



# Quartierskonzept „Vogelsiedlung“ in Bargteheide nach KfW 432

## Mustersanierungskonzept 2

für die Mehrfamilienhäuser im Hasselbusch



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	Bauliche Besonderheiten.....	3
3.1.4	Thermische Gebäudehülle .....	4
3.1.5	Fotographische Darstellung aller Gebäudeaußenflächen .....	5
3.1.6	Baulicher und wärmetechnischer Zustand .....	7
3.2	Wärmebrücken.....	10
3.3	Lüftungsverluste.....	11
3.4	Wärmetechnischen Einstufung der Gebäudehülle.....	11
3.5	Bewertung der Gebäudehülle .....	12
3.6	Beschreibung Anlagentechnik .....	13
3.6.1	Beheizung.....	13
3.6.2	Warmwasserversorgung.....	13
4	Energetische Bewertung IST-Zustand .....	14
4.1	Energiebilanz .....	14
4.2	Bewertung des Gebäudes .....	16
4.3	Vergleich Verbrauch – Bedarf .....	18
4.3.1	Nutzerverhalten .....	18
5	Beschreibung Sanierungsmaßnahmen /-pakete .....	19
5.1	Einzelmaßnahmen .....	21
5.1.1	Austausch Fenster und Türen .....	21
5.1.2	Dämmungen im Kellergeschoss.....	24
5.1.3	Dämmung Außenwand.....	27
5.1.4	Dämmung oberste Geschossdecke .....	30
5.1.5	Tausch Warmwasserbereitung.....	32
5.1.6	Photovoltaik .....	34
5.2	Gesamtpaket 1, 2, 4-6.....	36
6	Zusammenfassung der Ergebnisse.....	39
6.1	Primärenergiebedarf.....	39
6.2	Endenergiebedarf.....	39



6.3	Heizwärmebedarf .....	40
6.4	Spezifischer Transmissionswärmeverlust $H_T$ .....	40
6.5	Schadstoff-Emissionen .....	41
6.5.1	CO <sub>2</sub> -Emissionen .....	41
6.5.2	NO <sub>x</sub> -Emissionen .....	41
6.5.3	SO <sub>2</sub> -Emissionen .....	42
6.6	Kosten/ Wirtschaftlichkeit .....	42
6.6.1	Gesamtinvestitionskosten .....	42
6.6.2	Kosteneinsparung durch die Energiesparmaßnahmen .....	43
6.6.3	Kostengrundlagen .....	43
7	Fazit .....	44
8	Die nächsten Schritte .....	45
9	Sonstiges .....	46
9.1	Barrierereduzierung .....	46
9.1.1	Barrierefreie Wohnung für Rollstuhlnutzer .....	46
9.2	Schallschutz .....	47
9.3	Einbruchschutz .....	49
9.4	Sommerlicher Wärmeschutz .....	51
10	Allgemeines .....	52
10.1	Förderungen .....	52
10.1.1	KfW .....	52
10.1.2	BAFA .....	53
10.1.1	Land Schleswig-Holstein über die IB.SH .....	59
10.2	Lüftungskonzept nach DIN 1946-6 .....	59
10.2.1	Allgemeines .....	59
10.2.2	Hasselbusch – Mehrfamilienhaus .....	61
10.3	Nachrüstpflicht EnEV 2016 .....	61
10.3.1	Heizkessel .....	61
10.3.2	Oberste Geschossdecken .....	61
10.3.3	Heizungs- und Warmwasserleitungen .....	62
10.4	Rechtliche Grundlagen .....	62
11	Glossar .....	63
11.1	Fachbegriffe .....	63
11.2	Energieeinsparverordnung EnEV .....	68
11.3	Brennstoffdaten .....	68
11.4	Hinweis .....	68



### 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 der Fenster und Türen, s. Punkt 5.1.1) oder über eine komplette Sanierung (s. Punkt 5.2) möglich.

Die Sanierungsvorschläge werden unter den jeweiligen Einzelmaßnahmen (s. Punkt 5.1) bzw. Gesamtpaketen (s. Punkt 5.2) 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 das Gebäude Hasselbusch 8a als Grundlage genutzt. Das Gebäude Hasselbusch 8 ist baugleich, die Sanierungsvorschläge können übertragen werden.

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



## 2 BESCHREIBUNG HAUSTYP

---

Die zwei Mehrfamilienwohngebäude sind 1994 erbaut. Sie sind freistehend und bieten jeweils 6 Wohneinheiten. Zwei Voll- und ein ausgebautes Dachgeschoss stellen Wohnraum. Das Gebäude ist voll unterkellert und hat einen nicht ausgebauten, aber begehbaren Spitzboden, welcher als Abstellfläche der zwei Dachgeschosswohnungen mit direktem Zugang dient. Der Zustand der Gebäude ist gut. Es haben keine Sanierungen, lediglich Instandsetzungsmaßnahmen stattgefunden.

Alle Wohnungen haben einen überdachten Balkon, straßenseitig sind öffentliche PKW-Stellplätze vorhanden.

## 3 IST-ANALYSE

### 3.1 OBJEKTDESCHEIBUNG

Ort:	Bargteheide	
Bundesland:	Schleswig-Holstein	
Gebäudetyp:	freistehendes Mehrfamilienhaus	
Baujahr:	1994	
Lage:	freistehend	
Nutzung:	Wohngebäude	
Bauweise	<i>schwere Bauart</i>	
Luftdichtheit:	ohne Dichtheitsprüfung	
Vollgeschosse	2	
Wohneinheiten:	6	
Personenzahl:	6-12	
Beheizbare Wohnfläche	390,60 m <sup>2</sup>	
Beheiztes Gebäudevolumen:	$V_e = 1355,29$	m <sup>3</sup>
Gebäudehüllfläche:	$A = 659,63$	m <sup>2</sup>
Kompaktheit:	$A/V = 0,49$	m <sup>-1</sup>
Energiebezugsfläche:	$A_N = 434$	m <sup>2</sup>
Mittlere Raumhöhe:	$H = 2,45$	m
Luftvolumen:	$V_L = 1030,02$	m <sup>3</sup>
Luftwechsel:	$n = 0,70$	h <sup>-1</sup>

#### 3.1.1 Nutzung

In dem Mehrfamilienwohngebäude erstreckt sich die Wohnraumfläche vom EG über das 1. OG bis zum ausgebauten Dachgeschoss. Oberhalb des Dachgeschosses gibt es einen unbeheizten Spitzbodenbereich mit direktem Zugang von der DG-Wohnung zur Nutzung als Abstellfläche.

Das Kellergeschoss ist unbeheizt und bietet einen Wasch- und Trockenraum, einen Fahrradabstellraum, Mieterabstellbereiche und einen Hausanschlussraum.

#### 3.1.2 Bauweise

Das Gebäude ist in Massivbauweise erstellt und besitzt zwei Vollgeschosse. Es ist voll unterkellert und hat ein Pfettendach mit einer Neigung von 42 °.

#### 3.1.3 Bauliche Besonderheiten

Die auskragenden Balkonplatten sind thermisch getrennt mittels Schöck-Isokörben und werden überdacht durch die weiter hinausgezogenen Gauben der Süd-Westfassade.

