materialien aus nachwachsenden Rohstoffen verwendet werden, ist ein Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit von  $\lambda = 0,045 \text{ W/(mK)}$  einzuhalten. Ist die Glasdicke aus technischen Gründen begrenzt, so gilt für die Verglasung der Maximalwert von  $1,30 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

\*\*) Die Mindestanforderungen an U-Werte für KfW-Förderungen gelten nicht für KfW-Effizienzhäuser, sondern für die KfW-Förderung von Einzelmaßnahmen. Die Anforderungen Stand 06/2014 können jederzeit aktualisiert werden.

### 3.5 BEWERTUNG DER GEBÄUDEHÜLLE

Der energetische Zustand der Gebäudehülle wird als überwiegend gut eingestuft. Die Bauteile sind besser als die damals geltende Wärmeschutzverordnung 1982/84 es forderte. Der Bauteilanschluss der Kunststoffenster ist allerdings nicht luftdicht und erzeugt damit Zuglufterscheinungen. Mit ihren 28 Jahren liegen Sie noch gerade innerhalb einer üblichen Nutzungsdauer von 15-30 Jahren, ein Austausch wird daher innerhalb der nächsten 7 Jahre eingeplant werden. Die größten Wärmeverluste der Gebäudehülle verursacht die Außenwand, gefolgt von den Fenstern/ Türen. Aufgrund der Endhauslage ist das Gebäude als einseitige angebaut definiert mit drei Wind ausgesetzten Fassaden; daher sind die Verluste im Fassadenbereich hoch.



Die Unterteilung nach Energieeffizienzklassen stuft das Gebäude nach dem Jahres-Endenergiebedarf pro m² ein. Das Gebäude fällt in die Kategorie E und entspricht damit einem bauzeitlich üblichen Bestandsgebäude.

## 3.6 BESCHREIBUNG ANLAGENTECHNIK

### 3.6.1 Beheizung

#### EG – DG (87,5 % der Gebäudenutzfläche)

Die Beheizung erfolgt durch einen dezentralen Wärmeerzeuger. Eine Automatik-Elektro-Fußboden-Speicherheizung (System Ritter) ist für die Erwärmung des Gebäudes zuständig. Dazu wurden Heizmatten im Estrich verlegt, außerdem ist ein Witterungsfühler und Einzelraumregelung vorhanden. Das Baujahr entspricht dem Baujahr des Gebäudes: 1989.

#### Spitzboden (12,5 % der Gebäudenutzfläche)

Der nachträglich ausgebaute Spitzboden wird derzeit nur über einen elektrischen Heizlüfter erwärmt.

Die Anlagenaufwandszahl  $e_p$  (Verhältnis von Aufwand Primärenergie zu erwünschtem Nutzen (Endenergie) des Anlagensystems) liegt bei 1,90. Das bedeutet, dass zur Herstellung der notwendigen Endenergie für die Anlagentechnik zusätzlich 90 % an Primärenergie aufgewandt werden muss. Das ist schlecht und bietet Optimierungsmöglichkeiten zum derzeitigen Zeitpunkt.

Die Eigentümer beheizen außerdem das Gebäude durch einen Kaminofen im Wohnzimmer. Dieser wird laut Auskunft täglich genutzt in der Heizperiode.

Die Nutzung eines Kaminofens ist nachhaltig und macht unabhängiger von den geltenden Energiepreisen. Für die energetischen Berechnungen kann ein Kaminofen nur unter bestimmten Voraussetzungen mit höchstens 10 % berücksichtigt werden, da das Heizen eines Ofens nutzerabhängig und damit nicht vergleichbar ist. Die Berücksichtigung ist nur möglich, wenn ein Einzelofen in das vorhandene Heizsystem eingebunden ist oder es sich um automatisch beschichtete Öfen handelt inkl. Speicher<sup>3</sup>. Daher ist für dieses Konzept kein Ofen berücksichtigt worden (rechnerisch).

### 3.6.2 Warmwasserversorgung

Die Warmwasserversorgung erfolgt durch ein dezentrales Elektro-System. Die Küche ist mit einem 10-Liter Elektro-Kleinspeicher (Siebel-Eltron, Baujahr 2015) ausgestattet. Das Bad hingegen hat einen elektrischen Durchlauferhitzer (Stiebel Eltron, Baujahr 2015), ebenso das Gäste-WC.

---

<sup>3</sup> KfW (2017): Liste der Technischen FAQ (Prog. 151/152, 430, 153), Stand 08/2016

## 4 ENERGETISCHE BEWERTUNG IST-ZUSTAND

### 4.1 ENERGIEBILANZ

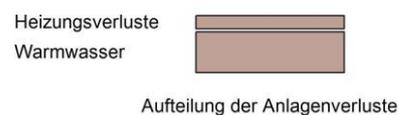
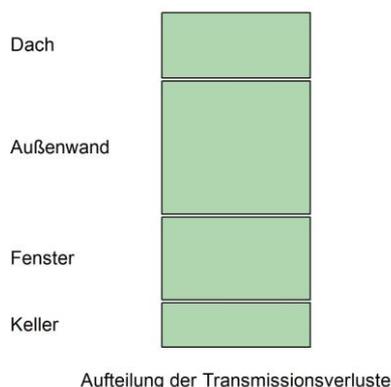
Um ein Gebäude energetisch zu bewerten, muss man den vorhandenen Energieverbrauch beurteilen können. Verbraucht mein Haus viel oder wenig? Durch welche Maßnahmen lässt sich wie viel Energie einsparen?

Die Antwort auf diese Fragen gibt eine Energiebilanz. Dazu werden alle Energieströme, die dem Gebäude zu- bzw. abgeführt werden, quantifiziert und anschließend bilanziert.

Energieverluste entstehen über die Gebäudehülle (Transmission), durch den Luftwechsel und bei der Erzeugung und Bereitstellung der benötigten Energie. Die Aufteilung der Verluste, d.h. der Transmissionsverluste auf die Bauteilgruppen – Dach – Außenwand – Fenster – Keller – und der Anlagenverluste auf die Bereiche – Heizung – Warmwasser – Hilfsenergie (Strom) – sowie der Lüftungsverluste können Sie der nachfolgenden Tabelle und den Diagrammen entnehmen.

Die detaillierte Berechnung der einzelnen Transmissionswärme- und Anlagenverluste befinden sich im Anhang.

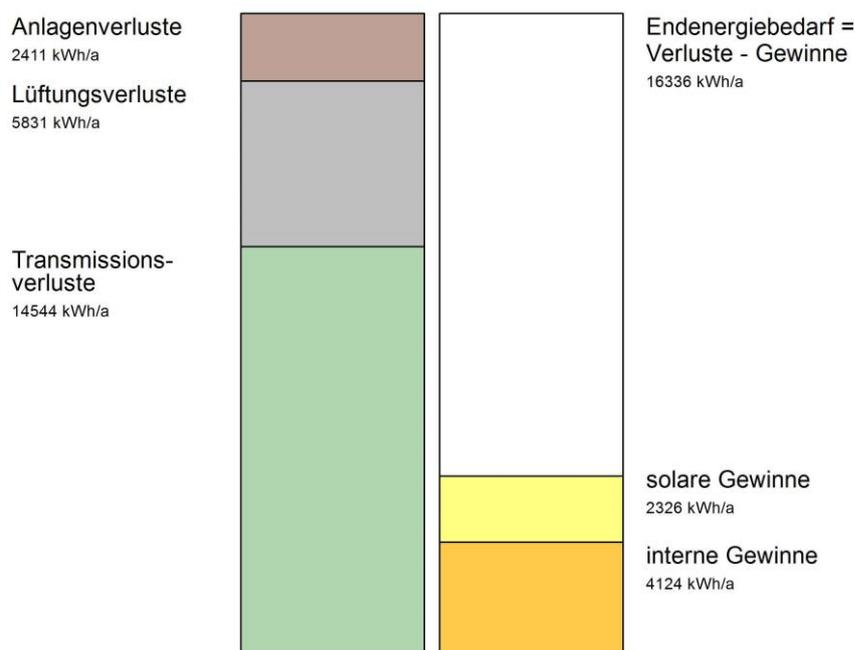
Verluste	jährlich [kWh/a]	anteilig [%]
<b>Transmissionsverluste</b>		
Dach	2930	20,1
Außenwand	5940	40,8
Fenster	3691	25,4
Keller	1982	13,6
Gesamt	<b>14544</b>	<b>100</b>
<b>Lüftungsverluste</b>		
Gesamt	<b>5831</b>	<b>100</b>
<b>Anlagenverluste</b>		
Heizung	586	24,3
Warmwasser	1825	75,7
Hilfsenergie	0	0,0
Gesamt	<b>2411</b>	<b>100</b>



Die Energiebilanz gibt Aufschluss darüber, in welchen Bereichen hauptsächlich Energie verloren geht bzw. wo die größten Einsparpotentiale in Ihrem Gebäude liegen. Bei der Energiebilanz werden die Wärmeverluste und Wärmegewinne der Gebäudehülle, sowie die Verluste der Anlagen zur Raumheizung, Trinkwarmwasserbereitung und Lüftungstechnik berücksichtigt. Aus der Bilanz ergibt sich dann der Endenergiebedarf  $Q_E$  (notwendige Energiemenge, die für die Beheizung, Lüftung und Warmwasserbereitung zu erwarten ist) und der Primärenergiebedarf  $Q_P$  Ihres Gebäudes (zusätzliche Einbeziehung der Energiemenge der vorgelagerten Prozesskette außerhalb des Gebäudes [Gewinnung, Umwandlung, Verteilung]).

Der Haushaltsstrom wird in dieser Bilanz nicht betrachtet.

Energiebilanz des Gebäudes	jährlich [kWh/a]	anteilig [%]
<b>Verluste</b>		
Transmissionsverluste	14544	63,8
Lüftungsverluste	5831	25,6
Anlagenverluste	2411	10,6
Gesamt	<b>22785</b>	<b>100</b>
<b>Gewinne</b>		
Solare Wärmegewinne	2326	36,1
Interne Wärmegewinne	4124	63,9
Gesamt	<b>6450</b>	<b>100</b>
<b>Endenergiebedarf <math>Q_E</math></b>		
Endenergiebedarf $Q_{WE,E}$ (Wärmeerzeugung)	16336	
Endenergiebedarf $Q_{HE,E}$ (Hilfsenergie)	0	
Gesamt	<b>16300</b>	
<b>Primärenergiebedarf <math>Q_P</math></b>		
	<b>29404</b>	



## 4.2 BEWERTUNG DES GEBÄUDES

Das Gebäude ist in einem guten Gesamtzustand. Wie bereits unter Punkt 3.5 erwähnt, ist die energetische Qualität besser als zur Zeit der Bauausführung gesetzlich gefordert. Trotzdem lässt sich sinnvoll Energie einsparen, vor allem im Zuge anstehender Instandhaltungsmaßnahmen. Der Brennstoff zur Beheizung (Strom) ist derzeit teuer und hat noch einen zu hohen fossilen Anteil. Die Übergabe bedarf aufgrund der verzögerten Wärmeabgabe einer genauen Steuerung.

Die Gesamtbewertung des Gebäudes erfolgt aufgrund des jährlichen Primärenergiebedarfs pro m<sup>2</sup> Nutzfläche – zurzeit beträgt dieser 236 kWh/m<sup>2</sup>a.

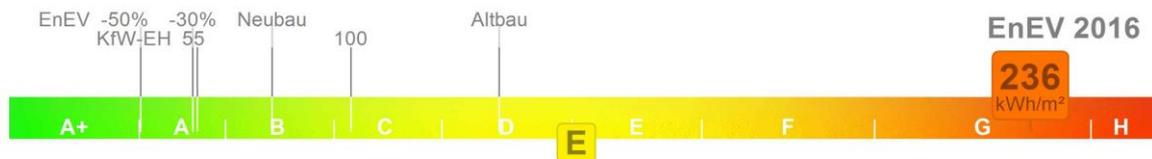
### Gesamtbewertung

Primärenergiebedarf

Endenergiebedarf

Ist-Zustand: 236 kWh/m<sup>2</sup>a

Ist-Zustand: 131 kWh/m<sup>2</sup>a



### Gebäudehülle

Heizwärmebedarf

Ist-Zustand: 112 kWh/m<sup>2</sup>a



### Anlagentechnik

Anlagenverluste

Ist-Zustand: 112 kWh/m<sup>2</sup>a



### Umweltwirkung

CO<sub>2</sub>-Emission

Ist-Zustand: 83 kg/m<sup>2</sup>a





### Einstufung gemäß Neubaustandard nach EnEV

In der nachfolgenden Tabelle finden Sie den Vergleich des Bestandgebäudes im Ist-Zustand mit den Anforderungen dieses Gebäudes als Neubau.

	Ist-Zustand	Referenz- gebäude <sup>1)</sup>	Verhältnis zum Referenz- gebäude
<b>Primärenergiebedarf <math>Q_P</math> [kWh/(m<sup>2</sup>a)]</b>	236,09	80,93	291,72 %
<b>Transmissionswärmeverlust <math>H_T</math> [W/(m<sup>2</sup>K)]</b>	0,677	0,370 <sup>2)</sup>	182,97 %
<b>Transmissionswärmeverlust <math>H_T</math> [W/(m<sup>2</sup>K)]</b>	0,677	0,630 <sup>3)</sup>	107,46 %

- 1) Das Referenzgebäude beschreibt den jeweiligen Neubau-Standard nach EnEV 2016.
- 2) Transmissionswärmeverlust für das Referenzgebäude nach EnEV 2016 Anlage 1 Tabelle 1.
- 3) Höchstwert des Transmissionswärmeverlust nach EnEV 2016 Anlage 1 Tabelle 2.

### 4.3 VERGLEICH VERBRAUCH – BEDARF

Bei der Berechnung des Energiebedarfs eines Gebäudes wird von vorgegebenen Nutzerverhalten und einheitlichen Klimabedingungen (Norm-Standort) ausgegangen, um den Energiebedarf unterschiedlicher Gebäude miteinander vergleichen zu können.

Bei den Angaben zum Energieverbrauch fließt natürlich das individuelle Nutzerverhalten und der tatsächliche Standort des Gebäudes (Klima) ein. Das kann zu Abweichungen zwischen dem berechneten Energieverbrauch und dem tatsächlich gemessenen Energieverbrauch führen.

Es konnte nur der Energieverbrauch von einem Jahr zur Verfügung gestellt werden. Zur Vergleichbarkeit sollten min drei aufeinander folgende Jahre herangezogen werden. Da außerdem die Beheizung über den Kaminofen nicht in die Bedarfsberechnungen mit einfließen darf, diese Eigentümer aber überwiegend darüber heizen, ist eine Vergleichbarkeit auf Basis der EnEV- bzw. KfW-Randbedingungen nicht gegeben. Der Vergleich ist nicht darstellbar.

Nach einer Sanierung steigt oft der Komfortanspruch der Nutzer, d.h. es werden höhere Raumtemperaturen eingestellt, zuvor niedrig beheizte Räume werden beheizt. Aus diesen Gründen können auch die Einsparungen bezogen auf den gemessenen Energieverbrauch nicht garantiert werden.

#### 4.3.1 Nutzerverhalten

Der tatsächliche Energieverbrauch eines Gebäudes ist sehr stark vom Nutzerverhalten der Bewohner abhängig. So haben die Nutzungsdauer, das Lüftungsverhalten, die Raumtemperaturen und Anzahl bzw. Größe der beheizten Räume einen wesentlichen Einfluss.

Für die Berechnung dieses Berichts wurde das EnEV-Standard-Nutzungsverhalten zugrunde gelegt:

mittlere Innentemperatur:	19,0 °C,
Luftwechselrate:	0,70 h <sup>-1</sup> ,
interne Wärmegewinne:	4131 kWh pro Jahr,
Warmwasser-Wärmebedarf:	1557 kWh pro Jahr.

Der Berechnung dieses Berichts wurden das EnEV-Standard-Nutzerverhalten und die Standard-Klimabedingungen für Deutschland zugrunde gelegt. Daher können aus den Ergebnissen keine Rückschlüsse auf die absolute Höhe des Brennstoffverbrauchs gezogen werden.

## 5 BESCHREIBUNG SANIERUNGSMABNAHMEN /-PAKETE

---

Im Folgenden werden Maßnahmen zur Sanierung vorgeschlagen, welche einzeln ausgeführt (s. Punkt 5.1) oder auch miteinander kombiniert werden können. Unter Punkt 5.2 ist ein sinnvolles Gesamtpaket vorgestellt, welches sich u.a. aus den Einzelmaßnahmen zusammensetzen.

Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung soll den wirtschaftlichen Nutzen für Mehrausgaben durch energetisch bessere Maßnahmen aufzeigen. Sie soll ein Anhaltspunkt für Sie sein, welche Maßnahmen sich (am schnellsten) amortisieren, um Sie für Sanierungen zu begeistern und damit dem Klimawandel entgegen zu wirken.

Für die Betrachtung wird unterschieden zwischen Vollkosten, d.h. Gesamtinvestitionen und energiebedingten Mehrkosten (Ausgaben für die Energiesparmaßnahmen).

Für die Bewertung der Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen werden allein die energiebedingten Mehrkosten herangezogen. Sie umfassen nur die Ausgaben, die zusätzlich zur reinen Instandhaltungsmaßnahme entstehen, also Ausgaben für energiesparende Maßnahmen (z.B. zusätzliche Dämmung). Die Grafik der nachfolgenden Seite stellt die unterschiedlichen Kosten einer Sanierung dar. In den energiebedingten Mehrkosten sind weder übliche Bauunterhaltsausgaben wie Maler- oder Spenglerarbeiten noch allgemeine Ausgaben einer Sanierung für z.B. Gerüste, neuen Anstrich, Baustelleneinrichtung, Planungshonorare noch diejenigen Ausgaben ohnehin fälliger Sanierungen enthalten, die nicht zur energetischen Verbesserung beitragen wie Abbruch und Entsorgung oder eine Kaminsanierung. Die Förderungen sind beispielhaft eingerechnet und müssen für jeden Eigentümer individuell geplant werden, bei der KfW besteht für viele Maßnahmen die Wahl zwischen Zuschüssen oder Darlehen.

Für eine vollumfängliche Planung ist eine objektbezogene, Kostenschätzung (Leistungsphase 2) oder -berechnung (Leistungsphase 3) der HOAI von einem Architekten notwendig. Bei dieser werden die Kosten der gesamten Bauwerkskosten (energetische als auch Instandhaltungsmaßnahmen), inkl. allgemeinen Ausgaben wie Gerüststellung, Außenanlagenarbeiten und Baunebenkosten (z.B. Architektenleistungen, Statiker, Gutachten, etc.) geplant. Außerdem kann, wie bei Bestandssanierungen üblich, ein gewisser Prozentsatz für Unvorhergesehenes kalkuliert werden.

### Kurzbeschreibung Wirtschaftlichkeitsbetrachtung (Annuitätenmethode)

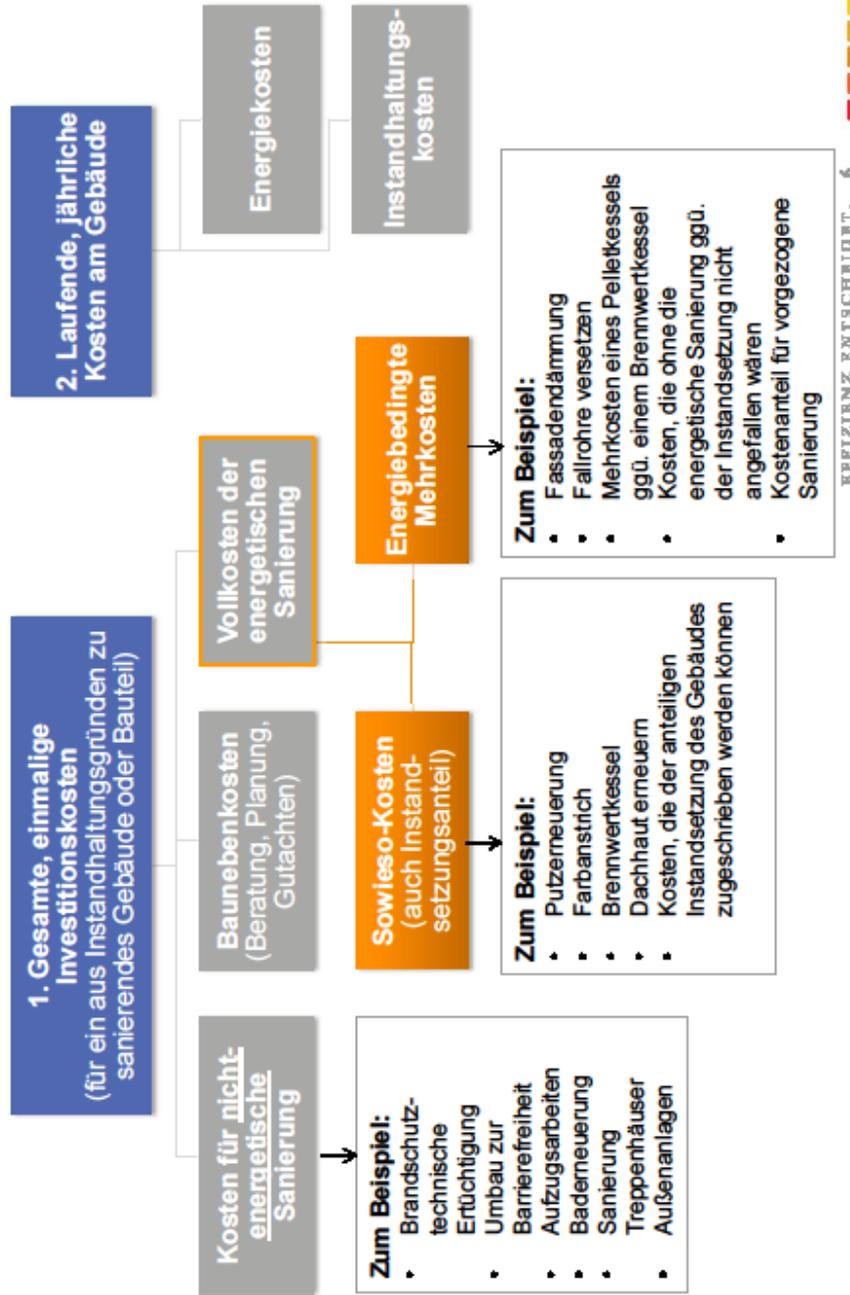
Um die Wirtschaftlichkeit für Energiesparmaßnahmen aufzuzeigen, ist es sinnvoll, nicht die gesamten Investitionskosten auf die eingesparten Brennstoffkosten umzulegen, sondern nur die spezifisch für die Energiesparmaßnahmen aufgewendeten Kosten anzusetzen.<sup>4</sup> Diese Kosten setzen sich zusammen aus den oben beschriebenen energiebedingten Mehrkosten und einem Restwert, welcher sich aus der Restnutzungsdauer der IST-Bauteils ermittelt.<sup>4</sup> Hiervon werden Förderungen und Ersatzkosten (die notwendigen Instandhaltungskosten nach Ablauf der Restnutzungsdauer des IST-Bauteils) abgezogen.<sup>4</sup> Die Betrachtungsdauer entspricht der längsten Nutzungsdauer bei verschiedenen Maßnahmen innerhalb einer Variante. In diesem Zeitraum sollten sich die Investitionskosten amortisiert haben. Eine Beschreibung der hierzu verwendeten einzelnen Fachbegriffe finden Sie im Glossar.

---

<sup>4</sup> Hottgenroth (oJ): Energieberater (Handbuch), S. 205 f

# Kostenverständnis bei energetischen Sanierungen.

dena  
Deutsche Energie-Agentur



EFFIZIENZ ENTSCHEIDET. 6

<sup>5</sup> Dena (2017): Kostenverständnis bei energetischen Sanierungen.  
[http://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/vob\\_grafik\\_energiebedingte\\_mehrkosten.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](http://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/vob_grafik_energiebedingte_mehrkosten.pdf?__blob=publicationFile&v=2) (27.07.2017)

## 5.1 EINZELMAßNAHMEN

### 5.1.1 Austausch Fenster und Türen

Es ist davon auszugehen, dass ein Austausch innerhalb der nächsten 7 Jahre spätestens (übliche Nutzungsdauer 35 Jahre) notwendig ist. Wir empfehlen den Einbau von neuen Kunststofffenstern mit 3-fach-Wärmeschutzverglasung und einem U-Wert von 0,95 W/m<sup>2</sup>K. Ebenso kann die Hauseingangstür gegen eine neue Kunststofftür mit einem U-Wert von 1,30 W/m<sup>2</sup>K und die Tür zum unbeheizten Keller gegen eine wärmedämmte Tür (U-Wert: 1,30 W/m<sup>2</sup>K) getauscht werden.

	IST-Zustand U-Wert	U-Wert nach Maßnahme (Einhaltung Anforderung KfW)	U-Wert Anforderung EnEV
Fenster	3,00 W/m <sup>2</sup> K	0,95 W/m <sup>2</sup> K	1,30
Hauseingangstür	2,90 W/m <sup>2</sup> K	1,30 W/m <sup>2</sup> K	1,80
Türen zum unbeheizten Keller	2,90 W/m <sup>2</sup> K	1,30 W/m <sup>2</sup> K	-

Die Maßnahmen entsprechen den Vorgaben der KfW. Außenliegende Verschattungssysteme, z.B. Rollläden, können mitgefördert werden. Alternativ können auch nur die gesetzlichen Vorgaben der Energieeinsparverordnung eingehalten werden, welche der rechten Spalte entnommen werden können. Das Rahmenmaterial ist von der EnEV oder der KfW nicht vorgegeben, der Einbau von Holzfenstern ist allerdings i.d.R. um min. 30 % teurer.

Technische Voraussetzungen gemäß KfW

#### KfW Energieeffizient Sanieren – Einzelmaßnahmen

- $U_w \leq 0,95 \text{ W/m}^2\text{K}$
- U-Wert der Außenwand  $\leq$  des neuen Fensters

#### KfW Energieeffizient Sanieren – Einzelmaßnahmen barrierearm

- $U_w \leq 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Öffnbar mit geringem Kraftaufwand (*d.h. „Beim Ver- und Entriegeln der Fenster muss das Drehmoment am Fenstergriff kleiner als 5 Nm und die auf das Hebelende aufgebrachte Kraft kleiner 30 N sein. Die Fenstergriffe dürfen nicht höher als 1,05 m über dem Fußboden angeordnet sein. Ist dies baustrukturell nicht möglich, sind automatische Öffnungs- und Schließsysteme förderfähig. Bei Balkon- und Terrassentüren darf die untere Schwelle eine Höhe von 2,0 cm nicht überschreiten.“*)
- U-Wert der Außenwand  $\leq$  des neuen Fensters

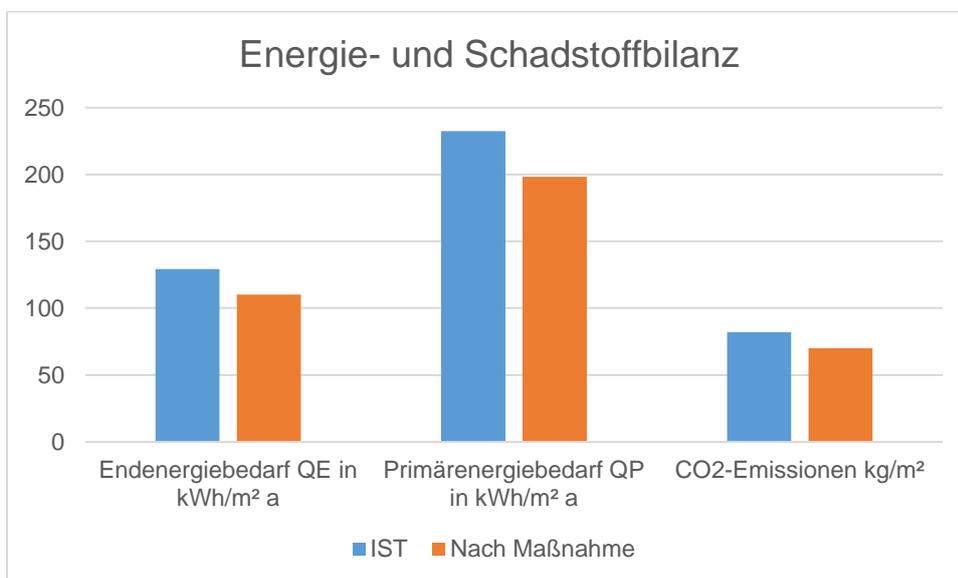
#### KfW Energieeffizient Sanieren – Einzelmaßnahmen einbruchhemmend

- $U_w \leq 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Widerstandsklasse RC2 nach DIN EN 1627 oder besser
- U-Wert der Außenwand  $\leq$  des neuen Fensters



In dieser Variante reduziert sich der Endenergiebedarf und die Energiekosten des Gebäudes um 16 %.

	IST	Nach Maßnahme
Endenergiebedarf QE in kWh/m <sup>2</sup> a	131,2	110,1
Primärenergiebedarf QP in kWh/m <sup>2</sup> a	236,1	198,2
CO <sub>2</sub> -Emissionen kg/m <sup>2</sup>	83	70
Transmissionswärmeverlust H'T in W/m <sup>2</sup> K	0,677	0,547



### Wirtschaftlichkeit

In die Gesamtinvestition sind die oben vorgeschlagenen Maßnahmen enthalten. Es ist eine Förderung in Höhe von **890 €** abgezogen, welche sich aus dem KfW-Programm 430 – Energieeffizient Sanieren – Einzelmaßnahmen ergibt (*Investitionszuschuss i.H. von 10 % der förderfähigen Kosten, max. 5.000 €/WE*).

Restnutzungsdauer IST-Zustand Fenster/ Hauseingangstüren	7 Jahre
Restnutzungsdauer IST-Zustand Tür gegen unbeheizt	22 Jahre

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionen	:	8.010 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	:	8.295 EUR



<b>Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen</b>	:	<b>-285 EUR</b>
--	---	-----------------

Daraus ergeben sich die folgenden über die Nutzungsdauer von 50,0 Jahren gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	-52 EUR/Jahr	-2.600 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 14.769 EUR/Jahr	+ 738.450 EUR
	<u>14.717 EUR/Jahr</u>	<u>735.850 EUR</u>
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	17.580 EUR/Jahr	879.000 EUR
<b>Einsparung</b>	<b>2.863 EUR/Jahr</b>	<b>143.150 EUR</b>

Die Amortisationsdauer beträgt 7 Jahre.

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	50,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	3.186 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	2.683 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	1,00 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	6,00 %
Interner Zinsfuß	16,77 %

### 5.1.2 Dämmungen im Kellergeschoss

Die Räume im Kellergeschoss sind als unbeheizt definiert. Es findet somit ein Wärmeaustausch nach unten über die Kellerdecke und über die Innenwand zur Kellertreppe statt. Vorgeschlagen wird die unterseitige Dämmung der Decke mittels 6 cm PUR-Hartschaumplatte Wärmeleitgruppe 024 und der Austausch der Kellerzugangstür durch eine Wärmedämmte mit einem U-Wert von 1,3 W/m<sup>2</sup>K. Nach der Sanierung verbleibt ein lichte Höhe im Keller von > 2,0 m. Eine Dämmung der Innenwand zur Kellertreppe ist grundsätzlich auf zu empfehlen, aufgrund der geringen Treppenbreite hier aber nicht empfohlen.

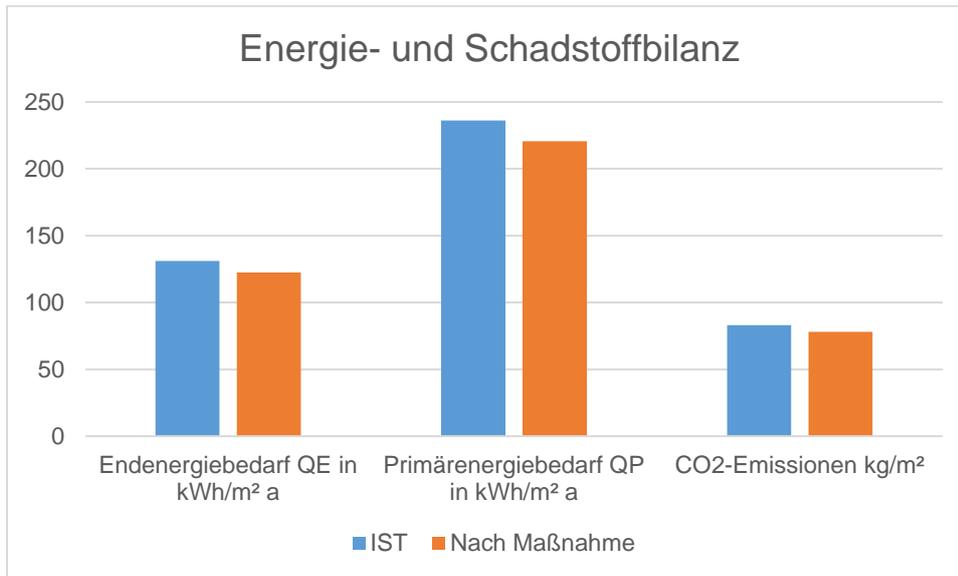
An der Kelleraußenwand waren keine Feuchtigkeitsschäden ersichtlich, die Eigentümer berichtet aber von Schadensbildern bei den Nachbarn. Grundsätzlich sollte berücksichtigt werden, dass die Drainage regelmäßig gewartet werden sollte (jährlich) und, dass die kalkulierte, mittlere Lebensdauer mit rund 20 Jahren bereits überschritten ist.

	IST-Zustand U-Wert	U-Wert nach Maßnahme (Einhaltung Anforderung KfW)	U-Wert Anforderung EnEV
Kellerdecke	0,45 W/m <sup>2</sup> K	0,21 W/m <sup>2</sup> K	0,30 W/m <sup>2</sup> K
Türen zum unbeheizten Keller	2,90 W/m <sup>2</sup> K	1,30 W/m <sup>2</sup> K	

Sowohl die gesetzlichen, als auch die KfW-Anforderungen werden erfüllt.

In dieser Variante reduziert sich der Endenergiebedarf und die Energiekosten des Gebäudes um 5 %.

	IST	Nach Maßnahme
Endenergiebedarf QE in kWh/m <sup>2</sup> a	131,2	124,5
Primärenergiebedarf QP in kWh/m <sup>2</sup> a	236,1	224,2
CO <sub>2</sub> -Emissionen kg/m <sup>2</sup>	83	79
Transmissionswärmeverlust H'T in W/m <sup>2</sup> K	0,677	0,637



Wirtschaftlichkeit

In die Gesamtinvestition sind die oben vorgeschlagenen Maßnahmen enthalten. Es ist eine Förderung in Höhe von **470 €** abgezogen, welche sich aus dem KfW-Programm 430 – Energieeffizient Sanieren – Einzelmaßnahmen ergibt (*Investitionszuschuss i.H. von 10 % der förderfähigen Kosten, max. 5.000 €/WE*).

Restnutzungsdauer IST-Zustand Tür gegen unbeheizte Räume	22 Jahre
--	----------

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionen	:	4.230 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	:	0 EUR

<b>Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen</b>	<b>:</b>	<b>4.230 EUR</b>
--	----------	------------------

Daraus ergeben sich die folgenden über die Nutzungsdauer von 50,0 Jahren gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	228 EUR/Jahr	11.400 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 16.831 EUR/Jahr	+ 841.550 EUR
	<u>17.059 EUR/Jahr</u>	<u>852.950 EUR</u>
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	17.580 EUR/Jahr	879.000 EUR



<b>Einsparung</b>	<b>521 EUR/Jahr</b>	<b>26.050 EUR</b>
-------------------	---------------------	-------------------

Die Amortisationsdauer beträgt 34 Jahre.

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

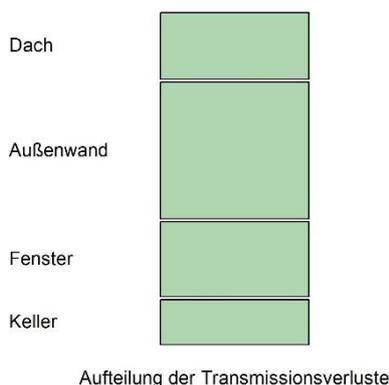
Betrachtungszeitraum	50,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	3.186 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	3.028 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	1,00 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	6,00 %
Interner Zinsfuß	6,87 %

### 5.1.3 Dämmung Außenwand

Die Außenwand ist gut gedämmt, Feuchtigkeitsschäden sind nicht bekannt oder ersichtlich. Trotzdem kann Sie noch stärker verbessert werden, z.B. im Rahmen einer umfassenderen Sanierung, mittels Wärmedämmverbundsystem. Für einen KfW-Standard sind 12 cm Holzweichfaserplatte Wärmeleitgruppe 042 notwendig, äußere Gestaltung mittels Flachverblender oder Klinkerriemchen.

Holzweichfaserplatten sind normal entflammbar und in Schleswig-Holstein bis zur Gebäudeklasse 3 einsetzbar. Vorteile sind zum einen die schalldämmenden Eigenschaften und die Eignung für den sommerlichen Wärmeschutz. Die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft) empfiehlt aus nachhaltiger und gesundheitlicher Betrachtungsweise u.a. Produkte aus Holzweichfasern.<sup>6</sup> Alternativ können auch 10 cm Mineralwolle als Material gewählt werden.

Beachtet werden muss die gleichzeitige Vergrößerung der Dachüberstände, der Versatz oder Erneuerung der Regenrinnen und Fallrohre und die Empfehlung zur Mitteldämmung der Gaubenwangen aus gestalterischen Gründen.



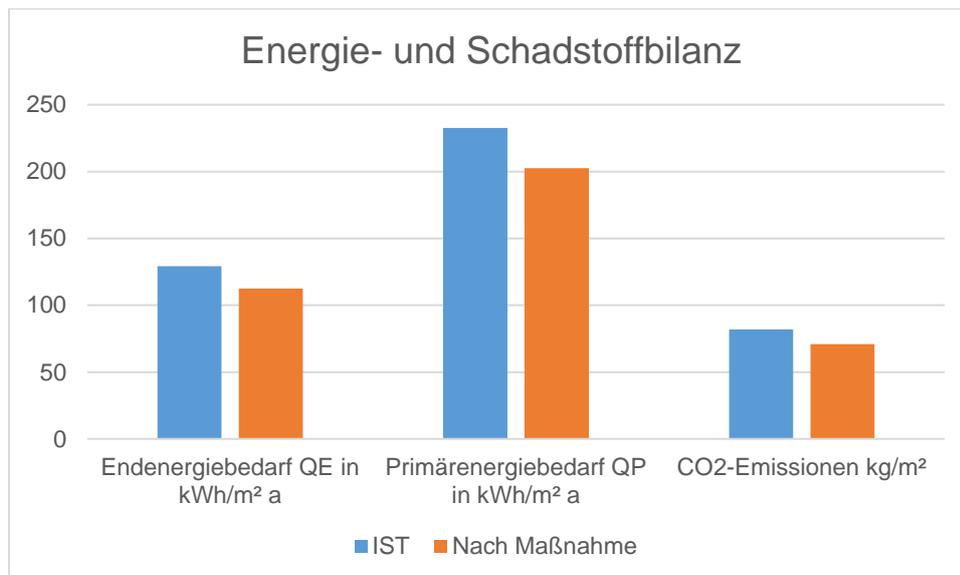
	IST-Zustand U-Wert	U-Wert nach Maßnahme (Einhaltung Anforderung KfW)	U-Wert Anforderung EnEV
Außenwand	0,46 W/m <sup>2</sup> K	0,20 W/m <sup>2</sup> K	0,24 W/m <sup>2</sup> K

Der Wert erfüllt die aktuelle EnEV als auch die Anforderung der KfW zur Förderung von Einzelmaßnahmen.