### 3.1.4 Thermische Gebäudehülle

Typ	Bauteil	Orientierung	Neigung	Fläche in m <sup>2</sup>	U-Wert in W/m <sup>2</sup> K
DA	DF NO	NO	42	23,05	0,38
DA	DF SW	SW	42	25,38	0,38
DA	Satteldachgaube TH N - Dach	NO	24	1,89	0,38
OG	Oberste Geschossdecke		0	94,92	0,34
TA	Dachluke	N	90	1,44	0,91
WA	AW NO	NO	90	61,14	0,50
WA	AW NW	NW	90	65,43	0,50
WA	AW SO	SO	90	65,43	0,50
WA	AW SW	SW	90	34,92	0,50
WA	Satteldachgaube TH N - Seiten	NO	90	0,08	0,45
WA	Satteldachgauben N - Seiten	NO	90	12,58	0,45
WA	Satteldachgauben SW - Seiten	NO	90	12,58	0,45
FA	Fe NO	NO	90	18,85	3,00
FA	Fe NW	NW	90	9,22	3,00
FA	Fe SO	SO	90	9,22	3,00
FA	Fe SW	SW	90	39,73	3,00
FA	TH Element HE-Tür u. Fe NO	NO	90	15,80	3,00
BE	Bodenplatte TH		0	13,02	0,60
BK	Kellerdecke		0	154,95	0,45

### 3.1.5 Fotografische Darstellung aller Gebäudeaußenflächen



Ansicht Nord-Osten (Eingang) und Ansicht Nord-Westen (Giebel)



Ansicht Süd-Westen mit Balkonen



3

Ansicht Süd-Osten

### 3.1.6 Baulicher und wärmetechnischer Zustand

#### Allgemein

In der Vergangenheit gab es Feuchtigkeitsprobleme im Keller bei dem Gebäude Nr. 8a. Der Estrich war stark durchfeuchtet, daher wurde nach einer TV-Befahrung der Drainageleitung im Jahr 2014 festgestellt, dass unzulässigerweise 90° Bögen und Abzweige verbraucht wurden und außerdem die Schächte und die Pumpe zu tief verbaut sind. Das führt dazu, dass die Drainage unter Wasser stehen muss bevor die Pumpen zu heben beginnen. Der Keller wurde dann mehrmals mit drei Kondensattrocknern getrocknet und Anfang 2015 wurden die notwendigen Arbeiten an den Schächten ausgeführt und die Drainageleitung gereinigt. Mitte 2015 wurden dann auch die Drainagepumpen ausgewechselt. Seither gibt es keine Probleme mehr.

Der übrige Gebäudeteil ist in einem guten Gesamtzustand.

---

<sup>3</sup> Foto: FRANK-Gruppe, C. Lenschow



## **Fenster und Türen**

Die Wohnungs-, Treppenhausfenster und Hauseingangstür stammen aus dem Baujahr 1994. Die Kunststoffrahmen sind mit 2-fach Isolierverglasung gefüllt. Hieraus ergibt sich ein U-Wert von  $3,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Es wurde eine Dachgeschosswohnung begangen, dabei wurde von leichten Zuglufterscheinungen bei den Fenstern berichtet und dieses von der Mieterin selbst durch Dichtbänder behoben. Ein Tischler hat bei der Begehung einer weiteren Wohnung nur geringfügige Probleme festgestellt, die leicht behoben werden können. Diese waren ein zu hoch geklotztes Fenster und damit ein zu geringer Überschlag, das Fehlen der äußeren, unteren Deckleisten und ein schadhaftes Ecklager.

## **Außenwand**

Die Außenwand besteht aus 1 cm Innenputz, einem 17,5 cm Hintermauerwerk durch einen Kalksandstein mit einer Rohdichte von  $1.800 \text{ kg/m}^3$ , MG IIa, im Format 3DF. Darauf folgt eine 6 cm Mineralfaser-Isolierplatte mit einer angenommenen WLG von 0,045, eine Luftschicht von 4,5 cm und abschließend ein 11,5 cm Verblendmauerwerk VMz 20-1.8 – NF, MG IIa, im wilden Verband verbaut und verankert mit Luftschichtankern V4A (DIN 18575). Es ergibt sich ein U-Wert von  $0,50 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Es sind keine Bestands- oder Feuchtigkeitsprobleme ersichtlich gewesen.

## **Dach**

Die Kaldachkonstruktion als Pfettendach, hat eine Neigung von ca.  $42^\circ$  und Satteldachgauben mit einer  $24^\circ$  Neigung.

Der Dachaufbau unterscheidet sich zwischen dem beheizten Bereich (Dachgeschosswohnungen) und dem unbeheizten Bereich (Spitzboden als Abstellraum). Der beheizte Bereich der Dachgeschosswohnungen hat eine 1,25 cm Gipskartonplatte auf Sparschalung, eine angenommene Dampfbremse, 16 cm tiefe Sparren, die mit ca. 12 cm Mineralwolle WLG 045, alu-kaschiert, gefüllt sind, der darüberliegende Zwischensparrenbereich ist belüftet. Die Eindeckung besteht aus Betondachsteinen mit Pappdocken.

Im unbeheizten Bereich entfällt die innere Verkleidung und Dämmung.

Es sind keine Feuchtigkeitsschäden an den Dachflächen ersichtlich gewesen. Siehe dazu auch nachfolgenden Punkt.

## **Oberste Geschossdecke**

Die oberste Geschossdecke trennt die beheizte Dachgeschossfläche von der unbeheizten Abstellfläche des Spitzbodens. Der Aufbau besteht aus einer 1,25 cm Gipskartonplatte, 14 cm Mineralfaser-Dämmung WLG 045 zwischen den Balken und einer 2,2 cm Spanplatte zur Herstellung einer Begehbarkeit.

Die Dämmung der obersten Geschossdecke der Gauben ist bei der Begehung offen ersichtlich gewesen. Diese ist teilweise stark zerplückt, es ist ein deutlicher Uringeruch vorhanden. Ebenfalls berichtete die Mieterin von Kratzgeräuschen aus dem Spitzboden. Es ist wahrscheinlich, dass ein Mader sich Zutritt verschafft hat. Bäume sind in unmittelbarer Nähe des Gebäudes und bieten Möglichkeiten zum Heraufklettern.



Der Zutritt zum Spitzboden erfolgt durch eine Dachluke mit Klappleiter, angenommener U-Wert von  $0,91 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

### **Kellerdecke**

Die Kellerdecke hat eine 16 cm Stahlbetondecke B25, 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.

Die lichte Höhe des Kellergeschosses liegt bei 2,095 m.

### **Bodenplatte Treppenhaus Kellergeschoss**

Für den Kellerboden im Treppenhaus wird eine 25 cm dicke Stahlbetonsohle mit schwimmendem Estrich angenommen, U-Wert:  $0,60 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

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

Die Kellergeschosswände des Treppenhauses zum unbeheizten Bereich bestehen aus 24 cm Kalksandstein mit einer Rohdichte von  $1.800 \text{ kg/m}^3$ . Sie sind weiß angestrichen.

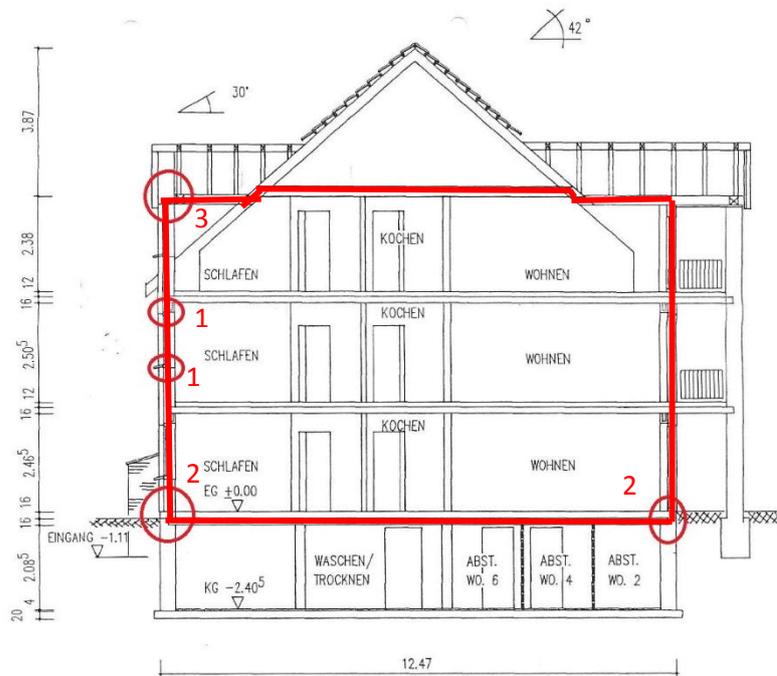
Vom Treppenhaus gelangt man mittels zweier Türen in die Räume des Kellergeschosses. Diese sind als Brandschutztüren ausgeführt. Angenommener, pauschaler U-Wert:  $2,90 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

<sup>4</sup> Foto: FRANK-Gruppe, C. Lenschow

### 3.2 WÄRMEBRÜCKEN

Das Mehrfamilienwohngebäude weist keine großen Wärmebrücken auf. Die Balkone bestehen aus Stahlbetonfertigteilen mit seitlichen Aufkantungen in WU-Sichtbeton. Sie sind thermisch getrennt durch Schöck-Iso-Körbe „Q6“, es gibt also keine auskragende Bodenplatte, die Wärme überträgt.