In dieser Variante reduziert sich der Endenergiebedarf des Gebäudes und die Energiekosten um 12 %.

<sup>6</sup> Dorsch, Lutz u. Kaiser, Christian u. Niklasch, Werner u. Schöpgens, Hamlet u. Spritzendorfer, Josef (2014): Marktübersicht Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen. [http://mediathek.fnr.de/media/downloadable/files/samples/b/r/broschuere\\_daemmstoffe-web\\_v02.pdf](http://mediathek.fnr.de/media/downloadable/files/samples/b/r/broschuere_daemmstoffe-web_v02.pdf) (30.06.2017)

	IST	Nach Maßnahme
Endenergiebedarf QE in kWh/m <sup>2</sup> a	131,2	112,4
Primärenergiebedarf QP in kWh/m <sup>2</sup> a	236,1	202,4
CO <sub>2</sub> -Emissionen kg/m <sup>2</sup>	83	71
Transmissionswärmeverlust H'T in W/m <sup>2</sup> K	0,677	0,561



### Wirtschaftlichkeit

In die Gesamtinvestition sind die oben vorgeschlagenen Maßnahmen enthalten. Es ist eine Förderung in Höhe von **3.060 €** abgezogen, welche sich aus dem KfW-Programm 152 – Energieeffizient Sanieren – Einzelmaßnahmen ergibt (*Darlehen mit 0,75 % Zinsen und einem Tilgungszuschuss i.H. von 7,5 % des Darlehns, max. 3.750 €/WE*).

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionen	:	37.740 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	:	0 EUR

<b>Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen</b>	<b>:</b>	<b>37.740 EUR</b>
--	----------	-------------------

Daraus ergeben sich die folgenden über die Nutzungsdauer von 30,0 Jahren gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	1.410 EUR/Jahr	42.300 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 8.417 EUR/Jahr	+ 252.510 EUR



	9.827 EUR/Jahr	294.810 EUR
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	8.626 EUR/Jahr	258.780 EUR
<b>Einsparung</b>	<b>-1.201 EUR/Jahr</b>	<b>-36.030 EUR</b>

Die Maßnahme amortisiert sich nicht innerhalb des Betrachtungszeitraums.

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	3.186 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	2.797 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	0,75 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	6,00 %
Interner Zinsfuß	- %

### 5.1.4 Photovoltaik

In dieser Variante wird vorgeschlagen auf der Dachfläche eine Photovoltaikanlage zu installieren.

Die Annahmen hierzu:

Dachneigung: 38°

Ausrichtung Dachflächen: Osten bzw. Westen

Belegbare Dachfläche: 18,7 m<sup>2</sup>

Installation:

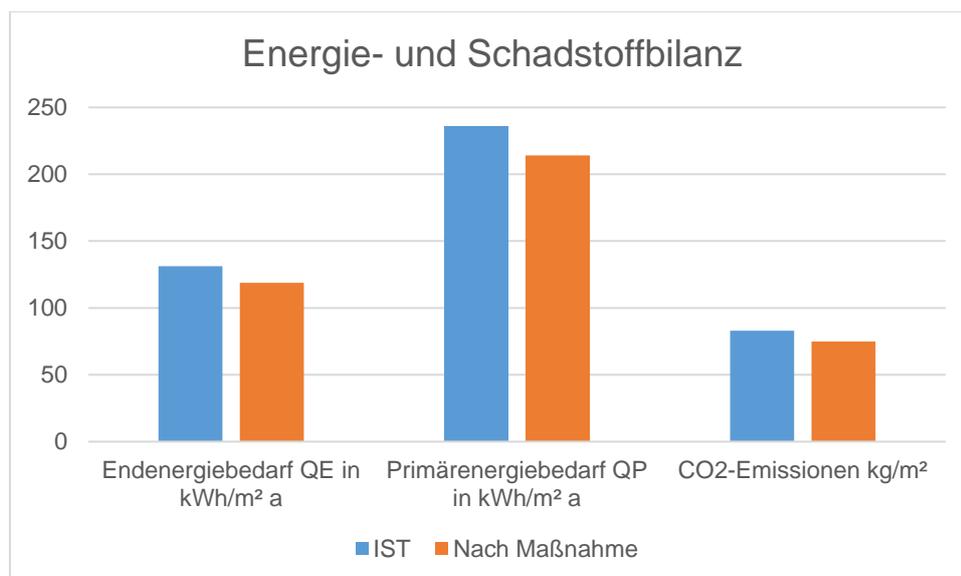
2,5 kWp Anlage (kWpeak bezieht sich auf die Höchstleistung der Anlage)

Ertrag: knapp 2.000 kWh/a (800 kWh/ kWpa)

Die PV-Anlage ist ausgelegt auf die Dachflächengröße. Die Nutzung des regenerativen Stroms ist für den Haushaltsstrom der Mieter und die elektrische Warmwasserbereitung vorstellbar. Die Nutzung für die Elektro-Fußbodenheizung wird als geringfügig kalkuliert, da der größte Ertrag in den unbeheizten Sommermonaten erwirtschaftet wird.

In dieser Variante reduziert sich der Endenergiebedarf des Gebäudes und die Energiekosten um 9 %.

	IST	Nach Maßnahme
Endenergiebedarf QE in kWh/m <sup>2</sup> a	131,2	118,9
Primärenergiebedarf QP in kWh/m <sup>2</sup> a	236,1	214
CO <sub>2</sub> -Emissionen kg/m <sup>2</sup>	83	75



Die möglichen Förderungen sind unter Punkt 10.1 dargestellt.

Im Endbericht zur Quartierssanierung werden die Hemmnisse zur Umsetzbarkeit dieser Maßnahme aufgezeigt und mögliche Lösungsszenarien vorgeschlagen.



## Kosten

Die Installationskosten einer entsprechenden Photovoltaikanlage inkl. der entsprechenden Leitungsinstallation werden auf ca. 5.500 Euro geschätzt. Da die Dacheindeckung erst 28 Jahre alt ist wird angenommen, dass eine Erneuerung erst in 22 Jahren notwendig wäre. Eine Förderung ist möglich im KfW-Programm 270 bzw. 275 inkl. Speicher.

## Mögliche Betreibervarianten

- Contracting
- Mieterstrommodell

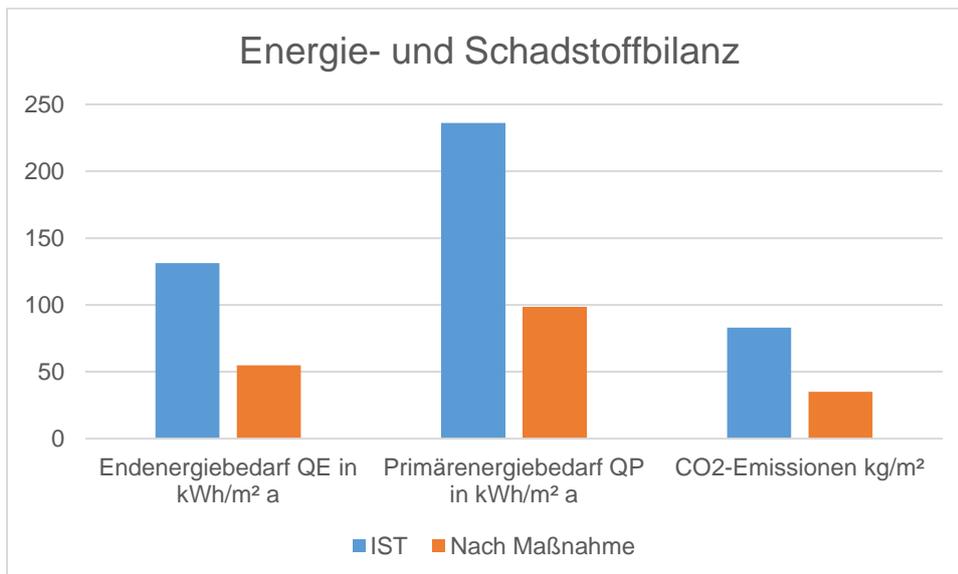
Weitere Informationen über mögliche Betreibervarianten finden Sie im zugehörigen Endbericht.

### 5.1.5 Wärmepumpe und Photovoltaik

Die Automatik-Elektro-Fußboden-Speicherheizung bedarf einer guten Bedienung der Nutzer, da das System träge ist, außerdem kann der durch eine Photovoltaikanlage erzeugte Strom nicht in dem Maße zur Erhöhung des regenerativen Anteils beitragen, dass ein gutes, nachhaltiges System entsteht. Um für die Gebäude, die keinen zusätzlichen Kaminofen zur Beheizung (überwiegender Anteil) dieses zu finden, wird in dieser Variante daher der Einbau einer neuen Beheizungsart und zentraler Warmwasserbereitung betrachtet. Vorgeschlagen wird der Einbau einer Elektro-Wärmepumpe (z.B. Luft-Wasser, inkl. Heizstab für Spitzenlast) und Installation einer Photovoltaikanlage auf der Dachfläche u.a. zur Stromversorgung der Wärmepumpe. Hierfür ist es notwendig, Deckendurchbrüche herzustellen, Heizungsleitungen (Vor- und Rücklauf) zu installieren, Flächenheizkörper einzubauen, eine Heizlastberechnung durchzuführen für eine genaue Auslegung der notwendigen Heizkörpergrößen und die Umsetzung des hydraulischen Abgleichs. Die Größe der Photovoltaikanlage bleibt, wie in Variante 5.1.4 vorgeschlagen, mit angenommenen 18,7 m<sup>2</sup> beibehalten.

In dieser Variante reduziert sich der Endenergiebedarf des Gebäudes um 52 % und die Energiekosten um 58 %.

	IST	Nach Maßnahme
Endenergiebedarf QE in kWh/m <sup>2</sup> a	131,2	54,8
Primärenergiebedarf QP in kWh/m <sup>2</sup> a	236,1	98,6
CO <sub>2</sub> -Emissionen kg/m <sup>2</sup>	83	35





## Kosten

Die Kosten für diese Variante werden auf ca. 33.500,00 € geschätzt. Eine Förderung ist möglich in Höhe von 2.000 € als Selbstnutzerzuschuss des Landes und ca. 9.600 € durch den BAFA-Wärmepumpen Basis- und Kombinationszuschuss.

Eine Umstellung des Heizsystems auf eine Gaszentralheizung inkl. Warmwasserherstellung liegen bei ca. 22.000 €.

Denkbar ist auch eine gemeinsame Durchführung pro Reihenhauszeile. Durch eine zentrale (größer dimensionierte) Pumpe und entsprechende Leitungsverlegung (z.B. durch die Keller) kann eine kleine Nahwärmeversorgung entstehen und sich Synergieeffekte für den Bau als auch den Betrieb ergeben. Dieses System bietet auch die Möglichkeit eine andere/ergänzende Wärmeherstellung zu wählen je nach Entwicklung der Systeme. Nähere Informationen zu Betreibervarianten einer Nahwärmeversorgung, Hemmnissen dazu und der Überwindung dieser, finden sich im zugehörigen Endbericht.

## 5.2 GESAMTPAKET 1, 2, 4

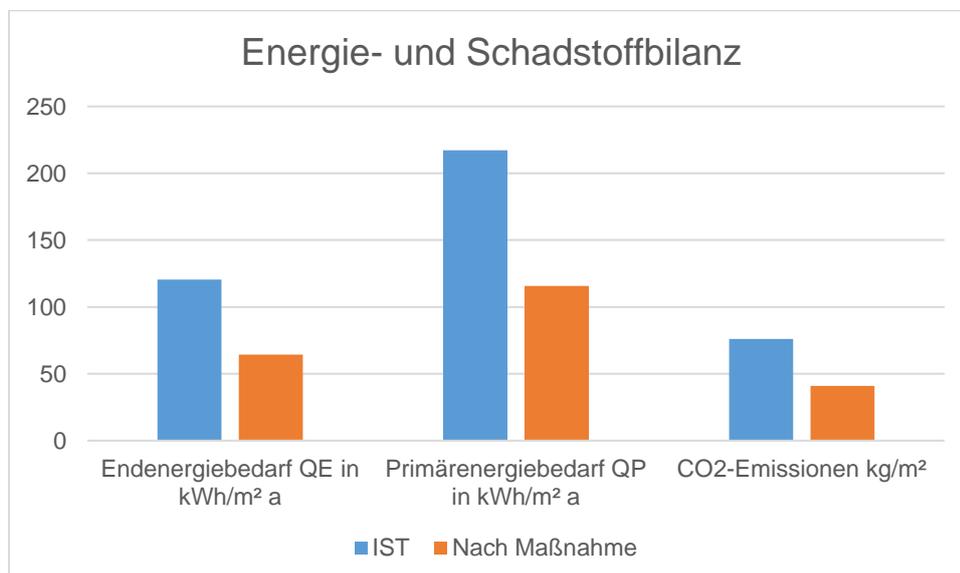
In dieser Variante wird eine Gesamtanierung vorgeschlagen bestehend aus den Einzelmaßnahmen 1, 2 und 4 des Punktes 5.1, diese umfassen:

- Neue Kunststoffenster mit 3-fach-Wärmeschutzverglasung und einem U-Wert von 0,95 W/m<sup>2</sup>K
- Neue Hauseingangstür, Kunststoffausführung, mit eine U-Wert von 1,30 W/m<sup>2</sup>K
- Austausch der Kellerzugangstür im EG durch eine Wärme gedämmte mit einem U-Wert von 1,30 W/m<sup>2</sup>K
- Unterseitige Dämmung der Kellerdecke mit 6,0 cm PUR-Hartschaumplatten WLK 024
- Installation einer 2,5 kWp Anlage auf der Dachfläche zur Selbstnutzung des Stromes im Gebäude

	IST-Zustand U-Wert	U-Wert nach Maßnahme (Einhaltung Anforderung KfW)	U-Wert Anforderung EnEV
Fenster	3,00 W/m <sup>2</sup> K	0,95 W/m <sup>2</sup> K	1,30
Hauseingangstür	3,00 W/m <sup>2</sup> K	0,95 W/m <sup>2</sup> K	1,30
Türen zum unbeheizten Keller	2,90 W/m <sup>2</sup> K	1,30 W/m <sup>2</sup> K	
Kellerdecke	0,45 W/m <sup>2</sup> K	0,21 W/m <sup>2</sup> K	0,30 W/m <sup>2</sup> K

In dieser Variante reduziert sich der Endenergiebedarf des Gebäudes um 30 % und die Energiekosten um 29 %.

	IST	Nach Maßnahme
Endenergiebedarf QE in kWh/m <sup>2</sup> a	131,2	92,2
Primärenergiebedarf QP in kWh/m <sup>2</sup> a	236,1	166
CO <sub>2</sub> -Emissionen kg/m <sup>2</sup>	83	58
Transmissionswärmeverlust H'T in W/m <sup>2</sup> K	0,677	0,51





### Wirtschaftlichkeit

In die Gesamtinvestition sind die oben vorgeschlagenen Maßnahmen enthalten. Es ist eine Förderung in Höhe von **3.260 €** abgezogen. Diese setzt sich zusammen aus dem KfW-Programm 430 – Energieeffizient Sanieren – Einzelmaßnahmen in Höhe von 1.260 € (*Investitionszuschuss i.H. von 10 % der förderfähigen Kosten, max.5.000 €/ WE*) und dem Selbstnutzerzuschuss des Landes in Höhe von 2.000 €.

Restnutzungsdauer IST-Zustand Fenster/ Hauseingangstür	7 Jahre
Restnutzungsdauer IST-Zustand Tür gegen unbeheizte Räume	22 Jahre

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionen	:	14.840 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	:	8.295 EUR

<b>Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen</b>	:	<b>6.545 EUR</b>
--	---	------------------

Daraus ergeben sich die folgenden über die Nutzungsdauer von 30,0 Jahren gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	561 EUR/Jahr	16.830 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 6.701 EUR/Jahr	+ 201.030 EUR
	<u>7.262 EUR/Jahr</u>	<u>217.860 EUR</u>
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	8.536 EUR/Jahr	256.080 EUR
<b>Einsparung</b>	<b>1.274 EUR/Jahr</b>	<b>38.220 EUR</b>

Die Amortisationsdauer beträgt 9 Jahre.

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	3.186 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	2.255 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	1,00 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	6,00 %
Interner Zinsfuß	9,51 %

### 5.3 KfW-EFFIZIENZHAUS 70

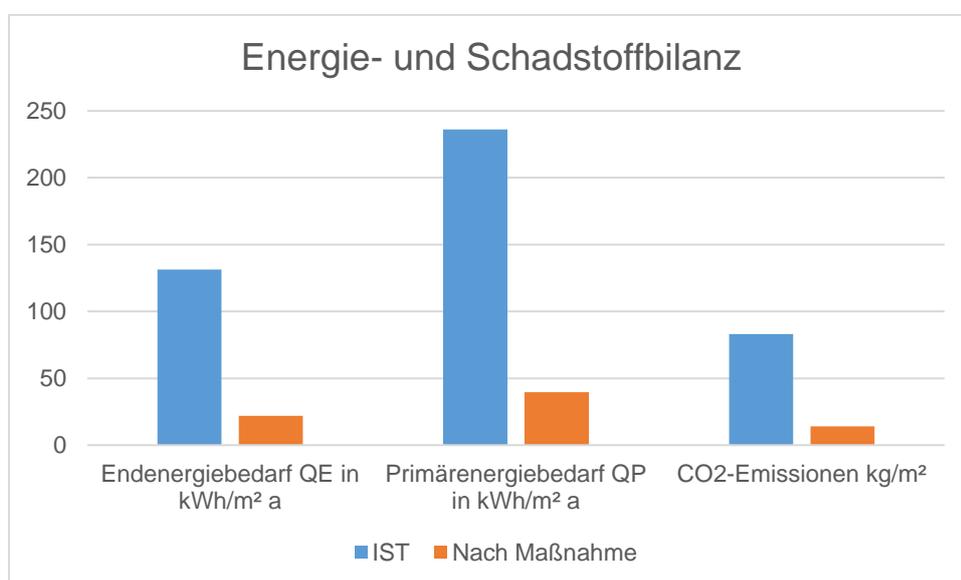
Bei einer ausschließlichen Beheizung des Gebäudes über die Elektro-Fußbodenheizung ist Änderung der Brennstoffart zu empfehlen in Hinsicht auf die Trägheit des Systems und auf die Umwelt. Werden gleichzeitig die Bauteile energetisch saniert und, ist es möglich ein sehr gut saniertes Gebäude umzusetzen. Dazu sind nachfolgende Maßnahmen notwendig:

- Neue Kunststoffenster mit 3-fach-Wärmeschutzverglasung und einem U-Wert von 0,95 W/m<sup>2</sup>K
- Neue Hauseingangstür, Kunststoffausführung, mit eine U-Wert von 1,30 W/m<sup>2</sup>K
- Dämmung der Außenwand mittels 12 cm Holzweichfaserplatte Wärmeleitgruppe 042, Flachverblender oder Klinkerriemchen (Alternativ 10 cm Mineralwolle, nichtbrennbar)
- Austausch der Kellerzugangstür im EG durch eine Wärmedämmte mit einem U-Wert von 1,30 W/m<sup>2</sup>K
- Unterseitige Dämmung der Kellerdecke mit 6,0 cm PUR-Hartschaumplatten WLG 024
- Herstellung einer neuen Dacheindeckung mittels Dampfbremse, ca. 16 cm Zwischensparrendämmung Holzfaserdämmstoff, diffusionsoffen, Wärmeleitgruppe 038 und 14 cm Aufsparrendämmung Holzfaserdämmplatte Wärmeleitgruppe 045 (Alternativ 16 cm Mineralwolle und 10 cm PUR-Platte WLG 030), inkl. Gauben (U-Wer 0,20 W/m<sup>2</sup>K), Dachrinnen, Fallrohre, Betondachsteine
- Elektrische Wärmepumpe, z.B. Luft-Wasser-Wärmepumpe, zur neuen Beheizung und zentraler Warmwasserbereitung des gesamten Gebäudes (inkl. Spitzboden). Hierzu ist die Installation einer neuen Verteilung (Steig- und Verteilleitungen, inkl. Dämmung dieser gemäß doppelter EnEV-Anforderung) und Übergabe durch neue Heizflächen (Flächenheizkörper) nötig und die Durchführung des hydraulischen Abgleiches.
- Installation einer Photovoltaikanlage auf der neuen Dacheindeckung zur Herstellung von Strom für die Wärmepumpe (s. Punkt 5.1.4)
- Heizlastberechnung
- Gleichwertigkeitsbetrachtung der Wärmbrücken gem. DIN 4108 Bbl. 2
- Dichtheitsprüfung nach der Sanierung
- Zusätzlich Empfohlen: Lüftungskonzept inkl. Umsetzung durch z.B. Lüfter am Rahmen des Fensters

	IST-Zustand U-Wert	U-Wert nach Maßnahme (Einhaltung Anforderung KfW)	U-Wert Anforderung EnEV
Fenster	3,00 W/m <sup>2</sup> K	0,95 W/m <sup>2</sup> K	1,30
Hauseingangstür	3,00 W/m <sup>2</sup> K	0,95 W/m <sup>2</sup> K	1,30
Türen zum unbeheizten Keller	2,90 W/m <sup>2</sup> K	1,30 W/m <sup>2</sup> K	
Kellerdecke	0,45 W/m <sup>2</sup> K	0,21 W/m <sup>2</sup> K	0,30 W/m <sup>2</sup> K
Außenwand	0,46 W/m <sup>2</sup> K	0,20 W/m <sup>2</sup> K	0,24 W/m <sup>2</sup> K
Dachaufbau	0,38 W/m <sup>2</sup> K	0,14 W/m <sup>2</sup> K	
Gaubendach u. -seiten	0,27 W/m <sup>2</sup> K	0,20 W/m <sup>2</sup> K	

In dieser Variante reduziert sich der Endenergiebedarf des Gebäudes um 83 % und die Energiekosten um 82 %.

	IST	Nach Maßnahme
Endenergiebedarf QE in kWh/m <sup>2</sup> a	131,2	21,9
Primärenergiebedarf QP in kWh/m <sup>2</sup> a	236,1	39,5
CO <sub>2</sub> -Emissionen kg/m <sup>2</sup>	83	14
Transmissionswärmeverlust H'T in W/m <sup>2</sup> K	0,677	0,30



### Wirtschaftlichkeit

In die Gesamtinvestition sind die oben vorgeschlagenen Maßnahmen enthalten. Es ist eine Förderung in Höhe von **26.630 €** abgezogen. Diese setzt sich zusammen aus dem KfW-Programm 151 – Energieeffizient Sanieren – Effizienzhaus 70 in Höhe von 15.030 € (*Darlehen mit 0,75 % Zinsen und Tilgungszuschuss i.H. von 22,5 % der förderfähigen Kosten, max.22.500€/ WE*), dem Selbstnutzerzuschuss des Landes in Höhe von 2.000 € und dem BAFA-Wärmepumpen Programm in Höhe von ca. 9.600 €.

Restnutzungsdauer IST-Zustand Fenster/ Hauseingangstür	7 Jahre
Restnutzungsdauer IST-Zustand Tür gegen unbeheizte Räume	22 Jahre
Restnutzungsdauer IST-Zustand Dach	22 Jahre

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionen	:	73.670 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	:	8.440 EUR



<b>Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen</b>	<b>:</b>	<b>65.230 EUR</b>
--	----------	-------------------

Daraus ergeben sich die folgenden über die Nutzungsdauer von 30,0 Jahren gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	4.310 EUR/Jahr	129.300 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 5.669 EUR/Jahr	+ 170.070 EUR
	<u>9.979 EUR/Jahr</u>	<u>299.370 EUR</u>
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	8.626 EUR/Jahr	258.780 EUR

<b>Einsparung</b>	<b>-1.353 EUR/Jahr</b>	<b>-40.590 EUR</b>
-------------------	------------------------	--------------------

Die Maßnahmen amortisieren sich nicht innerhalb des Betrachtungszeitraums.

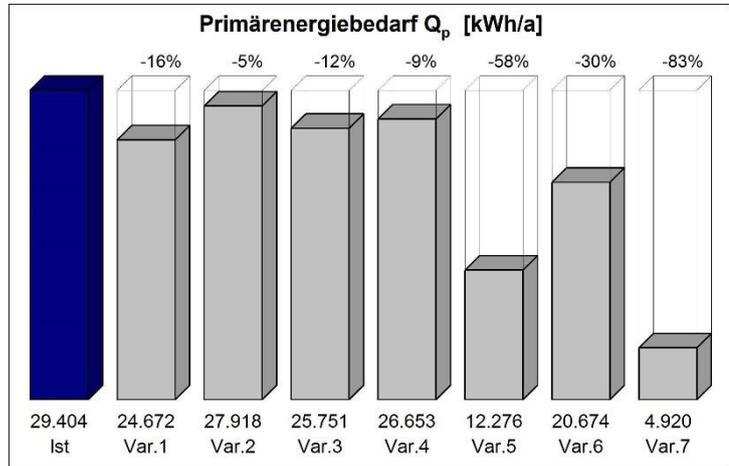
Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	3.186 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	575 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	0,75 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	6,00 %
Interner Zinsfuß	- %

## 6 ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE

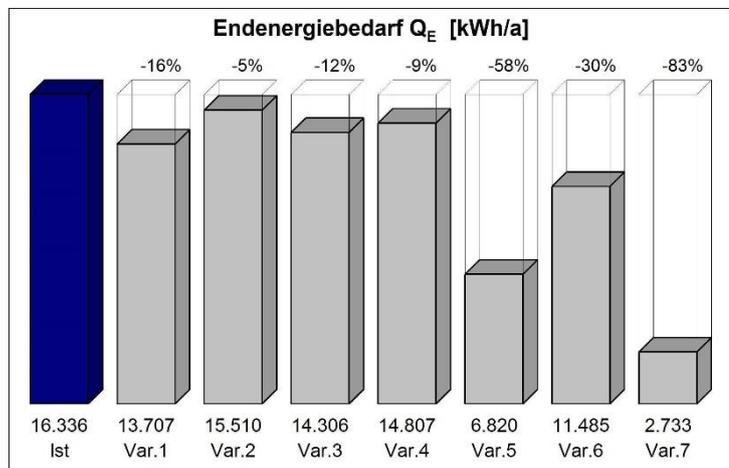
### 6.1 PRIMÄRENERGIEBEDARF

- Ist-Zustand
- Var.1 - Fenster, Türen KfW
- Var.2 - Dämmungen im Kellergeschoss
- Var.3 - Dämmung Außenwand
- Var.4 - Photovoltaik
- Var.5 - Wärmepumpe
- Var.6 - Gesamtpaket 1,2,4
- Var.7 - KfW EH 70



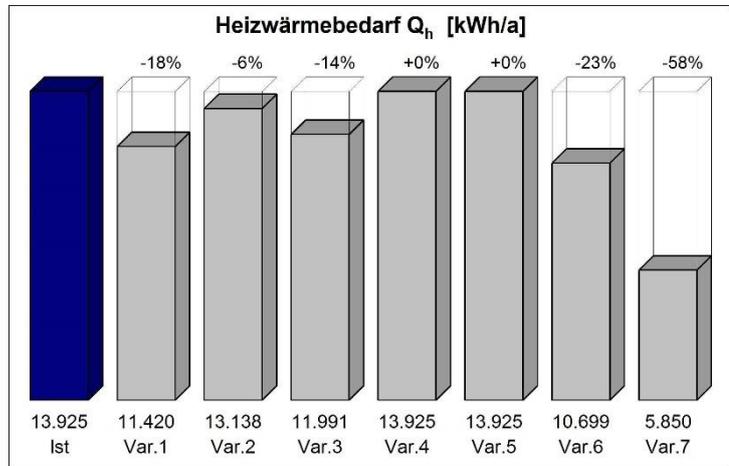
### 6.2 ENDENERGIEBEDARF

- Ist-Zustand
- Var.1 - Fenster, Türen KfW
- Var.2 - Dämmungen im Kellergeschoss
- Var.3 - Dämmung Außenwand
- Var.4 - Photovoltaik
- Var.5 - Wärmepumpe
- Var.6 - Gesamtpaket 1,2,4
- Var.7 - KfW EH 70



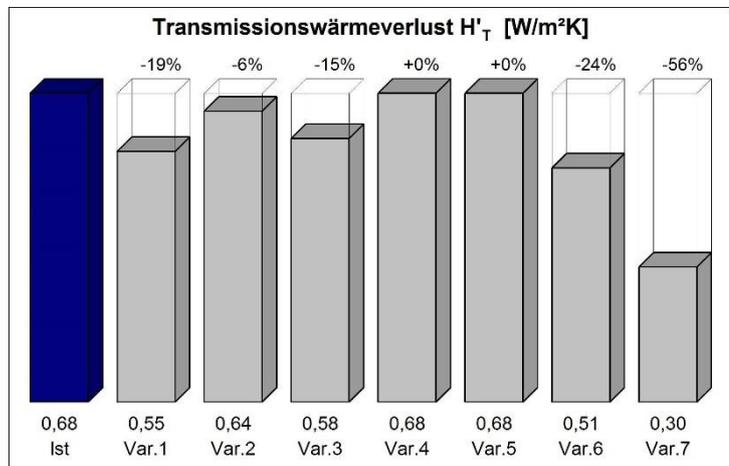
### 6.3 HEIZWÄRMEBEDARF

- Ist-Zustand
- Var.1 - Fenster, Türen KfW
- Var.2 - Dämmungen im Kellergeschoss
- Var.3 - Dämmung Außenwand
- Var.4 - Photovoltaik
- Var.5 - Wärmepumpe
- Var.6 - Gesamtpaket 1,2,4
- Var.7 - KfW EH 70



### 6.4 SPEZIFISCHER TRANSMISSIONSWÄRMEVERLUST $H'_T$

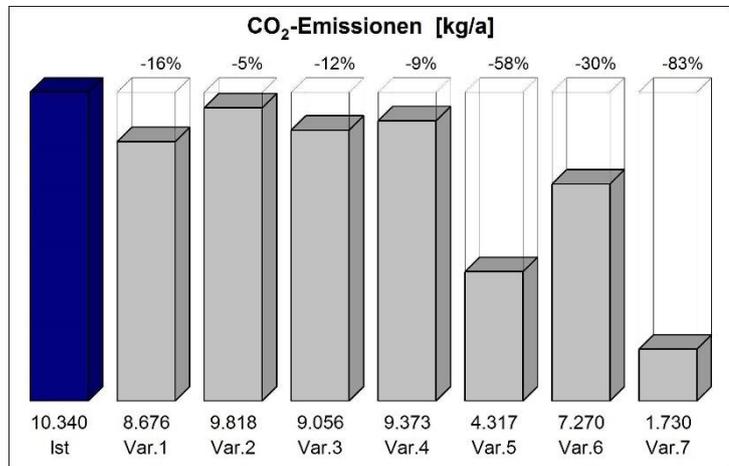
- Ist-Zustand
- Var.1 - Fenster, Türen KfW
- Var.2 - Dämmungen im Kellergeschoss
- Var.3 - Dämmung Außenwand
- Var.4 - Photovoltaik
- Var.5 - Wärmepumpe
- Var.6 - Gesamtpaket 1,2,4
- Var.7 - KfW EH 70



## 6.5 SCHADSTOFF-EMISSIONEN

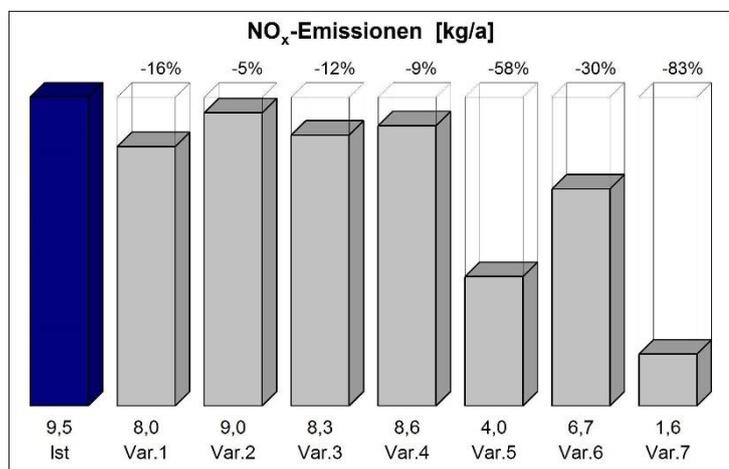
### 6.5.1 CO<sub>2</sub>-Emissionen

Ist-Zustand  
 Var.1 - Fenster, Türen KfW  
 Var.2 - Dämmungen im Kellergeschoss  
 Var.3 - Dämmung Außenwand  
 Var.4 - Photovoltaik  
 Var.5 - Wärmepumpe  
 Var.6 - Gesamtpaket 1,2,4  
 Var.7 - KfW EH 70



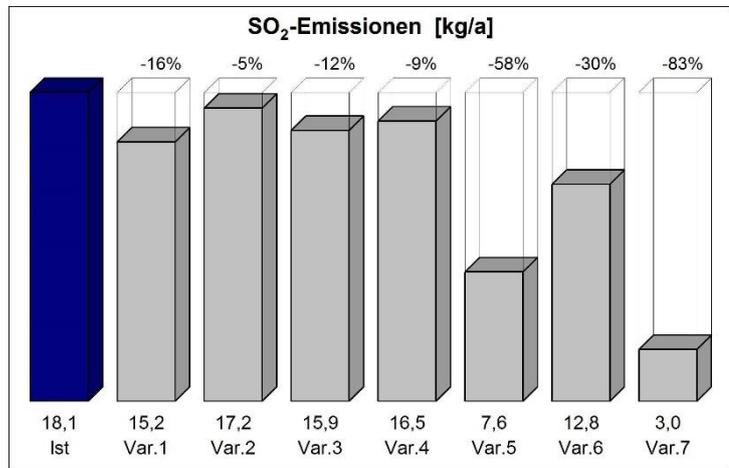
### 6.5.2 NO<sub>x</sub>-Emissionen

Ist-Zustand  
 Var.1 - Fenster, Türen KfW  
 Var.2 - Dämmungen im Kellergeschoss  
 Var.3 - Dämmung Außenwand  
 Var.4 - Photovoltaik  
 Var.5 - Wärmepumpe  
 Var.6 - Gesamtpaket 1,2,4  
 Var.7 - KfW EH 70



### 6.5.3 SO<sub>2</sub>-Emissionen

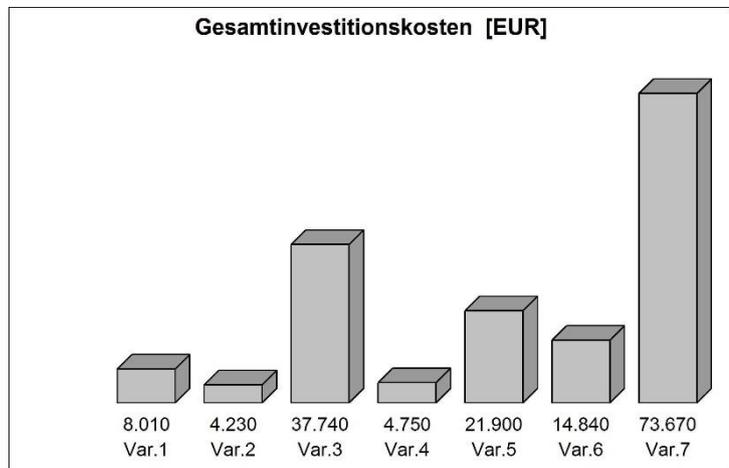
- Ist-Zustand
- Var.1 - Fenster, Türen KfW
- Var.2 - Dämmungen im Kellergeschoss
- Var.3 - Dämmung Außenwand
- Var.4 - Photovoltaik
- Var.5 - Wärmepumpe
- Var.6 - Gesamtpaket 1,2,4
- Var.7 - KfW EH 70



## 6.6 KOSTEN/ WIRTSCHAFTLICHKEIT

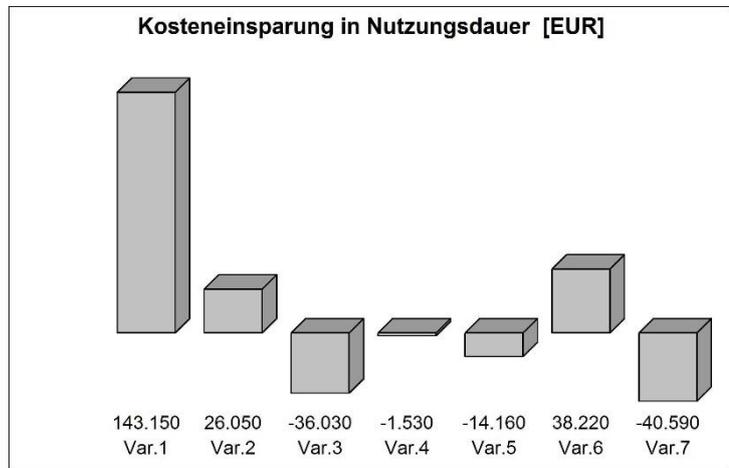
### 6.6.1 Gesamtinvestitionskosten

- Var.1 - Fenster, Türen KfW
- Var.2 - Dämmungen im Kellergeschoss
- Var.3 - Dämmung Außenwand
- Var.4 - Photovoltaik
- Var.5 - Wärmepumpe
- Var.6 - Gesamtpaket 1,2,4
- Var.7 - KfW EH 70



### 6.6.2 Kosteneinsparung durch die Energiesparmaßnahmen

- Var.1 - Fenster, Türen KfW
- Var.2 - Dämmungen im Kellergeschoss
- Var.3 - Dämmung Außenwand
- Var.4 - Photovoltaik
- Var.5 - Wärmepumpe
- Var.6 - Gesamtpaket 1,2,4
- Var.7 - KfW EH 70



### 6.6.3 Kostengrundlagen

Den Wirtschaftlichkeitsberechnungen wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Kalkulationszinssatz	1,00%, bzw. 0,75% beim KfW-Programm 151
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50%
Teuerungsrate für Brennstoff im Istzustand	6,00%
Teuerungsrate für Brennstoff im sanierten Zustand	6,00%

Die Teuerungsraten sind Annahmen. Begriffserklärungen und Brennstoffdaten sind im Glossar.