Bei der Begehung zeigten sich leichte Wärmebrücken, die bei einer möglichen Sanierung berücksichtigt werden sollten. Die Fensterrahmen sind äußerlich nicht überdämmt (1), außerdem stellt der Anschluss Fußpunkt Außenwand – Kellerwand – Kellerdecke (2) eine leichte Wärmebrücke dar, weil die gedämmte Hülle durchbrochen ist. Die Gaubenfront zeigt in den Plänen keine vorhandene Dämmung zwischen Sicht- und Hintermauerwerk, daher stellt der Bauteilanschluss (nichtgedämmte) Gaubenfront an die gedämmte Geschosdecke der Gauben (3) eine Wärmebrücke dar.



SCHNITT

#### Legende

— Thermische Hülle (beheizte Fläche)

### 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.

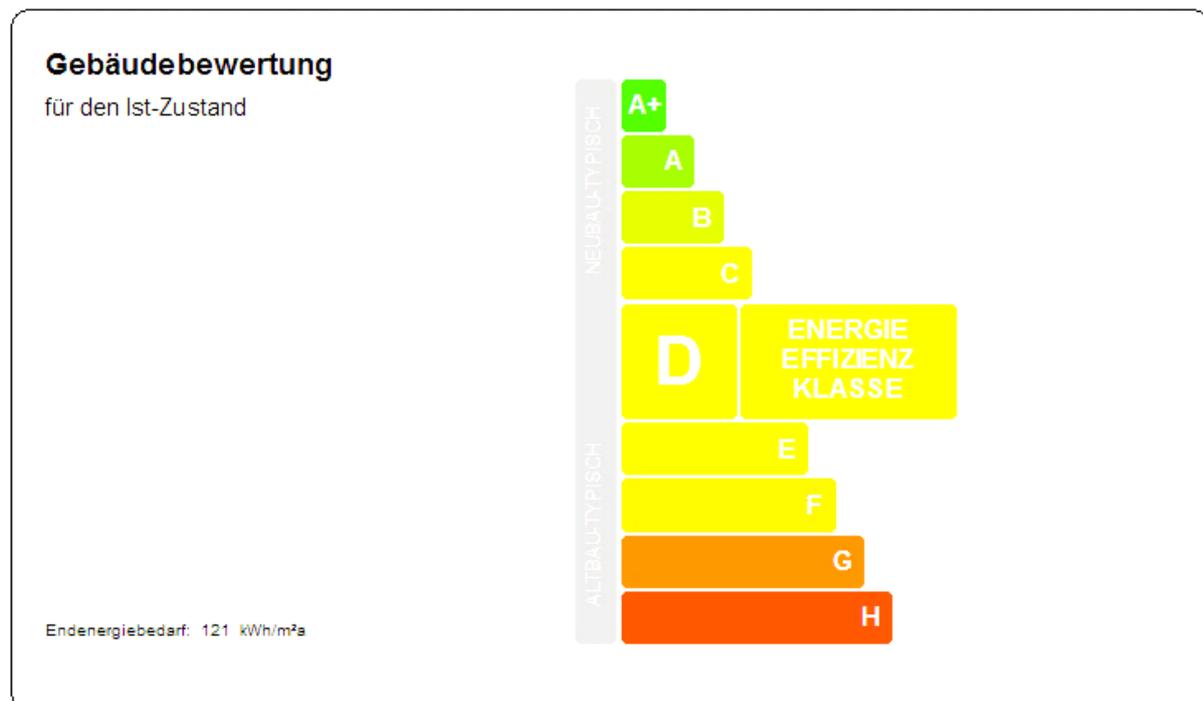
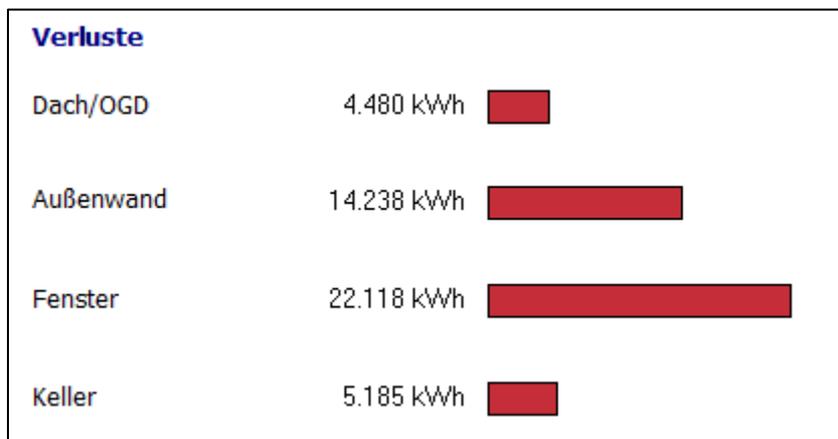
	Typ	Bauteil	Fläche in m <sup>2</sup>	U-Wert in W/m <sup>2</sup> K	U <sub>max</sub> EnEV* in W/m <sup>2</sup> K	U <sub>max</sub> KfW** in W/m <sup>2</sup> K
	DA	DF NO	23,05	0,38	0,24	0,14
	DA	DF SW	25,38	0,38	0,24	0,14
	DA	Satteldachgaube TH N - Dach	1,89	0,38	0,24	0,14
	OG	Oberste Geschosdecke	94,92	0,32	0,24	0,14
	TA	Dachluke	1,44	0,91	1,8	1,3
X	WA	AW NO	61,14	0,50	0,24	0,20
X	WA	AW NW	65,43	0,50	0,24	0,20
X	WA	AW SO	65,43	0,50	0,24	0,20
X	WA	AW SW	34,92	0,50	0,24	0,20
X	WA	Satteldachgaube TH N - Seiten	0,08	0,45	0,24	0,20
X	WA	Satteldachgauben N - Seiten	12,58	0,45	0,24	0,20
X	WA	Satteldachgauben SW - Seiten	12,58	0,45	0,24	0,20
X	WK	KG-Brandschutztüren	3,56	2,90	0,30	0,25
X	WK	KG-Wände gg. unbeheizt	25,88	1,99	0,30	0,25
X	FA	Fe NO	18,85	3,00	1,3	0,95
X	FA	Fe NW	9,22	3,00	1,3	0,95
X	FA	Fe SO	9,22	3,00	1,3	0,95
X	FA	Fe SW	39,73	3,00	1,3	0,95
X	FA	TH Element HE-Tür u. Fe NO	15,80	3,00	1,3	0,95
X	BE	Bodenplatte TH	13,02	0,60	0,30	0,25
	BK	Kellerdecke	154,95	0,45	0,30	0,25

\*) Als U-Wert (früher k-Wert) wird der Wärmedurchgangskoeffizient eines Bauteils bezeichnet. 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. Die Balkonplatten sind bereits thermisch getrennt, die Bodenluke zum Spitzboden ist bereits leicht gedämmt. Der Bauteilanschluss der Kunststoffenster ist allerdings nicht luftdicht und erzeugt damit Zuglufterscheinungen. Mit ihren 23 Jahren liegen die Fenster aktuell noch in einer üblichen Nutzungsdauer von ca. 30 Jahren, ein Austausch sollte aber innerhalb der nächsten 12 Jahre eingeplant werden. Die größten Wärmeverluste der Gebäudehülle verursachen die Fenster, gefolgt von der Außenwand. Dies erklärt sich mit dem großen Flächenanteil als freistehendes Wohngebäude mit vier windausgesetzten Fassaden im Verhältnis zu den übrigen Flächen.