## 7 FAZIT

---

1. Die Fenster weisen bereits Zuglufterscheinungen auf, daher ist ein Austausch dieser inkl. der Hauseingangstür in Kombination zur Energieeinsparung sinnvoll. Diese Maßnahme kann gut als Einzelmaßnahme ausgeführt werden, da die Außenwände bereits gedämmt sind. Sie hat die höchste Kosteneinsparung innerhalb der Nutzungsdauer und es können über das Förderprodukt KfW Einzelmaßnahmen auch Maßnahmen zum außenliegenden, sommerlichen Wärmeschutz, z.B. Rollläden, gefördert werden.
2. Auch in Eigenregie kann die unterseitige Dämmung der Kellerdecke erfolgen. Die vorhandene lichte Höhe bietet die Möglichkeit, die Dämmleistung zu dem unbeheizten Kellergeschoss mit geringem Aufwand und Kosten zu verbessern. Gerade in Hinblick auf die Fußbodenheizung, die die Wärme in die Wohnräume und nicht in den Keller abgeben soll, ist diese Maßnahme sinnvoll.
3. Die Beheizung des Gebäudes erfolgt, wie im gesamten Hasselbusch, über Strom mittels Fußbodenheizung, daher ist zur Erhöhung des regenerativen Stromanteils die Installation einer PV-Anlage auf der Dachfläche sinnvoll. Der Strom sollte selbst genutzt werden, als Haushaltsstrom, zur Warmwasserbereitung oder zur Beheizung, da dies wirtschaftlich am sinnvollsten ist.
4. Nach Rücksprache mit mehreren Heizungsunternehmen und Elektrikern wird eine Optimierung der Fußbodenheizung kaum bis keine Verbesserung bringen, da es von der Steuerung her kaum Verbesserungen gibt.<sup>7</sup>
5. Für das betrachtete Gebäude, das überwiegend nutzerabhängig über einen Kaminofen beheizt wird, ist die Kombivariante Nr. 5.2 sinnvoll. Alle Maßnahmen sind grundsätzlich förderfähig, sie amortisieren sich innerhalb der Nutzungszeit und es enthält die Instandhaltung der Fenster (Sowiesokosten).
6. Der überwiegende Gebäudeanteil im Hasselbusch heizt ausschließlich über Strom und hat keinen Kaminofen bzw. die Möglichkeit zur Lagerung des Holzes. Das aktuelle Heizsystem funktioniert, aber es ist sehr träge und bedarf einer sehr vorrausschauenden Nutzungsart. Möglich ist die Umstellung auf eine Elektro-Wärmepumpe, die nachhaltig arbeitet, aber auch über Strom betrieben wird, weshalb sie in Kombination mit der PV-Anlage sinnvoll ist. Durch die notwendige Neuinstallation von Heizkörpern, kann die Wärmepumpe mit niedrigen Vorlauftemperaturen betrieben werden (effizient), da die Heizkörper direkt entsprechend größer dimensioniert werden können.
7. Das ambitionierte KfW-Effizienzhaus 70 bereitet die Gebäude auf eine nachhaltige Zukunft vor und trägt dazu bei, die Treibhausgase zu verringern.
8. Grundsätzlich sollte auf eine regelmäßige Wartung der Drainage geachtet werden.

---

<sup>7</sup> Stefan Frye, Abraham & Rathjens Haustechnik GmbH

## 8 DIE NÄCHSTEN SCHRITTE

---

Nachfolgend erhalten Sie einen Vorschlag zur Vorgehensweise, wenn dieser Beratungsbericht Ihnen zusagt und Sie eine energetische Sanierung beabsichtigen:

### Einzelanierung

- Kontaktaufnahme mit einem Architekten/ Energieberater zur objektbezogenen Beratung
- Festlegung des beabsichtigten Projektumfangs
- Planung der Maßnahme inkl. Darstellung möglicher Förderungen
- Fördermittelbeantragung (für die Beantragung ist das Einbinden eines Sachverständigen notwendig, hilfreich ist hierfür die Energieeffizienz-Expertenliste, die Sie unter folgendem Link finden können: [www.energie-effizienz-experten.de](http://www.energie-effizienz-experten.de))
- Umsetzung, bei Bedarf inkl. Bauüberwachung
- Bestätigung des Planers zur fachgerechten Umsetzung der Maßnahmen für die Fördermittel

### Gemeinschaftliche Sanierung

- Kontaktaufnahme mit einem Architekten/ Energieberater zur objektbezogenen Beratung
- Festlegung des beabsichtigten Projektumfangs (z.B. in Abstimmung mit dem Verwaltungsbeirat)
- Entwurfsplanung der Maßnahme inkl. Darstellung möglicher Förderungen
- Darstellung der Entwurfsplanung auf der Wohnungseigentümerversammlung, evtl. unter Einbindung der IB.SH zur Präsentation des Programms WEGfinanz
- Beschlussfassung zur Sanierung
- Detailplanung (z.B. Genehmigungsplanung, Ausführungsplanung, Vorbereitung und Mitwirkung bei der Vergabe, Objektüberwachung, Objektbetreuung)
- Fördermittelbeantragung
- Umsetzung
- Bestätigung der Maßnahmen für die Fördermittel

Ein möglicher Quartiersmanager könnte bei diesen Punkten mitwirken. Vor allem bei der Organisation, der Kommunikation (innerhalb der WEG aber auch innerhalb der gesamten Siedlung) und Beratung (Planung aber auch weitere Informationsabende über allgemeine Themen) würde er die Eigentümer unterstützen.

## 9 SONSTIGES

---

### 9.1 BARRIEREREDUZIERUNG

Eine barrierefreie Erschließung der Erdgeschossenebene ist möglich über das Anheben des Zugangsweges (s. Bild Zugang Reihenhauszeilen). In diesem Zusammenhang sind folgende Maßnahmen sinnvoll und im KfW-Programm Altersgerecht Umbauen förderbar:

- Neigung des Weges 6 % (ca. 3 m Länge) zur Anhebung auf das Niveau der Eintrittsstufe
- Mindestens eine Nutzbreite von 1,00 m
- Beidseitige Handläufe in 0,85 m Höhe, Handläufe Enden nicht frei in den Raum
- Sicherstellung der Entwässerung
- An Zu- und Abfahrt jeweils eine Bewegungsfläche von min. 1,50 x 1,50
- Eingangstür schwellenlos, Durchgangsbreite min. 90 cm



Zugang Reihenhauszeilen

Es können Maßnahmen zur Reduzierung der Barrieren innerhalb des Gebäudes getroffen werden. Zum Beispiel für gehbehinderte, ältere und gebrechliche, sehbehinderte oder blinde, hörgeschädigte oder gehörlose Personen sein. Vorgeschlagene Maßnahmen:

- Beidseitige, kontrastreiche Handläufe an der Treppe
- Geschlossene Setzstufe, ohne Überstand des Treppenauftritts
- Rutschhemmende Treppenstufen (evtl. Kontrastmarkierung der Stufenkanten)

---

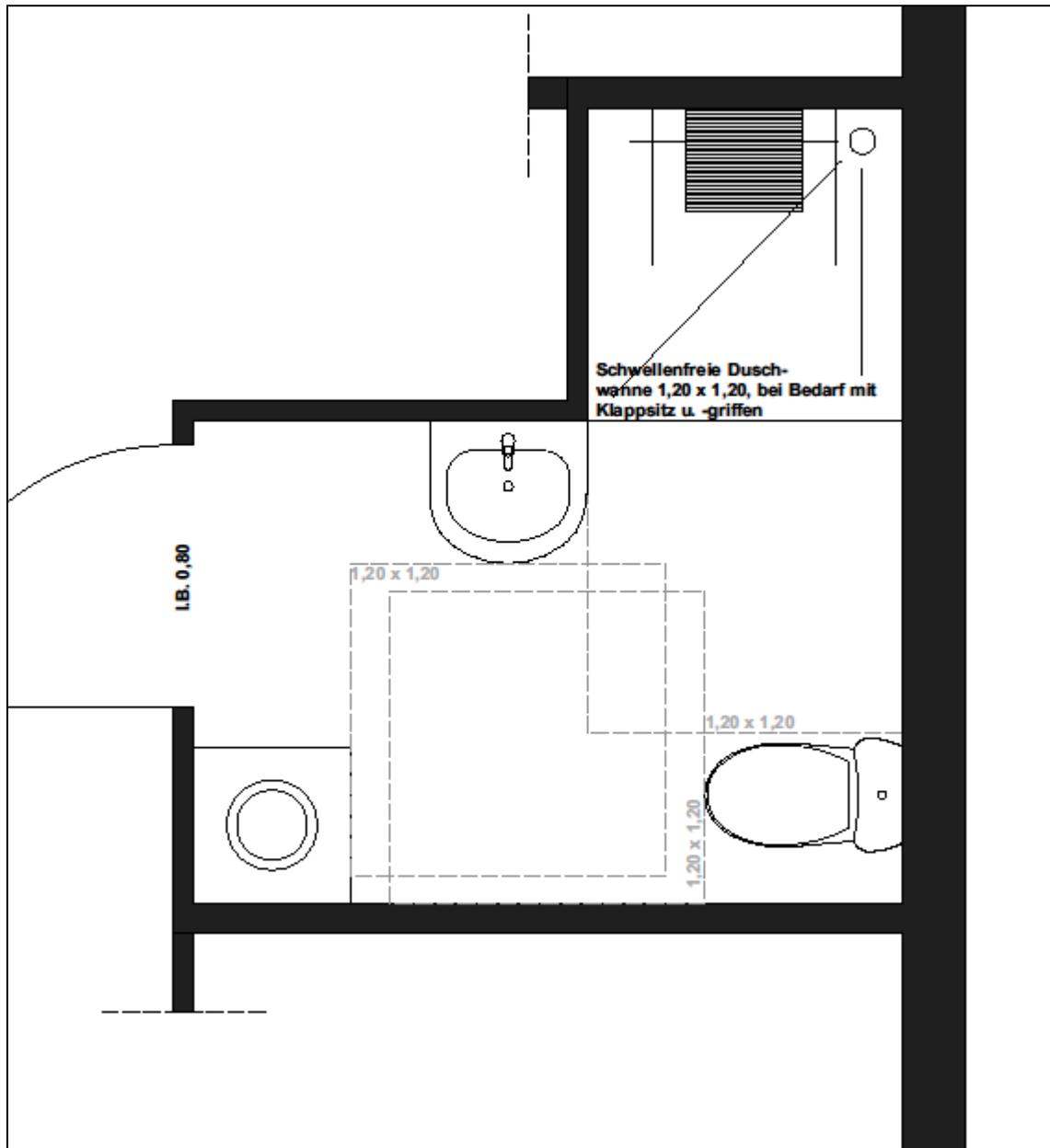
<sup>8</sup> Foto: FRANK-Gruppe, C. Lenschow



- Verbreiterung der Türen mit im lichten Maß min. 80 cm breite, schwellenlos
- Höhe der Arbeitsplatte und Geräte in der Küche zwischen 85 und 95 cm, evtl. Herd, Arbeitsplatte und Spüle beinfrei herstellen
- Bei neuen Fenstern: Griffhöhe zwischen 85 und 105 cm
- Reflexionsarme, rutschhemmende und fest verlegte Bodenbeläge

Auch im Badezimmer können mit folgenden Maßnahmen Barrieren minimiert werden:

- Verbreiterung der Innentür auf eine lichte Durchgangsbreite von min. 80 cm, nach außen öffnende Tür, abschließbar, aber im Notfall von außen öffnenbar
- Vor jedem Objekt 1,20 x 1,20 m Freifläche
- Bodenebene Dusche ohne Schwelle, 1,20 x 1,20 m, bei Bedarf mit Klappsitz u. -griffen
- Toilette mit min. einer Sitzhöhe von 46-48 cm (evtl. mit Klappbügel)
- Unterhalb Waschtisch Beinfreiheit, Höhe ca. 70-80 cm



Skizze zur Badumgestaltung, M 1:20



## 9.2 SCHALLSCHUTZ

Die Schallschutzqualität ist vor dem Einbau von Fenstern und Türen festzulegen. Ohne nähere Festlegung haben die Fenster meist eine Dämmfähigkeit von 25 dB (SK1), eine übliche Außenwand dagegen ca. 55 dB. Das Fenster ist daher das Bauteil mit der geringeren Schalldämmung.

Es wird unterteilt in verschiedene Schutzklassen. Ist ein erhöhter Schallschutz gewünscht, sollte die Klasse 3 gewählt werden.

Berücksichtigt werden sollte, dass das Anbringen von Rollläden nicht automatisch Verbesserung der Schalldämmung bedeutet, sondern ohne genaue Planung eine Verschlechterung der Schalldämmung hervorruft. Für eine Verbesserung ist es u.a. notwendig, dass der heruntergelassene Rollladen min. 10 cm Abstand zur Fensterebene bekommt und ein schweres Gewicht der Glieder aufweist.

### 9.3 EINBRUCHSCHUTZ

Bei einem Austausch der Fenster und Türen sollte auch auf eine Absicherung gegen Einbruch geachtet werden. Für einbruchhemmende Bauteile gelten 7 verschiedene Widerstandsklassen, die KfW fordert für einbruchhemmende Fenster und Türen den Einbau einer Widerstandsklasse von RC2 (s. Tabelle 1) oder besser (Förderung s. Punkt 10.1). Diese gewährleistet eine Widerstandszeit gegen den Einbruchversuch von drei Minuten. Die Tabelle 2 zeigt die Unterscheidung der unterschiedlichen Klassen nach der mutmaßlichen Arbeitsweise des Täters.

Widerstandsklassen nach DIN EN 1627	Werkzeugsatz	Widerstandszeit/ (Gesamtprüfzeit) (min.)	Widerstandsklassen nach DIN V ENV 1627
RC1N	A1	Keine manuelle Einbruchprüfung	-----
RC2N / RC2	A2	3 / (15)	WK2
RC3	A3	5 / (20)	WK3
RC4	A4	10 / (30)	WK4
RC5	A5	15 / (40)	WK5
RC6	A6	20 / (50)	-----

Tabelle 1: Manueller Einbruchversuch, Vergleich zur DIN V ENV 1627

9

<sup>9</sup> Hohl, Peter u. Frank, Alexander u. Struth, Fritz (2016): Einbruchhemmende Fenster. [http://www.secupedia.info/wiki/Einbruchhemmende\\_Fenster](http://www.secupedia.info/wiki/Einbruchhemmende_Fenster) (November 2016)

## Einteilung einbruchhemmender Fenster

Mutmaßliche Arbeitsweise des Täters	DIN EN 1627	DIN V ENV 1627	DIN V 18054	VdS	Widerstandsklasse AhS
Der Gelegenheitstäter versucht, das verschlossene und verriegelte Bauteil durch den Einsatz körperlicher Gewalt zu überwinden; Gegendreten, Gegenspringen, Schulterwurf o.Ä.	RC1N	WK1	-	-	AhS
Der Gelegenheitstäter versucht, zusätzlich mit einfachen Werkzeugen wie z.B. Schraubendreher, Zange und Keile, das verschlossene und verriegelte Bauteil aufzubrechen	RC2/RC2N	WK2	EF0/EF1	N	-
Der Täter versucht, zusätzlich mit einem zweiten Schraubendreher und einem Kuhfuß das verschlossene und verriegelte Bauteil aufzubrechen	RC3	WK3	EF2	A	-
Der erfahrene Täter setzt zusätzlich Sägewerkzeuge und Schlagwerkzeuge - z.B. Schlagaxt, Stemmeisen, Hammer und Meißel - sowie eine Akku-Bohrmaschine ein	RC4	WK4	EF3	B	-
Der erfahrene Täter setzt zusätzlich Elektrowerkzeuge wie z.B. Bohrmaschine, Stich- und Säbelsäge und Winkelschleifer ein	RC5	WK5	-	C	-
Der erfahrene Täter setzt zusätzlich leistungsfähigere Elektrowerkzeuge wie z.B. Bohrmaschine, Stich- oder Säbelsäge und Winkelschleifer ein	RC6	WK6	-	-	-

Tabelle 5: Grobe Kriterien für die Auswahl der Widerstandsklassen (Tätertyp, Täterverhalten) im Vergleich der einzelnen Normen. **Achtung:** Die einzelnen Klassen unterscheiden sich teilweise deutlich in den Detailanforderungen und sind daher nur bedingt miteinander vergleichbar.

10

## Rollläden

Handelsübliche Rollläden bieten keinen Schutz vor Einbrechern. Um diesen zu gewährleisten sind einbruchhemmende Rollläden notwendig. Auch hier erfolgt die Einteilung nach 6 verschiedenen Widerstandsklassen (Widerstandszeit zwischen 0 und 20 Minuten). Soll ein Rollladen daher als Einbruchschutz dienen, sollte min. Klasse 2 gebaut werden.

<sup>10</sup> Hohl, Peter u. Frank, Alexander u. Struth, Fritz (2016): Einbruchhemmende Fenster. [http://www.secupedia.info/wiki/Einbruchhemmende\\_Fenster](http://www.secupedia.info/wiki/Einbruchhemmende_Fenster) (November 2016)

## 9.4 SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ

Ziel des sommerlichen Wärmeschutzes ist es, den Wärmeeintrag in das Gebäude solange zu verzögern, bis nachts mit kälterer Luft gegengelüftet werden kann. Bauteile können einen Teil der eingebrachten Wärme aufnehmen (Kurzzeitspeicher), dafür brauchen Baustoffe eine hohe Wärmespeicherkapazität. Dies ist unter anderem bei nachwachsenden Rohstoffen der Fall (z.B. Holzweichfasermatte, Zellulose).

Um eine Überhitzung im Sommer zu vermeiden, sollte bei einem Fensteraustausch der sommerliche Wärmeschutz überprüft werden. Dieser fällt je nach Ausrichtung des Gebäudes anders aus. Bei dem betrachteten Reihenendhaus mit Ost-/ Westausrichtung sind keine zusätzlichen Maßnahmen notwendig um eine Überhitzung zu vermeiden. Die exponiertesten Räume wurden geprüft.

## 9.5 DEZENTRALE WARMWASSERVERSORGUNG

Das untersuchte Gebäude für diesen Energieberatungsbericht hatte bereits gut, aktuelle Durchlauferhitzer (BJ 2015). Daher wurde hierfür kein Sanierungsvorschlag erstellt. Trotzdem sind nachfolgend ein paar Hinweise zur effizienten Nutzung dieser.

Die mittlere Lebensdauer von Durchlauferhitzern wird auf rund 15 Jahre kalkuliert. Damit der Durchlauferhitzer effizient arbeitet, ist es wichtig, die Wunschtemperatur am Gerät richtig einzustellen, die Armatur sollte in der Stellung „warm“ geöffnet werden. Wird die gewünschte Temperatur über die Armatur durch Beimischen von kaltem Wasser eingestellt, wird das Kaltwasser erst mit viel Energie aufgeheizt und danach durch Beimischen von Kaltwasser wieder abgekühlt. Dies verursacht hohe Energieverbräuche.<sup>11</sup>

Empfohlen wird der Einbau von elektronisch geregelten Durchlauferhitzern, bei denen gradgenau die Wunschtemperatur eingestellt werden kann (hohe Energieeffizienz bei richtiger Einstellung).

---

<sup>11</sup> Stiebel Eltron (oJ): Wie bediene ich einen elektronischen Durchlauferhitzer eigentlich richtig und energieeffizient?. <https://www.stiebel-eltron.de/de/home/service/haeufige-fragen/wie-bediene-ich-einen-elektronischen-durchlauferhitzer-eigentlich.html> (30.06.2017)

## 10 ALLGEMEINES

---

### 10.1 FÖRDERUNGEN

Nachfolgend werden Förderungen für die Sanierung von Wohngebäuden dargestellt. Die genauen Fördergelder müssen im Rahmen einer objektbezogenen Einzelbetrachtung festgestellt werden. Welche dieser Förderungen in den Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen berücksichtigt wurde, wird in den einzelnen Maßnahmenbeschreibungen erläutert. Die KfW erklärt die Hintergründe des Förderprogramms 152/152 mit folgenden Zeilen: „Das Förderprogramm dient der zinsgünstigen langfristigen Kreditfinanzierung von Maßnahmen zur Energieeinsparung und zur Minderung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes bei bestehenden Wohngebäuden. Es trägt dazu bei, die energiepolitischen Ziele der Bundesregierung, insbesondere einen nahezu klima-neutralen Gebäudebestand, bis zum Jahr 2050 zu erreichen. Die Förderung soll darüber hinaus die finanzielle Belastung durch die Investitions- und Heizkosten reduzieren und diese für den Nutzer langfristig kalkulierbarer machen.“<sup>12</sup>

#### 10.1.1 KfW

Die KfW fördert die energetische Sanierung von Wohngebäuden, für die der Bauantrag oder die Bauanzeige vor dem 01.02.2002 (Prog. 151/152, 430) gestellt wurde. Es werden Anforderungen an die Qualität der Maßnahmen als auch die Umsetzung dieser gestellt, um eine energieeffizientere Ausführung als die gesetzlich vorgeschriebene umzusetzen.

Förderbare Maßnahmen:

- Photovoltaik-Anlagen auf Dächern, an Fassaden oder auf Freiflächen
- Stationäre Batteriespeichersysteme in Verbindung mit Photovoltaik-Anlagen
- Anlagen zur Strom- und Wärmeerzeugung in Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK-Anlagen) auf der Basis von fester Biomasse, Biogas oder Erdwärme
- Batteriespeicher
- Wärmedämmung von Wänden, Dachflächen, Keller- und Geschossdecken
- Erneuerung der Fenster und Außentüren
- Erneuerung oder Optimierung der Heizungsanlage
- Erneuerung oder Einbau einer Lüftungsanlage
- Qualifizierte Baubegleitung
- Einbruchshemmende Maßnahmen

Rahmenbedingungen:

- Energieeffizient Sanieren (Programm 151/152): Kredit bis 100.000 Euro beim KfW-Effizienzhaus oder 50.000 Euro bei Einzelmaßnahmen und Maßnahmenpaketen pro Wohneinheit

---

<sup>12</sup> KfW (2016): Merkblatt Bauen, Wohnen, Energie sparen. Energieeffizient Sanieren – Kredit. Stand 07/2016. [https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/Förderprogramme-\(Inlandsförderung\)/PDF-Dokumente/6000003743\\_M\\_151\\_152\\_EES\\_Kredit.pdf](https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/Förderprogramme-(Inlandsförderung)/PDF-Dokumente/6000003743_M_151_152_EES_Kredit.pdf) (17.07.2017), S. 1 ff



- Energieeffizient Sanieren Ergänzungsdarlehen (Programm 167): Kredit für die Umstellung der Heizung auf erneuerbare Energien, bis zu 50.000 €/ WE
- Energieeffizient Sanieren Investitionszuschuss (Programm 430): Tilgungszuschuss zwischen 10 % und 30 % der förderfähigen Kosten, bis zu 30.000 €/ WE
- Energieeffizient Bauen und Sanieren – Zuschuss Baubegleitung (Programm 431): Zuschuss für eine qualifizierte Baubegleitung in Höhe von 50 % der Kosten für den Experten (bis 4.000 € pro Vorhaben), nur förderbar in Kombination mit den Programmen 151/152 und 430)
- Energieeffizient Bauen und Sanieren – Zuschuss Brennstoffzelle (Programm 433): Zuschuss für den Einbau von Brennstoffzellen zwischen 7.050 und 28.200 €
- Barrierereduzierung/ Einbruchhemmende Maßnahmen (Programm 159): Kredit bis zu 50.000 €/ WE
- Barrierereduzierung/ Einbruchhemmende Maßnahmen (Programm 455): Investitionszuschuss bis 6.250 € / WE für Barrierereduzierung, bis 1.500 €/ WE Einbruchschutz
- Erneuerbare Energien - Standard (Programm 270): Kredit für die Errichtung, Erweiterung oder den Erwerb von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien (z.B. Photovoltaik-Anlagen) mit einer Förderung bis zu 100 % der Investitionskosten
- Erneuerbare Energien – Speicher (Programm 275): Kredit und Tilgungszuschuss für die Nutzung von stationären Batteriespeichersystemen in Verbindung mit Photovoltaik-Anlagen mit Zuschüssen zwischen 10 und 16 Prozent je nach Beantragungsdatum.

*\* Zwischenzeitlich sind im Zuschussprogramm 455 nur noch Maßnahmen im Bereich Einbruchschutz förderbar für das Jahr 2017.*

### 10.1.2 BAFA

Der Staat fördert Erneuerbare Energie, weil es das Ziel ist durch Investitionsanreize den Absatz von Technologien der erneuerbaren Energien im Wärmemarkt zu stärken und so zur Senkung deren Kosten und zur Verbesserung von deren Wirtschaftlichkeit beizutragen.<sup>13</sup>

Nachfolgend ein Auszug aus den förderbaren Maßnahmen der BAFA:

- Heizungsoptimierung: **Optimierungsmaßnahmen** am gesamten Heizungssystem durch z.B. hocheffiziente Pumpen, hydraulischen Abgleich, etc. gefördert wird 30 % der Nettoinvestitionskosten, bis max. 25.000 €/Standort.
- Errichtung und Erweiterung von **Biomasseanlagen** (s. Förderübersicht Biomasse) für die thermische Nutzung von 5 bis 100 Kilo Watt Nennwärmeleistung. Basisförderung je nach Anlage zwischen 2.000 € und 8.000 €, eine Zusatzförderung möglich (Kombination von Maßnahmen, besonders Energieeffizientes Gebäude, Optimierungsmaßnahmen Heizung)
- APEE-Bonus (s. Förderübersicht APEE):

<sup>13</sup> Umscheid, Dominic (o.J): Warum fördert der Staat „Erneuerbare Energie“?. [www.bafa-förderung.de](http://www.bafa-förderung.de) (28.07.2017)



- **Austausch besonders ineffizienter Heizungsanlagen** (ohne Brennwerttechnik) durch moderne Biomasseanlagen oder effiziente Wärmepumpen oder
- Bestehende Heizungsanlagen durch **Einbindung einer heizungsunterstützenden Solarthermieanlage** modernisieren

Zuschüsse von 20 % des im Rahmen des Marktanzreizprogramms für die Installation der neuen Anlage bewilligten Gesamtförderbetrags. Einen einmaligen Investitionszuschuss von 600 Euro gibt es für die Umsetzung aller erforderlichen Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz am Heizungssystem.

- **Nachträgliche Optimierung: Heizungscheck:** Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz am gesamten Heizsystem (z.B: Optimierung der Heizkurve, Anpassung der Vorlauftemperaturen und der Pumpenleistung, der Einsatz von Einzelraumreglern, etc.). Gefördert wird durch einen einmaligen Investitionszuschuss von 200 €, höchstens jedoch in Höhe der förderfähigen Investitionskosten.
- **Nachträgliche Optimierung: Wärmepumpencheck:** Vergleich des im Förderantrags berechneten mit der im Betrieb tatsächlich errichteten Jahresarbeitszahl und in Abhängigkeit vom Ergebnis vorgeschlagenen und durchgeführte Maßnahmen. Förderung durch einen Zuschuss von 250 €, max. in Höhe der nachgewiesenen Nettoinvestitionskosten.
- **Errichtung und Erweiterung von Solarthermieanlagen** (s. Förderübersicht Solar) bis einschließlich 100 Quadratmeter Kollektorfläche. Es gibt Zuschüsse bis zu 20.000 Euro pro Vorhaben.
- **Errichtung von effizienten Wärmepumpen** (s. Förderübersicht Wärmepumpe) bis einschließlich 100 Kilowatt Nennwärmeleistung. Es gibt Zuschüsse bis zu 15.000 Euro pro Vorhaben.

## Förderübersicht Biomasse (Basis-, Innovations- und Zusatzförderung)

Maßnahme	Basisförderung		Innovationsförderung <sup>4</sup>		Nachrüstung <sup>6</sup>	Zusatzförderung <sup>9</sup>		Optimierungsmaßnahme <sup>11</sup>	
	Gebäudebestand	Gebäudeleistung	Brennwertnutzung <sup>3</sup>	Partikelabscheidung <sup>5,1</sup>		Solarheizeranlage, Wärmepumpe	Kombinationsbonus, Wärmenetz		Gebäudeeffizienzbonus <sup>10</sup>
Anlagen von 5 bis max. 100,0 kW Nennwärmeleistung	Gebäudebestand	Gebäudeleistung	Neubau	3.000 €	Neubau	2.000 €	500 €	zusätzlich 0,5 x Basis- oder Innovationsförderung	mit Errichtung: 10 % der Nettoinvestitionskosten <sup>11.1</sup>
			Gebäudebestand	3.000 €					
Pelletkessel <sup>1</sup>	Gebäudebestand	Gebäudeleistung	Neubau	3.000 €	Neubau	3.000 €	500 €	zusätzlich 0,5 x Basis- oder Innovationsförderung	nachträglich (nach 3 – 7 Jahren): 100 bis max. 200 € <sup>11.2</sup>
			Gebäudebestand	3.000 €					
Pelletkessel <sup>1</sup> mit einem Pufferspeicher (neu errichtet) von mind. 30 l/kW	Gebäudebestand	Gebäudeleistung	Neubau	3.500 €	Neubau	3.500 €	500 €	zusätzlich 0,5 x Basis- oder Innovationsförderung	nachträglich (nach 3 – 7 Jahren): 100 bis max. 200 € <sup>11.2</sup>
			Gebäudebestand	3.500 €					
Hackschnitzelkessel <sup>2</sup> mit einem Pufferspeicher von mind. 30 l/kW	Gebäudebestand	Gebäudeleistung	Neubau	3.500 €	Neubau	3.500 €	500 €	zusätzlich 0,5 x Basis- oder Innovationsförderung	nachträglich (nach 3 – 7 Jahren): 100 bis max. 200 € <sup>11.2</sup>
			Gebäudebestand	3.500 €					
Scheitholzvergaserkessel <sup>1</sup> mit einem Pufferspeicher von mind. 55 l/kW	Gebäudebestand	Gebäudeleistung	Neubau	3.500 €	Neubau	3.500 €	500 €	zusätzlich 0,5 x Basis- oder Innovationsförderung	nachträglich (nach 3 – 7 Jahren): 100 bis max. 200 € <sup>11.2</sup>
			Gebäudebestand	3.500 €					

- Es gelten die Bestimmungen der Richtlinien vom 11. März 2015
- Gebäudebestand: Ein Gebäude, in dem zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme der beantragten Anlage – sei mehr als zwei Jahren ein anderes Heizungs- oder Kältesystem installiert ist.
- Die hier beschriebenen Voraussetzungen sind nicht abschließend. Die vollständigen Fördervoraussetzungen finden Sie auf der Bafa-Homepage unter der Rubrik „Energie/Heizen mit Erneuerbaren Energien“.
- Kombinationskessel zur Verbrennung von Biomassepellets und Scheitholz erhalten ab 2017 für beide Anlagenteile die entsprechende Förderung aus oben stehender Tabelle. Auch die Kombination mit einem innovativen Anlagenteil ist möglich.
- 1. Kombinationskessel müssen über einen Mindest-Pufferspeicher von 35 Liter je Kilowatt Nennwärmeleistung für den handbeschriebenen Teil der Anlage verfügen.
- 2. Kombinationskessel mit Verbrennung von Hackschnitzeln und Scheitholz erhalten ab 2017 für beide Anlagenteile die entsprechende Förderung aus oben stehender Tabelle. Auch die Kombination mit einem innovativen Anlagenteil ist möglich.
- 3. Kombinationskessel müssen über einen Mindest-Pufferspeicher von 55 Liter je Kilowatt Nennwärmeleistung für den handbeschriebenen Teil der Anlage verfügen.
- 3. Es sind nur besonders emissionsarme Scheitholzvergaserkessel förderfähig (staubförmige Emissionen: max. 15 mg/m<sup>3</sup>).
- 4. Innovationsförderung: Angegeben ist der Gesamtförderbetrag. Ausnahme: Pelleanlagen im Gebäudebestand<sup>4.1</sup>.
- 4.1. Pelleanlagen im Gebäudebestand: Angegeben ist der Mindestförderbetrag, ansonsten 80 €/kW.
- 5. Innovationsförderung: Brennwertnutzung. Zusätzlich zur Biomasseanlage besteht eine Einrichtung zur bestimmungsgemäßen Nutzung der bei der Abgasabkühlung anfallenden Wärme.
- 5.1. Innovationsförderung Partikelabscheidung: Zusätzlich zur Biomasseanlage besteht eine Einrichtung zur sekundären Abwechslung der im Abgas enthaltenen Partikel.
- 6. Nachrüstung einer unter 5) oder 5.1) beschriebenen Einrichtung für eine bereits betriebene Biomasseanlage. Angegeben ist der Innovationsförderbetrag. Förderbetrag bei neu errichteten Pufferspeicher (mind. 30 Liter/KW). Gesamt-Pufferspeichervolumen bei Scheitholzvergaserkessel mind. 55 Liter/KW.
- 7. Förderbetrag bei vorhandenem Pufferspeicher.
- 8. Die verschiedenen Zusatzförderungen können zusätzlich zur Basis- und Innovationsförderung gewährt werden und sind miteinander kumulierbar.
- 9. Ausnahme: Gebäudeeffizienzbonus und Optimierungsmaßnahme nur im Gebäudebestand.
- 10. Bonus für effiziente Wohngebäude im Gebäudebestand. Voraussetzungen: Anforderungen an ein KfW-Effizienzhaus 55 (d. h. der auf die wärmebessere-gende Umfassungsfläche bezogene Transmissionswärmeverlust beträgt maximal das 0,7-fache des entsprechenden Wertes des jeweiligen Referenzgebäudes; es gelten die Höchstwerte der EnEV 2013 Anlage 1 Tabelle 2), hydraulischer Abgleich, Anpassung der Heizkurve, Online-Belegung eines zugewiesenen Sicherungsverdägen.
- 11. Einzelmaßnahmen zur energetischen Optimierung der Heizungsanlage und der Warmwasserbereitung in Bestandsgebäuden.
- 11.1. Zusammen mit der Errichtung einer Biomasseanlage: Begrenzung auf höchstens 50 % der Basis- oder Innovationsförderung.
- 11.2. Nachträglich nach 3 bis 7 Jahre nach Inbetriebnahme: Begrenzung auf die Höhe der förderfähigen Kosten.

Stand: 20.01.2017

<sup>14</sup> Bundesamt für Wirtschaft und Energie (2017): Förderübersicht Biomasse.

[http://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/ee\\_biomasse\\_foerderuebersicht.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=4](http://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/ee_biomasse_foerderuebersicht.pdf?__blob=publicationFile&v=4) (31.07.2017)

## Zusatzbonus Heizungspaket nach dem Anreizprogramm Energieeffizienz (APEE)

Maßnahme im Gebäudebestand zur <sup>1</sup>	Grundförderung <sup>3</sup>	APEE-Zuschuss	APEE-Optimierung <sup>4</sup>
Errichtung einer förderfähigen Solar Kollektoranlage zur Unterstützung und Modernisierung einer Heizungsanlage auf Basis fossiler Energien <sup>2</sup> Errichtung einer förderfähigen Biomasseanlage im Austausch gegen eine Heizungsanlage auf Basis fossiler Energien <sup>2</sup> Errichtung einer förderfähigen effizienten Wärmepumpenanlage im Austausch gegen eine Heizungsanlage auf Basis fossiler Energien <sup>2</sup>	Basis- oder Innovationsförderung plus alle bewilligten Zusatzförderungen (außer Optimierungsbonus) <sup>4</sup>	Grundförderung x 20 %	pauschal 600 €

- Es gilt die Richtlinie zur Förderung der beschleunigten Modernisierung von Heizungsanlagen bei Nutzung erneuerbarer Energien vom 16.12.2015.
- Der Zusatzbonus Heizungspaket setzt sich aus dem APEE-Zuschuss und der APEE-Optimierung zusammen.
- Die hier beschriebenen Voraussetzungen sind nicht abschließend. Die vollständigen Fördervoraussetzungen finden Sie auf der Bafa-Homepage unter der Rubrik „Energie/Heizen mit Erneuerbaren Energien“.
- 1. Voraussetzung für den Zusatzbonus Heizungspaket: Es muss sich um ein bestehendes Gebäude gem. MAP-Richtlinie vom 11.02.2015 handeln und die Maßnahme muss der Heizungsunterstützung dienen.
- 2. Die alte Heizungsanlage wird auf Basis fossiler Energien betrieben, nutzt keine Brennwerttechnik oder Brennstoffzellentechnologie und es liegt keine gesetzliche Austauschpflicht (§ 10 EnEV) vor.
- 3. Grundförderung nach der gültigen MAP-Richtlinie (Basis-/Innovations- plus Zusatzförderung).
- 4. Der MAP-Optimierungsbonus ist mit dem Zusatzbonus Heizungspaket nicht kumulierbar.
- 5. Voraussetzung für den APEE-Zuschuss ist die Optimierung des Heizungssystems. Diese setzt eine Bestandsaufnahme und Analyse des Ist-Zustandes, die Durchführung der hydraulischen Abgleichs und Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz am Heizungssystem (z. B. Optimierung der Heizkurve, Anpassung der Vorlauftemperatur und der Pumpenleistung, Einsatz von Einzelraumreglern) voraus.

<sup>15</sup> Bundesamt für Wirtschaft und Energie (2017): Zusatzbonus Heizungspaket nach dem Anreizprogramm Energieeffizienz. [http://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/ee\\_foerderuebersicht\\_apee.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=4](http://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/ee_foerderuebersicht_apee.pdf?__blob=publicationFile&v=4) (31.07.2017)

## Förderübersicht Solar (Basis-, Innovations- und Zusatzförderung)

Maßnahme	Basisförderung		Innovationsförderung <sup>5</sup>		Zusatzförderung <sup>6</sup>			Optimierungsmaßnahme <sup>8</sup>
	Gebäudebestand	Gebäudebestand	Gebäudebestand	Neubau	Kombinationsbonus	Kesseltausch	Gebäudeeffizienzbonus <sup>7</sup>	
Errichtung einer Solarkollektoranlage zur ...	3 bis 10 m <sup>2</sup> Bruttokollektorfläche	500 €	-	-	Biomassenanlage, Wärmepumpenanlage	Wärmenetz	zusätzlich 0,5 × Basis- oder Innovationsförderung	mit Errichtung: 10 % der Nettoinvestitionskosten <sup>8.1</sup>
	11 bis 40 m <sup>2</sup> Bruttokollektorfläche	50 €/m <sup>2</sup> Bruttokollektorfläche	100 €/m <sup>2</sup> Bruttokollektorfläche	75 €/m <sup>2</sup> Bruttokollektorfläche				
... ausschließlichen Warmwasserbereitung <sup>1</sup>	20 bis 100 m <sup>2</sup> Bruttokollektorfläche	-	200 €/m <sup>2</sup> Bruttokollektorfläche	150 €/m <sup>2</sup> Bruttokollektorfläche	500 €	500 €	-	nachträglich (nach 3 – 7 Jahren); 100 bis max. 200 € <sup>8.2</sup>
	bis 14 m <sup>2</sup> Bruttokollektorfläche	2.000 € <sup>9</sup>	-	-				
... kombinierten Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung, solare Kälteerzeugung oder Wärmenetzführung <sup>2</sup>	15 m <sup>2</sup> bis 40 m <sup>2</sup> Bruttokollektorfläche	140 €/m <sup>2</sup> Bruttokollektorfläche	-	-	500 €	500 €	-	-
	20 bis 100 m <sup>2</sup> Bruttokollektorfläche	-	0,45 € × jährlicher Kollektortrag × Anzahl Kollektoren	-				
... Wärme- oder Kälteerzeugung (Alternative) <sup>3</sup>	20 bis 100 m <sup>2</sup> Bruttokollektorfläche	-	-	-	-	-	-	-
Erweiterung einer bestehenden Solarkollektoranlage <sup>4</sup>	50 €/m <sup>2</sup> zusätzlicher Bruttokollektorfläche	-	-	-	-	-	-	-

5 Solar Kollektoranlagen im Bereich Innovationsförderung: Errichtung auf einem Wohngebäude mit mind. 3 Wohneinheiten oder auf einem Nichtwohngebäude mit mind. 500 m<sup>2</sup> Nutzfläche (euch Nichtwohngebäude mit Wohn- und Erweiterungsbauabsichtungen zur sanitären Versorgung und Betriebskostenübernahme) oder auf einem öffentlichen Gebäude (z.B. Kindertagesstätte, Schule, Universität, etc.). Die Förderhöhe beträgt mind. 50 % in denen der auf die wärmeübertragende Umfassungsfäche bezogene Teil emissionsarmem (maximal 0,7-fache des entsprechenden Wertes des jeweiligen Referenzgebäudes nicht überschritten wird. Es gelten die gleichen Mindestanforderungen an das Pufferspeichervolumen wie unter 1, bzw. 2. Die verschiedenen Zusatzförderungen können zusätzlich zur Basis- und Innovationsförderung gewährt werden und sind miteinander kombinierbar.