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



## **3.6 BESCHREIBUNG ANLAGENTECHNIK**

### **3.6.1 Beheizung**

Die Beheizung erfolgt durch einen dezentralen Wärmerezeuger. 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: 1994.

Die Anlagenaufwandszahl  $e_p$  (Verhältnis von Aufwand Primärenergie zu erwünschtem Nutzen (Endenergie) des Anlagensystems) liegt bei 1,97. Das bedeutet, dass zur Herstellung der notwendigen Endenergie für die Anlagentechnik zusätzlich 97 % an Primärenergie aufgewandt werden muss. Das ist schlecht und bietet Optimierungsmöglichkeiten zum derzeitigen Zeitpunkt.

### **3.6.2 Warmwasserversorgung**

Die Warmwasserversorgung erfolgt durch ein dezentrales Elektro-System. Die Küche ist mit einem 5-Liter Elektro-Untertischkleinspeicher (Siemens, Baujahr 1994) ausgestattet. Das Bad hingegen hat einen elektrischen Durchlauferhitzer (Siemens, Typ DE 24001, Baujahr 1994).

## 4 ENERGETISCHE BEWERTUNG IST-ZUSTAND

### 4.1 ENERGIEBILANZ

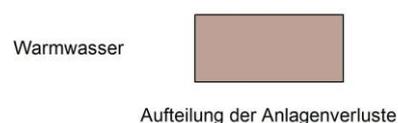
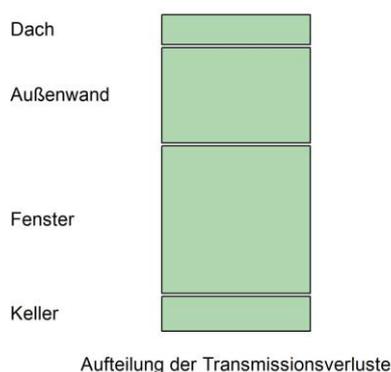
Um ein Gebäude energetisch zu bewerten, muss man den vorhandenen Energieverbrauch beurteilen können. Verbraucht mein Haus viel oder wenig? Durch welche Maßnahmen lässt sich wie viel Energie einsparen?

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.

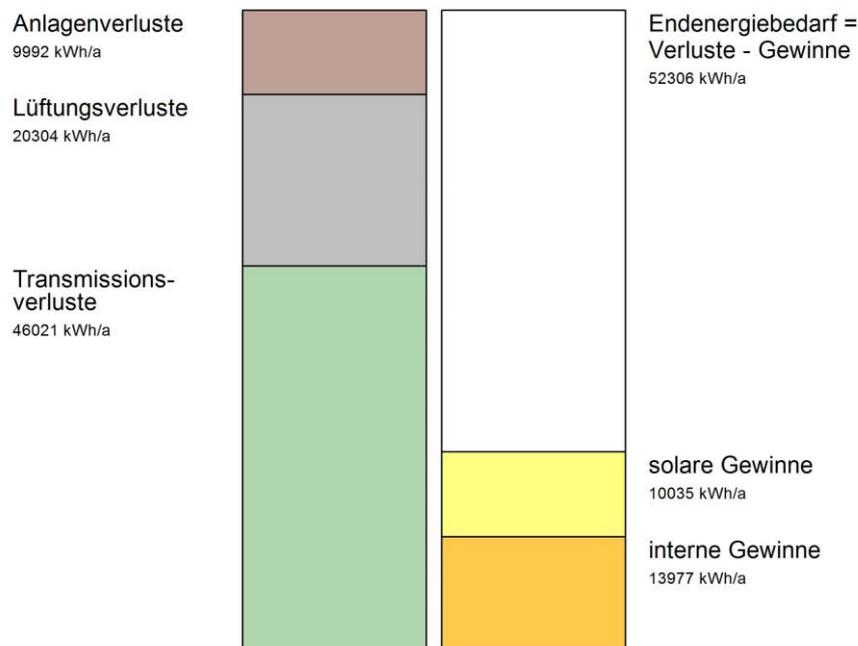
Die detaillierte Berechnung der einzelnen Transmissionswärme- und Anlagenverluste befindet sich im Anhang.

Verluste	jährlich [kWh/a]	anteilig [%]
<b>Transmissionsverluste</b>		
Dach	4480	9,7
Außenwand	14238	30,9
Fenster	22118	48,1
Keller	5185	11,3
Gesamt	<b>46021</b>	<b>100</b>
<b>Lüftungsverluste</b>		
Gesamt	<b>20304</b>	<b>100</b>
<b>Anlagenverluste</b>		
Heizung	-89	-0,9
Warmwasser	10081	100,9
Hilfsenergie	0	0,0
Gesamt	<b>9992</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	46021	60,3
Lüftungsverluste	20304	26,6
Anlagenverluste	9992	13,1
Gesamt	<b>76317</b>	<b>100</b>
<b>Gewinne</b>		
Solare Wärmegewinne	10035	41,8
Interne Wärmegewinne	13977	58,2
Gesamt	<b>24011</b>	<b>100</b>
<b>Endenergiebedarf <math>Q_E</math></b>		
Endenergiebedarf $Q_{WE,E}$ (Wärmeerzeugung)	52306	
Endenergiebedarf $Q_{HE,E}$ (Hilfsenergie)	0	
Gesamt	<b>52300</b>	
<b>Primärenergiebedarf <math>Q_P</math></b>		
	<b>94150</b>	



## 4.2 BEWERTUNG DES GEBÄUDES

Das Gebäude ist in einem guten Gesamtzustand, lediglich kleine Instandhaltungsmängel (Drainage) sind vorhanden. 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 zudem noch einen zu hohen fossilen Anteil.

Die Gesamtbewertung des Gebäudes erfolgt aufgrund des jährlichen Primärenergiebedarfs pro m<sup>2</sup> Nutzfläche – zurzeit beträgt dieser 217 kWh/m<sup>2</sup>a.

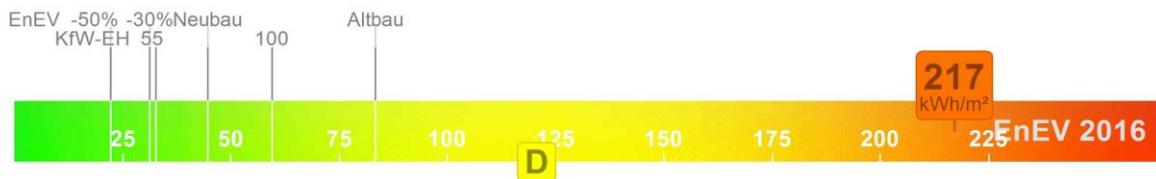
### Gesamtbewertung

Primärenergiebedarf

Endenergiebedarf

Ist-Zustand: 217 kWh/m<sup>2</sup>a

Ist-Zustand: 121 kWh/m<sup>2</sup>a



### Gebäudehülle

Heizwärmebedarf

Ist-Zustand: 98 kWh/m<sup>2</sup>a



### Anlagentechnik

Anlagenverluste

Ist-Zustand: 107 kWh/m<sup>2</sup>a



### Umweltwirkung

CO<sub>2</sub>-Emission

Ist-Zustand: 76 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	Referenzgebäude <sup>1)</sup>	Verhältnis zum Referenzgebäude
<b>Primärenergiebedarf <math>Q_P</math> [kWh/(m<sup>2</sup>a)]</b>	217,09	59,56	364,49 %
<b>Transmissionswärmeverlust <math>H_T</math> [W/(m<sup>2</sup>K)]</b>	0,869	0,433 <sup>2)</sup>	200,69 %
<b>Transmissionswärmeverlust <math>H_T</math> [W/(m<sup>2</sup>K)]</b>	0,869	0,700 <sup>3)</sup>	124,14 %

- 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.