6 Ausnahme: Gebäudeeffizienzbonus und Optimierungmaßnahmen nur im Gebäudebestand bei Errichtung einer Solarkollektoranlage.

7 Bonus für effiziente Wohngebäude im Gebäudebestand, Voraussetzungen: Anfordern an ein KfW-Effizienzhaus 55 (d. h. d. auf die wärmeübertragende Umfassungsfäche bezogene Teil emissionsarmem (maximal 0,7-fache des entsprechenden Wertes des jeweiligen Referenzgebäudes) es gelten die Höchstwerte der EnEV 2013 Anlage 1 Tabelle 2), hydraulischer Abgleich, Anpassung der Heizkurve, Online-Bestätigung eines zugelassenen Sachverständigen.

8 Einzelmaßnahmen zur energetischen Optimierung der Heizungsanlage und der Warmwasserbereitung in Bestandsgebäuden (nicht bei Erweiterung).

8.1 Zusammen mit der Errichtung einer Solarkollektoranlage Begrenzung auf höchstens 50 % der Basis- oder Innovationsförderung.

8.2 Nachträglich nach 3 bis 7 Jahre nach Inbetriebnahme Begrenzung auf die Höhe der förderfähigen Kosten.

9 Die Mindestförderung gilt nicht für Luftkollektoren. Diese werden mit 140 €/m<sup>2</sup> Bruttokollektorfläche gefördert.

10 Es gelten die Bestimmungen der Richtlinien vom 11. März 2015:

- Gebäudebestand: Ein Gebäude, in dem zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme der beantragten Anlage seit mehr als zwei Jahren ein anderes Heizungs- oder Kühlsystem installiert ist.
- Die hier beschriebenen Voraussetzungen sind nicht abschließend. Die vollständigen Fördervoraussetzungen finden Sie auf der Bafa-Hompage unter der Rubrik „Energie/Heizen mit Erneuerbaren Energien“.

1. Mindestvoraussetzungen in der Basisförderung: Bruttokollektorfläche mind. 3 m<sup>2</sup> bis max. 40 m<sup>2</sup>, Pufferspeichervolumen mind. 200 Ltr. (beides gilt für alle Kollektortypen)

2. Mindestvoraussetzungen in der Basisförderung: Flachkollektoren: Bruttokollektorfläche > 9 m<sup>2</sup>, Pufferspeichervolumen 40 l/m<sup>2</sup>; Vakuumröhren- u. Vakuumflächkollektoren: Bruttokollektorfläche > 7 m<sup>2</sup>, Pufferspeichervolumen 30 l/m<sup>2</sup>; Luftkollektoren: keine Mindestanforderungen

3. Die ertragsabhängige Förderung kann alternativ zur Innovationsförderung für große Solarkollektoranlagen (20 bis 100 m<sup>2</sup>) beantragt werden. Grundlage des jährlichen Kollektortrages (KWh/a/Kollektor) ist das Datenblatt der Solar-Kennmark-Programmregeln (Standort Würzburg, 50 °C).

4. Erweiterung einer bestehenden Solarkollektoranlage um mind. 4 m<sup>2</sup> bis zu 40 m<sup>2</sup> Bruttokollektorfläche.

## Förderübersicht Wärmepumpe (Basis-, Innovations- und Zusatzförderung)

Maßnahme	Basisförderung <sup>7</sup>		Innovationsförderung <sup>1,7</sup>		Zusatzförderung <sup>2</sup>				Optimierungsmaßnahme <sup>6</sup>	
	Gebäudebestand	Gebäudebestand	Gebäudebestand	Neubau	Lastmanagementbonus <sup>3</sup>	Solar Kollektoranlage, Biomasseanlage	Kombinationsbonus PVT-Kollektoren <sup>4</sup>	Wärmenetz		Gebäudeeffizienzbonus <sup>5</sup>
Gasbetriebene Wärmepumpen (gasmotorische WP, SorptionsWP)	→	100 €/kW 4.500 € (bis 45,0 kW)	150 €/kW 6.750 € (bis 45,0 kW)	100 €/kW 4.500 € (bis 45,0 kW)						mit Errichtung: 10 % der Nettoinvestitionskosten <sup>6.1</sup>
	→	40 €/kW	60 €/kW	40 €/kW						
Elektrisch betriebene Luft/Wasser-WP	→	1.500 € (bis 37,5 kW)	2.250 € (bis 37,5 kW)	1.500 € (bis 37,5 kW)						nachträglich (nach 3-7 Jahren): 100 bis max. 200 € <sup>6.2</sup>
	→	1.300 € (bis 32,5 kW)	1.950 € (bis 32,5 kW)	1.300 € (bis 32,5 kW)	500 €	500 €	500 €	500 €	zusätzlich 0,5 x Basis- oder Innovationsförderung	
Elektrisch betriebene Wasser/Wasser-WP oder Sole/Wasser-WP	→	4.500 € (bis 45,0 kW)	6.750 € (bis 45,0 kW)	4.500 € (bis 45,0 kW)						nachträglich (nach 1 Jahr): bis 250 € <sup>6.3</sup>
	→	4.000 € (bis 40,0 kW)	6.000 € (bis 40,0 kW)	4.000 € (bis 40,0 kW)						

<sup>5</sup> Bonus für effiziente Wohngebäude im Gebäudebestand, Voraussetzungen: Anforderungen an ein KfW-Effizienzhaus 55 (d. h. der auf die wärmeübertragende Ummantelung bezogene Transmissionswärmeverlust beträgt maximal das 0,7-fache des entsprechenden Wertes des jeweiligen Referenzgebäudes, siehe Tabelle 2), hydraulischer Abgleich, Anpassung der Heizkurve, Online-Belegung eines intelligenten Sicherungssystems.

<sup>6</sup> Einzelmaßnahmen zur energetischen Optimierung der Heizungsanlage und der Warmwasserbereitung in Bestandsgebäuden.

<sup>6.1</sup> Zusammen mit der Errichtung einer Wärmepumpe, Begrenzung auf höchstens 50 % der Basis- oder Innovationsförderung.

<sup>6.2</sup> Nachträglich nach 3 bis 7 Jahre nach Inbetriebnahme. Begrenzung auf die Höhe der förderfähigen Kosten.

<sup>6.3</sup> Nachträglich nach mind. einem Jahr (Wärmepumpendeckel). Begrenzung auf die Höhe der förderfähigen Kosten.

<sup>7</sup> Änderungen an die IAZ.

Jahresarbeitszahl	Basisförderung			Innovationsförderung		
	Wohngebäude	Nichtwohngebäude		Wohngebäude	Nichtwohngebäude	
gasbetriebene WP	1,25	1,3		1,25	1,3	1,5
elektrische Luft-WP	3,5	3,5		3,5	3,5	4,5
andere elektrische WP	3,8	4		3,8	4	

<sup>17</sup> Bundesamt für Wirtschaft und Energie (2017): Förderübersicht Wärmepumpe. [http://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/ee\\_waermepumpen\\_foerderunguebersicht.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=4](http://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/ee_waermepumpen_foerderunguebersicht.pdf?__blob=publicationFile&v=4) (31.07.2017)

### 10.1.3 IB.SH

#### Modernisierungszuschuss für Selbstnutzer (Land Schleswig-Holstein)

- Modernisierungszuschuss für Selbstnutzer:
- Antragsberechtigung: Eigentümer/ innen von selbstgenutzten Wohneigentum (u.a. in Bargteheide)
- Gefördert werden:
  - Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz von Wohngebäuden (CO<sub>2</sub>-Einsparung von min. 20 %)
  - Barriere reduzierende Maßnahmen
  - Maßnahmen zum Einbruchschutz
- Zuschusshöhe für energetische und/oder Barriere reduzierende Maßnahmen: 2.000,00 €
- Zuschusshöhe für Maßnahmen zum Einbruchschutz: 20 % der förderfähigen Kosten, max. 1.600 €
- Voraussetzungen: Min. 2.000,00 € Investitionsvolumen, Maßnahmen haben noch nicht begonnen, Einbindung eines Sachverständigen, der zur Ausstellung von Energieausweise nach § 21 EnEV berechtigt ist. Dazu kann die Energieeffizienz-Expertenliste hilfreich sein: <https://www.energie-effizienz-experten.de>
- Dieser Zuschuss kann mit allen Darlehen der KfW und IB.SH kombiniert werden.<sup>18</sup>

#### IB.SH WEGfinanz

- Fördermittel der KfW und der IB.SH für Kleinstdarlehen ab 5.000 € für WEG's bei Modernisierungs- und Sanierungsvorhaben
- Darlehensbeträge zwischen 5.000 und 25.000 €/ Eigentümer
- Jedes WEG-Mitglied haftet nur für das eigene Darlehen
- Die Eigenbeteiligung berechnet sich wie folgt:

Kosten je Wohnungseigentümer bzw. Kreditnehmereinheit	einzubringende Eigenmittel	Darlehensbetrag über IB.SH WEGfinanz
bis 15.000 EUR	-	max. 15.000 EUR
bis 22.200 EUR	mind. 10%	max. 20.000 EUR
bis 29.400 EUR	mind. 15 %	max. 25.000 EUR

<sup>19</sup>

- Beratungsgebühr in Höhe von 2 % des Gesamtinvestitionsvolumens zzgl. MwSt

<sup>18</sup> Investitionsbank Schleswig-Holstein (oJ): Modernisierungszuschuss für Selbstnutzer. <http://www.ib-sh.de/immobilien/immobilien-sanieren-oder-modernisieren/modernisierungszuschuss-fuer-selbstnutzer/> (31.07.2017)

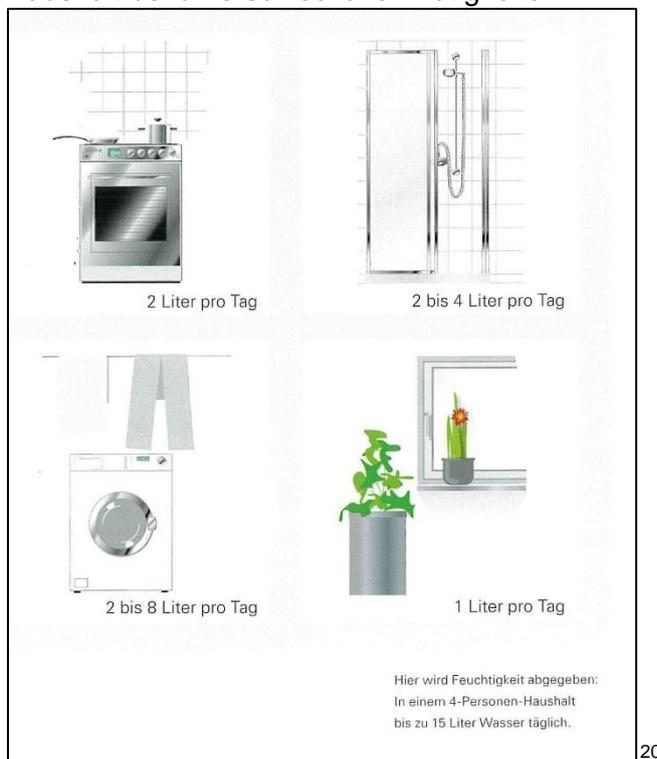
<sup>19</sup> Investitionsbank Schleswig-Holstein (2017): IB.SH WEGfinanz. <http://www.ib-sh.de/immobilien/immobilien-sanieren-oder-modernisieren/ibsh-wegfinanz/> (02.08.2017)

## 10.2 LÜFTUNGSKONZEPT NACH DIN 1946-6

### 10.2.1 Allgemeines

Die Modernisierung eines Gebäudes ist i.d.R. mit einer besseren Wärmedämmung und dem Einbau neuer Fenster verbunden. Das führt zu einer höheren Luftdichtheit des Gebäudes, so kann der Mindestluftwechsel nicht mehr durch Infiltration durch die Gebäudehülle, also durch Undichtigkeiten z.B. an Fenster oder Tür, gewährleistet werden. Ein häufiges manuelles Lüften wäre notwendig, um die nötige Frischluftzufuhr sicherzustellen. Dies ist zur Sicherstellung des Raumklimas und des Gebäudeschutzes nötig, damit kein Schimmel entsteht und damit die Gebäudekonstruktion nicht beeinträchtigt wird. In einem durchschnittlichen Einfamilienhaus werden pro Tag bis zu 15 Liter Feuchtigkeit an die Raumluft abgegeben.<sup>20</sup> Durch die Kondensation dieser Feuchtigkeit an kalten Stellen (Wärmebrücken) kann dann Schimmel entstehen.<sup>20</sup>

Die nachfolgende Grafik zeigt die durchschnittliche Feuchtigkeitsabgabe in einem 4-Personen-Haushalt bei unterschiedlichen Tätigkeiten:



20

Auf Grundlage der DIN 1946-6 muss bei Neubau, und unter bestimmten Voraussetzungen bei Sanierung, deshalb ein Lüftungskonzept erstellt werden.

Wird bei der Sanierung bei Ein- und Mehrfamilienhäusern mehr als 1/3 der vorhandenen Fenster ausgetauscht bzw. im Einfamilienhaus mehr als 1/3 der Dachfläche neu abgedichtet, ist ein Lüftungskonzept zu erstellen. Dabei müssen ggf. die notwendigen Lüftungstechnischen Maßnahmen festgelegt und ggf. ein Lüftungssystem ausgewählt werden.

Nach der DIN 1946-6 gibt es verschiedene Lüftungsstufen. Wenn sich bei der Betrachtung der Wohneinheiten herausstellt, dass Lüftungstechnische Maßnahmen notwendig sind, muss mindestens die Nennlüftung durch eine Maßnahme sichergestellt werden. Dies ist die

<sup>20</sup> Vissmann Deutschland GmbH (2016): Wohnungslüftungs-Systeme. Heizsysteme, Allendorf (Eder), S. 5



notwendige Lüftung zur Sicherstellung der hygienischen Anforderungen sowie des Bautenschutzes bei Anwesenheit der Nutzer (Normalbetrieb).<sup>21</sup>

Grundsätzlich wird zwischen freier Lüftung und ventilatorgestützter Lüftung unterschieden.

Für eine freie Lüftung wird i.d.R. eine der beiden nachfolgenden Maßnahmen gewählt, welche sich insbesondere für Bestandsgebäude eignen:

- Öffnungen in der Fassade (Außenwanddurchlässe)<sup>21</sup>, z.B. Lüfter am Rahmen des neuen Fensters oder Fensterfalzlüfter (manuelle Betätigung oder selbstregulierend durch z.B. Differenzdruck<sup>21</sup>)
- Öffnungen in Innentüren oder -wänden (Überströmluftdurchlässe)<sup>21</sup>, z.B. durch Türunterschnitt

Für eine ventilatorgestützte Lüftung (vorwiegend bei Neubau oder energetisch sehr gut sanierten Gebäuden) wird gewählt zwischen:

- Abluftanlage
- Zuluftanlage
- Zu- und Abluftanlage

Die Umsetzung eines Lüftungskonzeptes obliegt dem Bauherrn. Werden keine entsprechenden Maßnahmen getroffen, muss durch den Nutzer eine ausreichende Belüftung sichergestellt werden. Dazu sollte mindestens 3-mal täglich stoßgelüftet werden, d.h. das Fenster wird komplett geöffnet und anschließend nach ca. 3-10 Minuten geschlossen. Die Lüftungsdauer hängt von der Außentemperatur ab (desto kälter desto kürzer).

### **10.2.2 Hasselbusch – Reihenendhaus**

Bei dem betrachteten Reihenendhaus wird die Lüftung zum Feuchteschutz auch beim Austausch der Fenster eingehalten. Das bedeutet, es ist nicht vorgeschrieben ein Lüftungskonzept erstellen oder umsetzen zu lassen. Für den Normalbetrieb (Nennlüftung) ist dann die aktive Öffnung von Fenstern durch den Nutzer erforderlich.

## **10.3 NACHRÜSTPFLICHT ENEC 2016**

Die Energieeinsparverordnung macht Vorgaben zu notwendigen Nachrüstungen an Bestandsgebäuden, die auch ohne eine Sanierungsmaßnahme von den Eigentümern umgesetzt werden müssen.

### **10.3.1 Heizkessel**

Eigentümer von Gebäuden dürfen Heizkessel, die mit flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen betrieben werden und vor dem 1. Oktober 1978 eingebaut oder aufgestellt worden sind, nicht mehr betreiben. Erfolgte der Einbau vor dem 1. Januar 1985, dürfen diese Heizkessel ab 2015 nicht mehr betrieben werden. Nach dem 1. Januar 1985 eingebaute Kessel dürfen nach Ablauf von 30 Jahren nicht mehr betrieben werden. (Ausnahmen NT-Kessel, Brennwert-Kessel, besonders kleine Nennleistung - kleiner 4 kW oder große Anlagen - Nennleistung größer 400 kW).

<sup>21</sup> Nadler, Norbert (2011): Lüftungskomponenten nach DIN 1946-6.  
[https://www.vdi.de/fileadmin/vdi\\_de/redakteur/bvs/bv\\_karlsruhe\\_dateien/Vortrag-Lueftungskomponenten-DIN\\_1946-6-Nadler.pdf](https://www.vdi.de/fileadmin/vdi_de/redakteur/bvs/bv_karlsruhe_dateien/Vortrag-Lueftungskomponenten-DIN_1946-6-Nadler.pdf) (17.07.2017), S. 3 ff



Ungedämmte, zugängliche Wärmeverteil- und Warmwasserleitungen, die sich in unbeheizten Räumen befinden, sind zu dämmen.

### **10.3.2 Oberste Geschossdecken**

Eigentümer von Wohn- und Nichtwohngebäuden müssen dafür sorgen, dass zugängliche Decken beheizter Räume zum unbeheizten Dachraum (Oberste Geschossdecken) so gedämmt sind, dass der Wärmedurchgangskoeffizient der obersten Geschossdecke einen U-Wert von  $U=0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$  nicht überschreitet.

Die Pflicht gilt als erfüllt, wenn anstelle der Geschossdecke das darüberliegende, bisher ungedämmte Dach entsprechend gedämmt wird.

Die Anforderung an die Dämmung muss seit dem 31. Dezember 2015 erfüllt sein.

### **10.3.3 Heizungs- und Warmwasserleitungen**

Ungedämmte, zugängliche Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen sowie Armaturen, die sich nicht in beheizten Räumen befinden, müssen gedämmt sein. Die Energieeinsparverordnung macht in der Anlage 5 dazu Angaben abhängig von der Umgebungstemperatur, der Art der Leitungen und dem Innendurchmesser.

## **10.4 RECHTLICHE GRUNDLAGEN**

Es gelten der **Bebauungsplan Nr. 7** von 1998 und die **Ortsgestaltungssatzung** von 2008.

## 11 GLOSSAR

---

### 11.1 FACHBEGRIFFE

#### **Energiebedarf**

Energiemenge, die unter genormten Bedingungen (z. B. mittlere Klimadaten, definiertes Nutzerverhalten, zu erreichende Innentemperatur, angenommene innere Wärmequellen) für Beheizung, Lüftung und Warmwasserbereitung (nur Wohngebäude) zu erwarten ist. Diese Größe dient der ingenieurmäßigen Auslegung des baulichen Wärmeschutzes von Gebäuden und ihrer technischen Anlagen für Heizung, Lüftung, Warmwasserbereitung und Kühlung sowie dem Vergleich der energetischen Qualität von Gebäuden. Der tatsächliche **Verbrauch** weicht in der Regel wegen der realen Bedingungen vor Ort (z. B. örtliche Klimabedingungen, abweichendes Nutzerverhalten) vom berechneten Bedarf ab. Der Energiebedarf unterteilt sich in die nachfolgenden Punkte.