Da das Gebäude dezentral über Strom beheizt wird, rechnen die jeweiligen Stromanbieter direkt mit den einzelnen Mietern ab. Im Rahmen eines Vor-Ort-Termins stellte ein Mieter die Daten zu dem Stromverbrauch für die Heizung für ein Jahr (Mai 2016- Mai 2017) zur Verfügung. Auf dieser Basis wurde ein Verbrauch für das gesamte Gebäude hochgerechnet, der Strom zur Warmwasserbereitung wurde pauschal mit 20 kWh/m<sup>2</sup> Nutzfläche angenommen.

Der Endenergieverbrauch für eine Heizperiode beträgt demnach ca. 42.533 kWh/a. Damit liegt dieser bei 81 % des berechneten Energiebedarfs von 52.306 kWh/a.

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:	13977 kWh pro Jahr,
Warmwasser-Wärmebedarf:	5421 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 teilweise 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 entgegenzuwirken.

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.

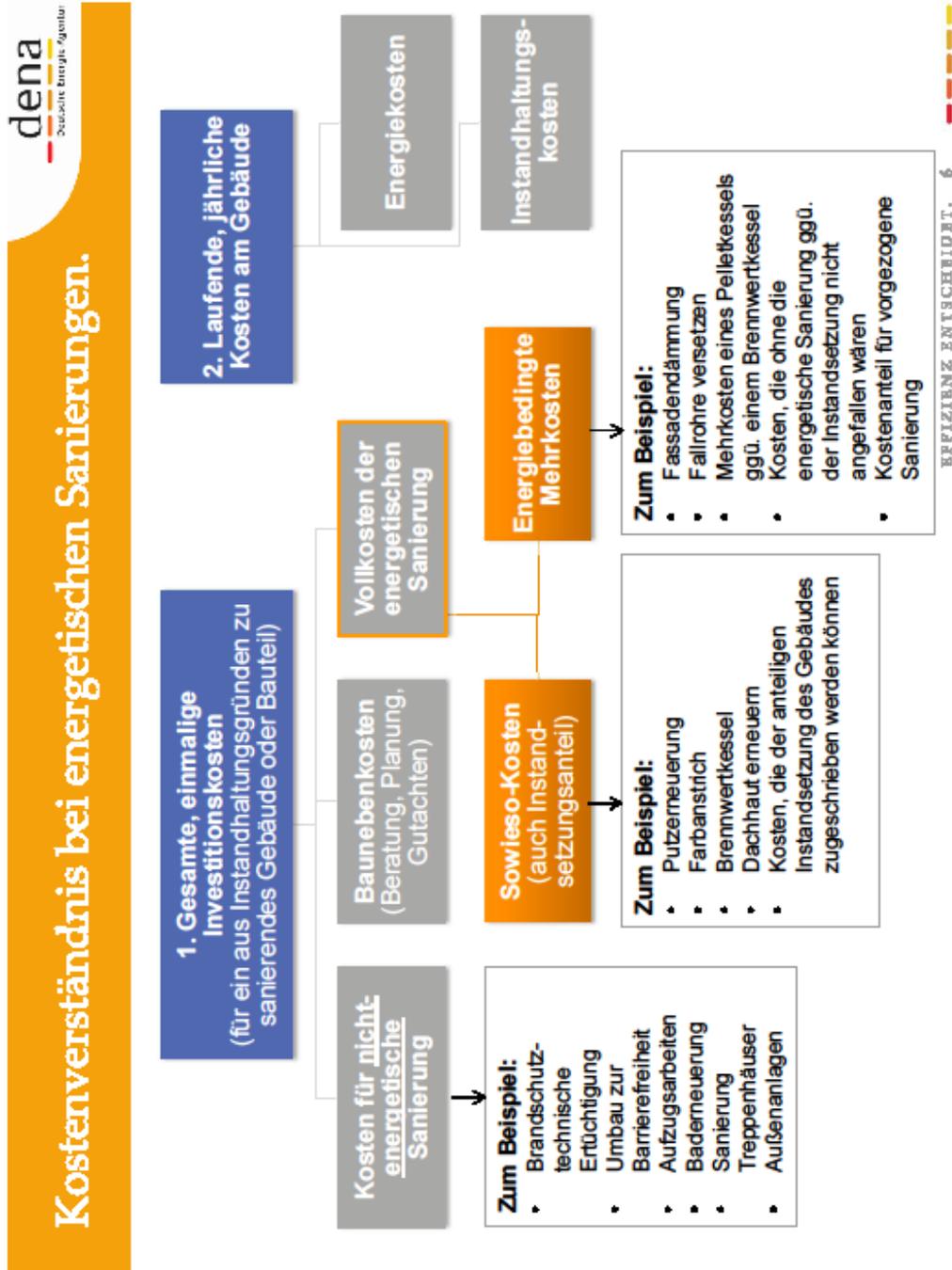
Für eine vollumfängliche Planung ist eine objektbezogene, Kostenschätzung (Leistungsphase 2) oder -berechnung (Leistungsphase 3) der HOAI von einem Architekten notwendig. Bei dieser werden die Kosten der gesamten Bauwerkskosten (energetische als auch Instandhaltungsmaßnahmen), inkl. allgemeinen Ausgaben 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>5</sup> Diese Kosten setzen sich zusammen aus den oben beschriebenen energiebedingten Mehrkosten und einem Restwert, welcher sich aus der Restnutzungsdauer des IST-Bauteils ermittelt.<sup>5</sup> Hiervon werden Förderungen und Ersatzkosten (die notwendigen Instandhaltungskosten nach Ablauf der Restnutzungsdauer des IST-Bauteils) abgezogen.<sup>5</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>5</sup> Hottgenroth (oJ): Energieberater (Handbuch), S. 205 f



<sup>6</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 10 – 15 Jahren 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. Die Verglasung des Treppenhauses kann in diesem Zuge ebenfalls inkl. der Fenster und der Hauseingangstür getauscht werden. Das gesamte Treppenhausfenster- und Türelement sollte einen U-Wert von 0,95 W/m<sup>2</sup>K haben. Die Füllung vor den Stirnseiten der Treppenhauspodeste kann durch geschlossene, wärme gedämmte Paneele ersetzt werden oder durch verspiegeltes Glas.

	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
Treppenhausverglasung inkl. Hauseingangstür	3,00 W/m <sup>2</sup> K	0,95 W/m <sup>2</sup> K	1,30 1,80
Türen zu unbeheizten Räumen	2,90 W/m <sup>2</sup> K	1,30 W/m <sup>2</sup> K	

Die Maßnahmen entsprechen den Vorgaben der KfW (dritte Spalte). Alternativ können auch nur die gesetzlichen Vorgaben der Energieeinsparverordnung eingehalten werden, welche der vierten 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<sup>6</sup>

#### 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 aufbrachte 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.“*<sup>7</sup>)
- U-Wert der Außenwand  $\leq$  des neuen Fensters