#### **Endenergiebedarf**

Endenergiemenge, die den Anlagen für Heizung, Lüftung, Warmwasserbereitung und Kühlung zur Verfügung gestellt werden muss, um die normierte Rauminnentemperatur und die Erwärmung des Warmwassers über das ganze Jahr sicherzustellen. Diese Energiemenge bezieht die für den Betrieb der Anlagentechnik (Pumpen, Regelung, usw.) benötigte Hilfsenergie ein.

Die Endenergie wird an der "Schnittstelle" Gebäudehülle übergeben und stellt somit die Energiemenge dar, die dem Verbraucher (im allgemeinen der Eigentümer) geliefert und mit ihm abgerechnet wird. Der Endenergiebedarf ist deshalb eine für den Verbraucher besonders wichtige Angabe.

Die Endenergie umfasst die Nutzenergie und die Anlagenverluste.

#### **Nutzenergie**

Als Nutzenergie bezeichnet man, vereinfacht ausgedrückt, die Energiemenge, die zur Beheizung eines Gebäudes sowie zur Erstellung des Warmwassers unter Berücksichtigung definierter Vorgaben erforderlich ist. Die Nutzenergie ist die Summe von Transmissionswärmeverlusten, Lüftungswärmeverlusten und Warmwasserbedarf abzüglich der nutzbaren solaren und inneren Wärmegewinne.

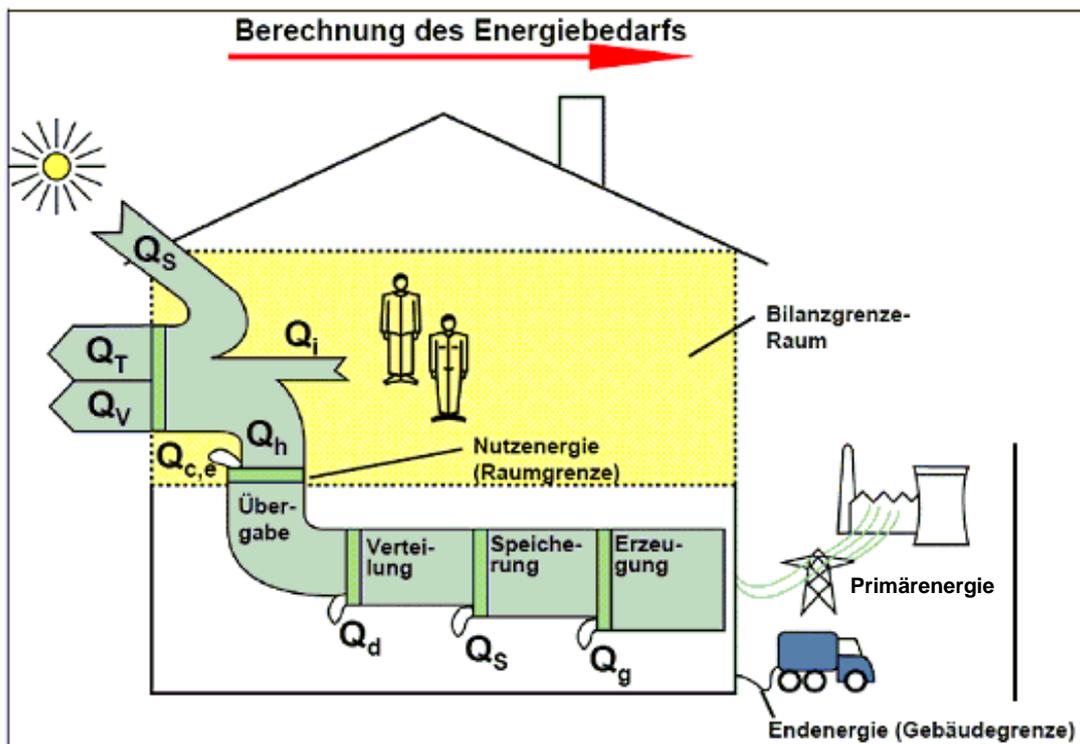
#### **Transmissionswärmeverluste QT**

Als Transmissionswärmeverluste bezeichnet man die Wärmeverluste, die durch Wärmeleitung (Transmission) der wärmeabgebenden Gebäudehülle entstehen. Die Größe dieser Verluste ist direkt abhängig von der Dämmwirkung der Bauteile und diese wird durch den U-Wert angegeben.

### Jahres-Primärenergiebedarf

Jährliche Endenergiemenge, die zusätzlich zum Energieinhalt des Brennstoffes und der Hilfsenergien für die Anlagentechnik mit Hilfe der für die jeweiligen Energieträger geltenden Primärenergiefaktoren auch die Energiemenge einbezieht, die für die Gewinnung, Umwandlung und Verteilung der jeweils eingesetzten Brennstoffe (vorgelagerte Prozessketten außerhalb des Gebäudes) erforderlich ist.

Die Primärenergie kann auch als Beurteilungsgröße für ökologische Kriterien, wie z. B. CO<sub>2</sub>-Emission, herangezogen werden, weil damit der gesamte Energieaufwand für die Gebäudeheizung einbezogen wird. Der Jahres-Primärenergiebedarf ist die Hauptanforderung der Energiesparverordnung.



### Anlagenaufwandszahl

Verhältnis von Aufwand zu erwünschtem Nutzen (Bedarf) bei einem Energiesystem (Wirkungsgrad). Eine niedrige Zahl bedeutet, dass System ist effizient.

### Lüftungswärmeverluste QV

Lüftungswärmeverluste entstehen durch Öffnen von Fenstern und Türen, aber auch durch Undichtigkeiten der Gebäudehülle. Die Undichtigkeit kann bei Altbauten insbesondere bei sehr undichten Fenstern, Außentüren und in unsachgemäß ausgebauten Dachräumen zu erheblichen Wärmeverlusten, sowie zu bauphysikalischen Schäden führen.

### **Trinkwassererwärmung**

Der Trinkwasserwärmebedarf wird aufgrund der Nutzung (Anzahl der Personen, Temperatur u.ä.) ermittelt.

### **U-Wert** (früher k-Wert)

Der Wärmedurchgangskoeffizient beschreibt die Größe für die Transmission durch ein Bauteil. Er beziffert die Wärmemenge (in kWh), die bei einem Grad Temperaturunterschied durch einen Quadratmeter des Bauteils entweicht. Folglich sollte ein U-Wert möglichst gering sein. Er wird bestimmt durch die Dicke des Bauteils und den Lambda-Wert (Dämmwert) des Baustoffes.

### **Solare Wärmegewinne $Q_s$**

Das durch die Fenster eines Gebäudes, insbesondere die mit Südausrichtung, einstrahlende Sonnenlicht wird im Innenraum größtenteils in Wärme umgewandelt.

### **Interne Wärmegewinne $Q_i$**

Im Inneren der Gebäude entsteht durch Personen, elektrisches Licht, Elektrogeräte usw. Wärme, die ebenfalls bei der Ermittlung des Heizwärmebedarfs in der Energiebilanz angesetzt werden kann.

### **Anlagenverluste**

Die Anlagenverluste umfassen die Verluste bei der Erzeugung  $Q_g$  (Abgasverlust), ggf. Speicherung  $Q_s$  (Abgabe von Wärme durch einen Speicher), Verteilung  $Q_d$  (Leistungsverlust durch ungedämmt bzw. schlecht gedämmte Leitungen) und Abgabe  $Q_c$  (Verluste durch mangelnde Regelung) bei der Wärmeübergabe.

### **Wärmebrücken**

Als Wärmebrücken werden örtlich begrenzte Stellen bezeichnet, die im Vergleich zu den angrenzenden Bauteilbereichen eine höhere Wärmestromdichte aufweisen. Daraus ergeben sich zusätzliche Wärmeverluste sowie eine reduzierte Oberflächentemperatur des Bauteils in dem betreffenden Bereich. Wird die Oberflächentemperatur durch eine vorhandene Wärmebrücke abgesenkt, kann es an dieser Stelle bei Unterschreitung der Taupunkttemperatur der Raumluft, zu Kondensatbildung auf der Bauteiloberfläche mit den bekannten Folgeerscheinungen, wie z. B. Schimmelpilzbefall kommen. Typische Wärmebrücken sind z. B. Heizkörpernischen, Dachbodenluken, Balkonplatten, Vordächer, Rollladenkästen, Glasbausteine, Fensteranschlüsse an Laibungen, Fensterbänke, Stürze, Stirnseiten von Decken und Fußböden, Mauervor- und Rücksprünge.

### **Gebäudevolumen $V_e$**

Das beheizte Gebäudevolumen ist das an Hand von Außenmaßen ermittelte, von der wärmeübertragenden Umfassungs- oder Hüllfläche eines Gebäudes umschlossene Volumen. Dieses Volumen schließt mindestens alle Räume eines Gebäudes ein, die direkt oder indirekt durch Raumverbund bestimmungsgemäß beheizt werden. Es kann deshalb das gesamte Gebäude oder aber nur die entsprechenden beheizten Bereiche einbeziehen.

## Wärmeübertragende Umfassungsfläche A

Die Wärmeübertragende Umfassungsfläche, auch Hüllfläche genannt, bildet die Grenze zwischen dem beheizten Innenraum und der Außenluft, nicht beheizten Räumen und dem Erdreich. Sie besteht üblicherweise aus Außenwänden einschließlich Fenster und Türen, Kellerdecke, oberste Geschossdecke oder Dach. Diese Gebäudeteile sollten möglichst gut gedämmt sein, weil über sie die Wärme aus dem Rauminneren nach außen dringt.

## Dampfbremse

Dampfbremsen und -sperrern sollen den Tauwasserausfall begrenzen und werden an der wärmeren Innenseite montiert, um den Diffusionsstrom von der wärmeren Innenseite zur kälteren Außenseite zu begrenzen oder zu unterbinden.<sup>22</sup> Der  $S_d$ -Wert gibt die dampfbremsende Wirkung an.<sup>22</sup>

## G-Wert

„Der Gesamtenergiedurchlassgrad, kurz g-Wert genannt, erfasst die Energiedurchlässigkeit eines transparenten Bauteils, wie etwa einer Verglasung. Er setzt sich zusammen aus der direkt durchgelassenen Sonnenstrahlung und der sekundären Wärmeabgabe, die vom Glas nach innen durch Abstrahlung und Konvektion erfolgt. Ein g-Wert von 1 entspricht einem Energiedurchlass (Wärmegewinn) von 100%. Hat ein Glas einen g-Wert von ca. 0,85 oder 85%, bedeutet das, dass 85% der eingestrahlenen Energie in den Raum hinter der Glasscheibe gelangen kann. Der Rest wird reflektiert oder von der Scheibe absorbiert. Bei einer modernen Dreifachverglasung liegt der Wert bei etwa 0,55.“<sup>23</sup>

## Kompaktheit A/V

Das Verhältnis der errechneten wärmeübertragenden Umfassungsfläche bezogen auf das beheizte Gebäudevolumen ist eine Aussage zur Kompaktheit des Gebäudes.

## Gebäudenutzfläche AN

Die Gebäudenutzfläche beschreibt die im beheizten Gebäudevolumen zur Verfügung stehende nutzbare Fläche. Sie wird aus dem beheizten Gebäudevolumen unter Berücksichtigung einer üblichen Raumhöhe im Wohnungsbau abzüglich der von Innen- und Außenbauteilen beanspruchten Fläche aufgrund einer Vorgabe in der Energiesparverordnung (Faktor von 0,32) ermittelt. Sie ist in der Regel größer als die Wohnfläche, da z. B. auch indirekt beheizte Flure und Treppenhäuser einbezogen werden.

## Nutzungsdauer ND

Die Nutzungsdauer umfasst den maximalen Zeitraum, in dem die Anlage oder die Sanierungsmaßnahme für ein Gebäude / einen Gebäudeteil technisch funktionsfähig und damit nutzbar ist.

<sup>22</sup> Drewer, Arnold u. Paschko, Hanne u. Paschko, Kerstin u. Patschke, Markus (2013): Wärmedämmstoffe. Kompass zur Auswahl und Anwendung., Köln, S. 32

<sup>23</sup> Baunetz Wissen (oJ): Gesamtenergiedurchlassgrad g-Wert. <https://www.baunetzwissen.de/glas/fachwissen/sonnenschutz/gesamtenergiedurchlassgrad-g-wert-159244> (30.06.2017)



### **Ersatzkosten EK**

„Die Ersatzkosten enthalten alle Aufwendungen, die nicht der Energieeinsparung dienen und bei einer Sanierung ohnehin angefallen wären. Dazu zählen auch Kosten für andere Ziele (z. B. Schallschutz).

Die Ersatzkosten werden bei der Wirtschaftlichkeitsberechnung von den Investitionskosten abgezogen. Gleichzeitig dienen sie als Bezugsgröße zur Berechnung des Restwertes.“<sup>24</sup>

### **Mehrkosten MK**

„Um die Wirtschaftlichkeit für Energiesparmaßnahmen aufzuzeigen, ist es sinnvoll, nicht die gesamten Investitionskosten auf die eingesparten Brennstoffkosten umzulegen, sondern nur die spezifisch für die Energiesparmaßnahmen aufgewendeten Kosten anzusetzen. Diese Mehrkosten berechnen sich aus der Summe der Investitions- und Restkosten, abzüglich von evtl. Steuerersparnissen und Ersatzkosten.“<sup>24</sup>

### **Wartungskosten WK**

„Die Wartungskosten enthalten alle laufenden jährlichen Kosten für Wartung und Instandhaltung von Anlagen und Sanierungsmaßnahmen an Gebäudeteilen.“<sup>24</sup>

### **Restnutzungsdauer RD**

„Die Restnutzungsdauer berücksichtigt die verbleibende Nutzungsdauer einer Anlage oder einer Sanierungsmaßnahme an einem Gebäudeteil zum Zeitpunkt des Starts einer neuen Sanierungsmaßnahme.“<sup>24</sup>

### **Restwert**

„Der Restwert wird über die Bezugsgröße Ersatzkosten ermittelt.“<sup>24</sup>

### **Erhaltungsaufwand**

„Wenn an einem Gebäude etwas bereits Vorhandenes instand gehalten, instand gesetzt, erneuert oder modernisiert wird, führt das zu Erhaltungsaufwand. Es kommt nicht darauf an, ob die Arbeiten zwingend erforderlich waren.“<sup>25</sup>

„Der Erhaltungsaufwand setzt sich zusammen aus dem Restwert und den Ersatzkosten.“<sup>24</sup>

### **Treibhausgase**

Bei jeder Nutzung von Energieträgern als Brennstoff wird CO<sub>2</sub> freigesetzt. Die dabei entstehende Menge an CO<sub>2</sub> hängt zum einen von der Art, zum anderen von der Menge des verbrannten Brennstoffs ab. So werden z. B. bei der Verwendung von Heizöl je verheiztem Liter Brennstoff etwa 3 kg CO<sub>2</sub> und bei der Erzeugung von Strom in Großkraftwerken für jede beim Endverbraucher entnommene kWh etwa 700 g CO<sub>2</sub> emittiert. Auch regenerative Brennstoffe emittieren bei der Verbrennung CO<sub>2</sub>. Dieses entstammt jedoch einem natürlichen Kreislauf und trägt damit nicht zur Klimaerwärmung bei.

<sup>24</sup> Hottgenroth (oJ): Energieberater (Handbuch), S. 211 f

<sup>25</sup> Wolters Kluwer Deutschland GmbH (oJ): Erhaltungsaufwand. <https://www.steuertipps.de/lexikon/e/erhaltungsaufwand> (01.08.2017)

## 11.2 ENERGIEEINSPARVERORDNUNG ENEV

Im Jahr 2002 wurde die erste Energieeinsparverordnung EnEV in Kraft gesetzt und seither in mehreren Stufen weiterentwickelt. Ein wesentliches Ziel dieser „Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden“ ist es, den Energieverbrauch von Neu- und Altbauten künftig weiter zu reduzieren. Die derzeit gültige Fassung der EnEV 2016 stellt Anforderungen an den Wärmeschutz, an heizungstechnische Anlagen und Warmwasseranlagen sowie den nicht erneuerbaren Anteil des Primärenergiebedarfs von Gebäuden.

## 11.3 BRENNSTOFFDATEN

	Einheit	Heizwert Hi kWh/Einheit	Brennwert Hs kWh/Einheit	Verhältnis Hs/Hi *
Erdgas E	m <sup>3</sup>	10,42	11,57	1,11
Strom	kWh	1,00		

	Einheit	Arbeitspreis Cent/Einheit	Arbeitspreis Cent/kWh	Grundpreis Euro/Jahr
Erdgas E	m <sup>3</sup>	65,2	6,26	182
Strom	kWh	19,2	19,20	50

	Primär- energie- faktor	CO <sub>2</sub> - Emissionen g/kWh	SO <sub>2</sub> - Emissionen g/kWh	NO <sub>x</sub> - Emissionen g/kWh
Erdgas E	1,1	244	0,157	0,200
Strom	1,8	633	1,111	0,583

## 11.4 HINWEIS

Dieser Bericht soll Sie, die Bewohner und Eigentümer der Vogelsiedlung, dabei unterstützen, Möglichkeiten für Energiesparmaßnahmen zu erkennen. Die Umsetzung der Energiesparmaßnahmen erspart wertvolle Rohstoffe, hilft der Umwelt durch die Vermeidung von Schadstoffemissionen und dem Beratungsempfänger, Brennstoffkosten zu reduzieren. Der Komfort und der Wert des Gebäudes können sich erhöhen. Energiesparmaßnahmen sind somit eine gute und sichere Anlage für Ihre Zukunft.

- Dieser Beratungsbericht wurde nach bestem Wissen auf Grundlage der verfügbaren Daten erstellt. Irrtümer sind vorbehalten. Die Durchführung und der Erfolg einzelner Maßnahmen bleiben in der Verantwortung der durchführenden Fachfirmen. Die Kostenangaben basieren auf marktüblichen Vergleichspreisen zum Zeitpunkt der Berichterstellung. Bei künftigen Investitionen sollten immer mehrere Vergleichsangebote eingeholt werden, um den geeignetsten Anbieter zu ermitteln.
- Die Förderungen sind individuell zu planen.



- Dieser Beratungsbericht beinhaltet keinerlei Planungsleistungen, insbesondere im Bereich von energetischen Nachweisen oder Fördergeldanträgen, Kostenermittlungen und Bauphysik. Der Beratungsbericht ist kein Ersatz für eine Ausführungsplanung. Für die Durchführung der empfohlenen Maßnahmen wenden Sie sich bitte an die jeweiligen Fachleute, um eine bauphysikalisch und technisch einwandfreie Konstruktion zu erhalten.
- Die Berechnungen des vorliegenden Berichts basieren auf den Geometriedaten des unsanierten Gebäudes. Für sämtliche energetischen Nachweise sind grundsätzlich die Geometriedaten der Sanierungsplanung zugrunde zu legen.
- Eine Gewähr für die tatsächliche Erreichung der abgeschätzten Energieeinsparung kann nicht übernommen werden, weil nicht erfasste Randbedingungen wie außergewöhnliches Nutzerverhalten, untypische Bauausführung usw. Einflüsse darstellen, die im Rahmen dieser Orientierungshilfe nicht berücksichtigt werden können.
- Der Beratungsbericht ist urheberrechtlich geschützt und alle Rechte bleiben dem Unterzeichner vorbehalten. Der Beratungsbericht ist nur für den Auftraggeber und den Eigentümern und nur für den angegebenen Zweck bestimmt.
- Eine Rechtsverbindlichkeit folgt aus dieser Stellungnahme nicht. Sofern im Falle entgeltlicher Beratungen Ersatzansprüche behauptet werden, beschränkt sich der Ersatz bei jeder Form der Fahrlässigkeit auf das gezahlte Honorar.