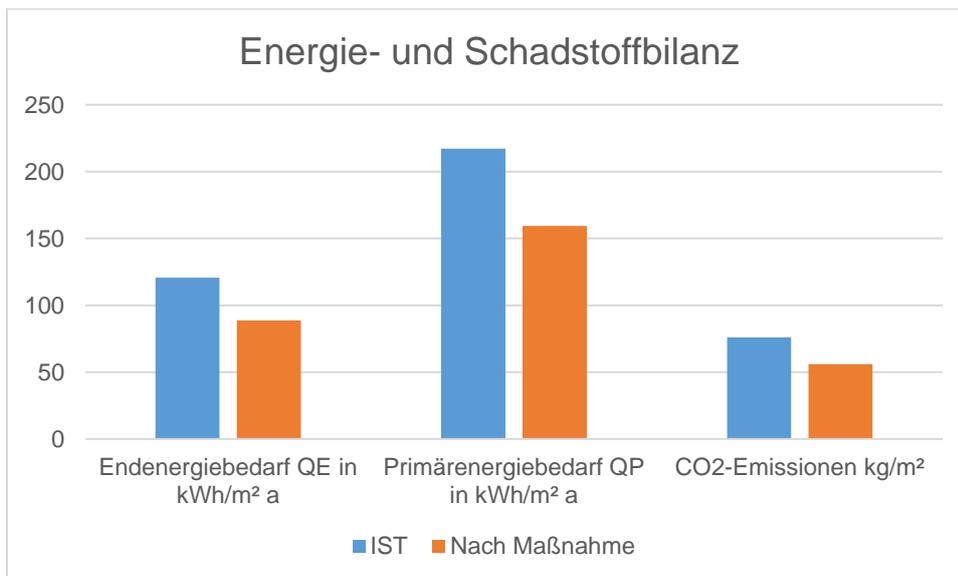
<sup>7</sup> KfW (2016): Anlage zu den Merkblättern. Technische Mindestanforderungen, Stand 04/2016. [https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/Förderprogramme-\(Inlandsförderung\)/PDF-Dokumente/6000003612\\_M\\_151\\_152\\_430\\_Anlage-TMA.pdf](https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/Förderprogramme-(Inlandsförderung)/PDF-Dokumente/6000003612_M_151_152_430_Anlage-TMA.pdf) (17.07.2017), S. 2 ff

KfW Energieeffizient Sanieren – Einzelmaßnahmen einbruchhemmend<sup>8</sup>

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

In dieser Variante reduziert sich der Endenergiebedarf des Gebäudes um 27 % und die Energiekosten um 26 %.

	IST	Nach Maßnahme
Endenergiebedarf QE in kWh/m <sup>2</sup> a	120,6	88,6
Primärenergiebedarf QP in kWh/m <sup>2</sup> a	217,1	159,5
CO <sub>2</sub> -Emissionen kg/m <sup>2</sup>	76	56
Transmissionswärmeverlust H'T in W/m <sup>2</sup> K	0,869	0,589



Wirtschaftlichkeit

In der Gesamtinvestition sind die oben vorgeschlagenen Maßnahmen enthalten. Es ist eine Förderung in Höhe von **3.083 €** abgezogen, welche sich aus dem KfW-Programm 152 – Energieeffizient Sanieren – Einzelmaßnahmen ergibt (0,75 % Zinsen, 7,5 % Tilgungszuschuss der Darlehenssumme).

<sup>8</sup> KfW (2016): Anlage zu den Merkblättern. Technische Mindestanforderungen, Stand 04/2016. [https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/Förderprogramme-\(Inlandsförderung\)/PDF-Dokumente/6000003612\\_M\\_151\\_152\\_430\\_Anlage-TMA.pdf](https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/Förderprogramme-(Inlandsförderung)/PDF-Dokumente/6000003612_M_151_152_430_Anlage-TMA.pdf) (17.07.2017), S. 2 ff



Restnutzungsdauer IST-Zustand Fenster/Treppenhaus-Fenster/ Türen	12 Jahre
Restnutzungsdauer IST-Zustand Brandschutztür KG	27 Jahre

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionen	:	38.018 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben E	:	47.606 EUR

<b>Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen</b>	<b>:</b>	<b>-9.588 EUR</b>
--	----------	-------------------

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

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	-599 EUR/Jahr	-29.950 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 41.743 EUR/Jahr	+ 2.087.150 EUR
	<u>41.144 EUR/Jahr</u>	<u>2.057.200 EUR</u>
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	57.249 EUR/Jahr	2.862.450 EUR
<b>Einsparung</b>	<b>16.105 EUR/Jahr</b>	<b>805.250 EUR</b>

**Die Amortisationsdauer beträgt 11 Jahre.**

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	50,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	10.093 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	7.429 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	0,75 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	6,00 %
Interner Zinsfuß	15,93 %

### 5.1.2 Dämmungen im Kellergeschoss

Die Räume im Kellergeschoss sind als unbeheizt definiert, lediglich das Treppenhaus ist innerhalb der thermischen Gebäudehülle. Es findet somit ein Wärmeaustausch nach unten über die Kellerdecke und über die KG-Treppenhauswände statt. Vorgeschlagen wird die Dämmung der Kellerinnenwände zum Treppenhaus mittels 12 cm Polystyrol-Hartschaumplatte WLG 032 und der Austausch der Kellerzugangstüren durch neue Brandschutztüren mit einem U-Wert von 1,3 W/m<sup>2</sup>K. Die Kellerdecke sollte unterseitig mit 6,0 cm PUR-Hartschaumplatten WLG 024 gedämmt werden. Dadurch wird weiterhin eine lichte Höhe im Keller von > 2,0 m gewährleistet.

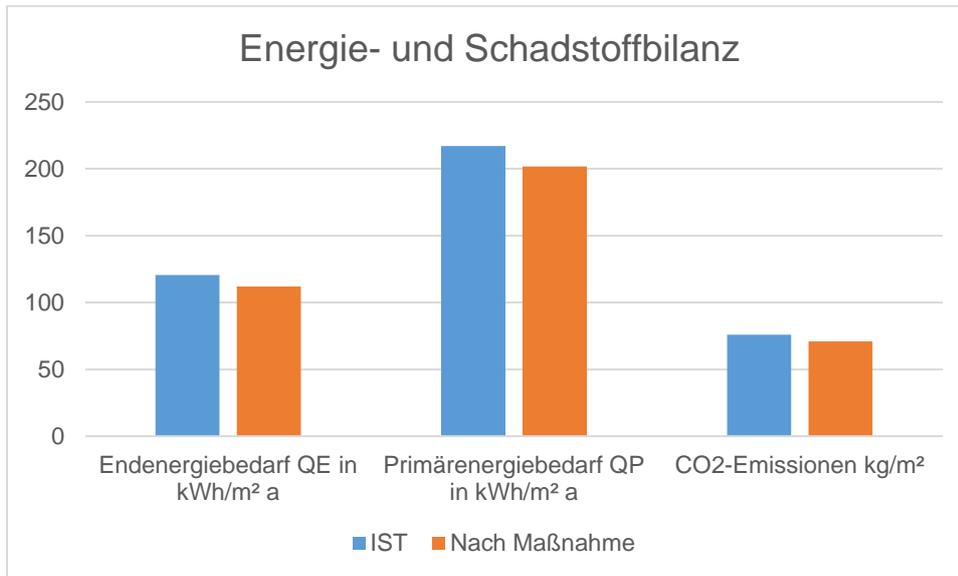
Die Kelleraußenwand ist teilweise durchfeuchtet (s. Punkt 3.1.6).

	IST-Zustand U-Wert	U-Wert nach Maßnahme (Einhaltung Anforderung KfW)	U-Wert Anforderung EnEV
TH-Kellerinnenwand gg. unbeheizt	1,99 W/m <sup>2</sup> K	0,24 W/m <sup>2</sup> K	0,30 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
Türen zu unbeheizten Räumen	2,90 W/m <sup>2</sup> K	1,30 W/m <sup>2</sup> K	

Aus der obigen Liste können Sie erkennen, dass sowohl die gesetzlichen, als auch die KfW-Anforderungen erfüllt werden.

In dieser Variante reduziert sich der Endenergiebedarf und die Energiekosten des Gebäudes um 7 %.

	IST	Nach Maßnahme
Endenergiebedarf QE in kWh/m <sup>2</sup> a	120,6	112,1
Primärenergiebedarf QP in kWh/m <sup>2</sup> a	217,1	201,8
CO <sub>2</sub> -Emissionen kg/m <sup>2</sup>	76	71
Transmissionswärmeverlust H'T in W/m <sup>2</sup> K	0,869	0,795



#### Wirtschaftlichkeit

In der Gesamtinvestition sind die oben vorgeschlagenen Maßnahmen enthalten. Es ist eine Förderung in Höhe von **1.005 €** abgezogen, welche sich aus dem KfW-Programm 152 – Energieeffizient Sanieren – Einzelmaßnahmen ergibt (0,75 % Zinsen, 7,5 % Tilgungszuschuss der Darlehenssumme).

Restnutzungsdauer IST-Zustand Brandschutztür	27 Jahre
--	----------

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionen	:	12.395 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	:	0 EUR

<b>Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen</b>	<b>:</b>	<b>12.395 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	671 EUR/Jahr	33.550 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 53.623 EUR/Jahr	+ 2.681.150 EUR
	<hr/> 54.294 EUR/Jahr	<hr/> 2.714.700 EUR



Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	57.249 EUR/Jahr	2.862.450 EUR
--	-----------------	------------------

<b>Einsparung</b>	<b>2.955 EUR/Jahr</b>	<b>147.750 EUR</b>
-------------------	-----------------------	--------------------

Die Amortisationsdauer beträgt 14 Jahre.

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	50,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	10.093 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	9.386 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	0,75 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	6,00 %
Interner Zinsfuß	9,95 %

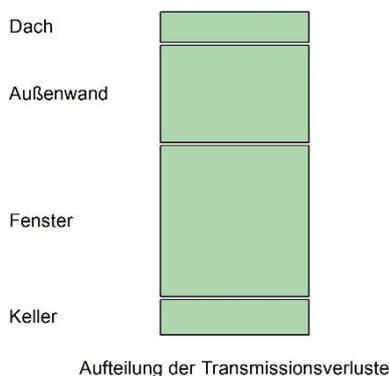
### 5.1.3 Dämmung Außenwand

Der Dämmstandard der Außenwand (inkl. der Gauben Außenwände) liegt im mittleren Bereich. Im Rahmen einer umfassenden Sanierung kann mittels Wärmedämmverbundsystem eine wärmetechnische Verbesserung erzielt werden. Für einen KfW-Standard sind 12 cm Holzweichfaserplatte WLK 042 notwendig, äußere Gestaltung mittels Flachverblendern oder Klinkerriemchen.

Holzweichfaserplatten sind normal entflammbar (B2 [DIN 4102] bzw. D – s1, d0 bis F [DIN EN 13501]) und in Schleswig-Holstein bis zur Gebäudeklasse 3 (s. Landesbauordnung) einsetzbar. Vorteile sind zum einen die schalldämmenden Eigenschaften, zum anderen die guten Eigenschaften zum 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>9</sup>

Alternativ können auch 10 cm Mineralwolle WLK 035 [nicht brennbar] als Material gewählt werden.

Da eine nachträgliche Wärmedämmung den Wandquerschnitt vergrößert muss der Dachüberstand angepasst werden, das bedeutet, Baumaßnahmen Giebelseitig und im unteren Teil des Daches. Unter Umständen müssen auch die Regenrinnen und Fallrohre angepasst werden, dies ist in der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung enthalten. Beachtet werden muss auch eine gleichzeitige Mitdämmung der Gaubenwände (z.B. 12 cm PUR-Hartschaum WLK 024).



	IST-Zustand U-Wert	U-Wert nach Maßnahme (Einhaltung Anforderung KfW)	U-Wert Anforderung EnEV
Außenwand	0,50 W/m <sup>2</sup> K	0,20 W/m <sup>2</sup> K	0,24 W/m <sup>2</sup> K
Gaubenwand	0,45 W/m <sup>2</sup> K	0,19 W/m <sup>2</sup> K	0,24 W/m <sup>2</sup> K

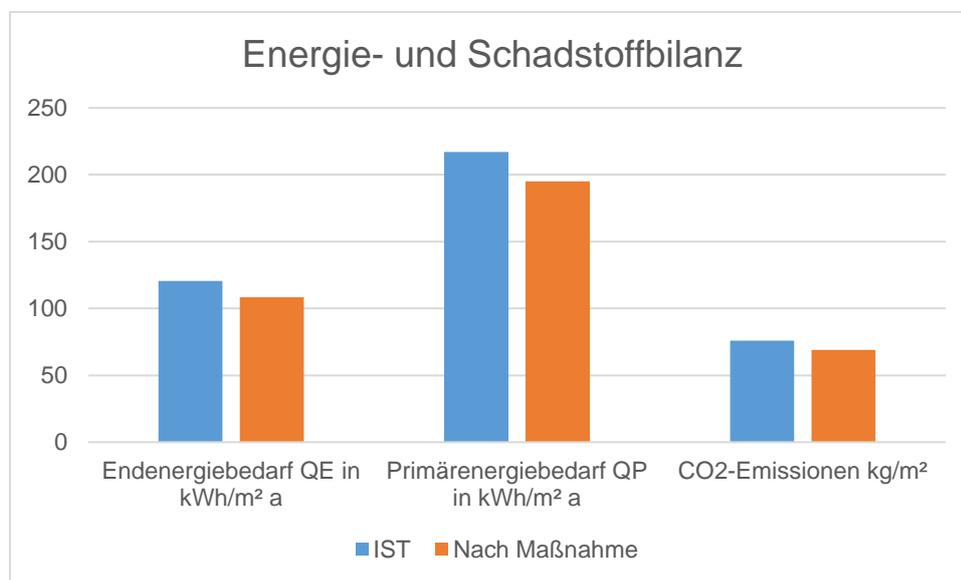
<sup>9</sup> Dorsch, Lutz u. Kaiser, Christian u. Niklasch, Werner u. Schöpgens, Hamlet u. Spritzendorfer, Josef (2014): Marktübersicht Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen. [http://mediathek.fnr.de/media/downloadable/files/samples/b/r/broschuere\\_daemmstoffe-web\\_v02.pdf](http://mediathek.fnr.de/media/downloadable/files/samples/b/r/broschuere_daemmstoffe-web_v02.pdf) (30.06.2017)



Mit diesem Wert wird die aktuelle EnEV eingehalten und die Anforderung der KfW an Einzelmaßnahmen.

In dieser Variante reduziert sich der Endenergiebedarf des Gebäudes und die Energiekosten um 10 %.

	IST	Nach Maßnahme
Endenergiebedarf QE in kWh/m <sup>2</sup> a	120,6	108,4
Primärenergiebedarf QP in kWh/m <sup>2</sup> a	217,1	195,1
CO <sub>2</sub> -Emissionen kg/m <sup>2</sup>	76	69
Transmissionswärmeverlust H'T in W/m <sup>2</sup> K	0,869	0,762



### Wirtschaftlichkeit

In der Gesamtinvestition sind die oben vorgeschlagenen Maßnahmen enthalten. Es ist eine Förderung in Höhe von **7.853 €** abgezogen, welche sich aus dem KfW-Programm 152 – Energieeffizient Sanieren – Einzelmaßnahmen ergibt (0,75 % Zinsen, 7,5 % Tilgungszuschuss der Darlehenssumme, max. 3.750 €/WE).

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionen	:	96.848 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	:	0 EUR

<b>Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen</b>	<b>:</b>	<b>96.848 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	3.617 EUR/Jahr	108.510 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 26.739 EUR/Jahr	+ 802.170 EUR
	<u>30.356 EUR/Jahr</u>	<u>910.680 EUR</u>
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	27.323 EUR/Jahr	819.690 EUR
<b>Einsparung</b>	<b>-3.033 EUR/Jahr</b>	<b>-90.990 EUR</b>

Die Maßnahmen amortisieren sich nicht innerhalb des Betrachtungszeitraumes, da die Außenwand bereits mit 6 cm gedämmt ist.

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	10.093 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	9.074 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	0,75 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	6,00 %
Interner Zinsfuß	- %

### 5.1.4 Dämmung oberste Geschossdecke

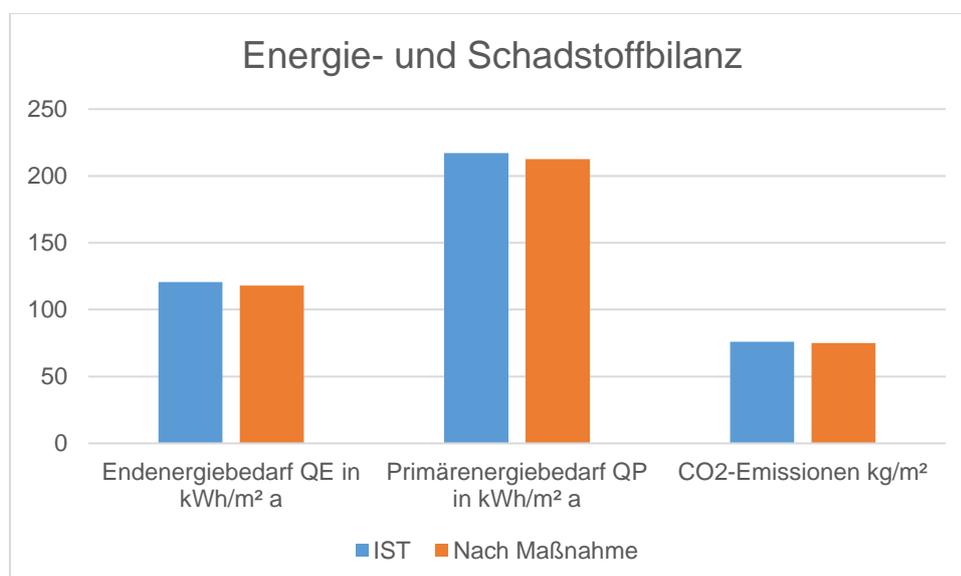
Die oberste Geschossdecke ist bereits gut gedämmt. Trotzdem soll in dieser Variante betrachtet werden, in wie weit eine noch stärkere Dämmung Auswirkungen auf den Energiebedarf hat. Vorgeschlagen werden das Aufbringen von 15 cm Zellulose auf die vorhandenen Spanplatten und die Herstellung einer neuen Begehbarkeit mithilfe einer Tragkonstruktion und ESB-Platten. Zwischen der Oberkante der neuen Dämmung und der Unterkante der ESB-Platte sollten mindestens 4 cm Luft eingeplant werden. In Zuge dieser Maßnahme sollte die Bodenluke gegen eine gedämmte und luftdicht abschließende Bodenluke mit  $U = 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$  getauscht werden.

	IST-Zustand U-Wert	U-Wert nach Maßnahme (Einhaltung Anforderung KfW)	U-Wert Anforderung EnEV
Oberste Geschossdecke	0,32 $\text{W/m}^2\text{K}$	0,14 $\text{W/m}^2\text{K}$	0,24 $\text{W/m}^2\text{K}$

Die Anforderungen der EnEV als auch die für eine KfW-Förderung als Einzelmaßnahme (Prog. 152 oder 430) werden erfüllt.

In dieser Variante reduziert sich der Endenergiebedarf des Gebäudes und die Energiekosten um 2 %.

	IST	Nach Maßnahme
Endenergiebedarf QE in $\text{kWh/m}^2 \text{ a}$	120,6	118,1
Primärenergiebedarf QP in $\text{kWh/m}^2 \text{ a}$	217,1	212,6
CO <sub>2</sub> -Emissionen $\text{kg/m}^2$	76	75
Transmissionswärmeverlust H'T in $\text{W/m}^2\text{K}$	0,869	0,847





### Wirtschaftlichkeit

In der Gesamtinvestition sind die oben vorgeschlagenen Maßnahmen enthalten. Es ist eine Förderung in Höhe von **400 €** abgezogen, welche sich aus dem KfW-Programm 152 – Energieeffizient Sanieren – Einzelmaßnahmen ergibt (0,75 % Zinsen, 7,5 % Tilgungszuschuss der Darlehenssumme).

Restnutzungsdauer IST-Zustand Bodenluke	7 Jahre
---	---------

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionen	:	5.550 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	:	0 EUR

<b>Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen</b>	:	<b>5.550 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	207 EUR/Jahr	6.210 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 26.913 EUR/Jahr	+ 807.390 EUR
	<u>27.120 EUR/Jahr</u>	<u>813.600 EUR</u>
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	27.323 EUR/Jahr	819.690 EUR
<b>Einsparung</b>	<b>203 EUR/Jahr</b>	<b>6.090 EUR</b>

Die Amortisationsdauer beträgt 21 Jahre.

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	10.093 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	9.895 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	0,75 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	6,00 %
Interner Zinsfuß	4,61 %



### 5.1.5 Tausch Warmwasserbereitung

Die elektrischen Durchlauferhitzer und 5-Liter Kleinspeicher sind bereits 23 Jahre alt. Die normale, mittlere Lebensdauer ist mit 15 Jahren bereits überschritten, es wird daher vorgeschlagen, die Geräte gegen Neue zu tauschen. Dies wird als zeitnahe Erhaltungsmaßnahme kalkuliert.

Damit der Durchlauferhitzer effizient arbeitet, ist es wichtig, die Wunschtemperatur am Gerät richtig einzustellen, die Armatur sollte in der Stellung „warm“ geöffnet werden.<sup>10</sup> 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.<sup>10</sup> Dies verursacht hohe Energieverbräuche.<sup>10</sup>

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

Für die Küchenspüle wird ein neuer Kleinspeicher mit 10 Litern (individuelle Überprüfung des vorh. Platzes) empfohlen. Im Zuge der Installation sollten die Steckdosen für die neuen Geräte überprüft werden.

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **3 %**. Die Auswirkungen auf den tatsächlichen Energieverbrauch können aber als höher angenommen werden, aufgrund der oben beschriebenen Nutzerabhängigkeit.

Eine Förderung durch die KfW im Programm Energieeffizient Sanieren ist derzeit nicht möglich.

In dieser Variante reduziert sich der Endenergiebedarf des Gebäudes und die Energiekosten um 3 %.

	IST	Nach Maßnahme
Endenergiebedarf QE in kWh/m <sup>2</sup> a	120,6	116,7
Primärenergiebedarf QP in kWh/m <sup>2</sup> a	217,1	210,1
CO <sub>2</sub> -Emissionen kg/m <sup>2</sup>	76	74

#### Wirtschaftlichkeit

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionen	:	8.600 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	:	8.600 EUR

*Da die übliche, mittlere Nutzungsdauer bereits überschritten ist, stellen die Kosten für o.g. Maßnahme einen kompletten Erhaltungsaufwand dar.*

<sup>10</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)



<b>Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen</b>	:	<b>0 EUR</b>
--	---	--------------

Daraus ergeben sich die folgenden über die Nutzungsdauer von 15,0 Jahren gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	0 EUR/Jahr	0 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 15.898 EUR/Jahr	+ 238.470 EUR
	<u>15.898 EUR/Jahr</u>	<u>238.470 EUR</u>
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	16.424 EUR/Jahr	246.360 EUR
<b>Einsparung</b>	<b>526 EUR/Jahr</b>	<b>7.890 EUR</b>

Die Amortisationsdauer beträgt 1 Jahre.

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	15,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	10.093 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	9.769 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	1,00 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	6,00 %
Interner Zinsfuß	- %



### 5.1.6 Photovoltaik

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

Die Annahmen hierzu<sup>11</sup>:

Stromverbrauch: 52.000 kWh/a

Dachneigung: 45-50°

Ausrichtung Dachfirst Süd-Ost

Belegbare Dachfläche: 45 qm

Installation:

6 kWp Anlage (kWpeak bezieht sich auf die Höchstleistung der Anlage).<sup>11</sup>

Ertrag: 4.500 bis 5.800 kWh/a je nach Schattenbildung durch den Baumbewuchs (750-966 kWh/ kWpa)<sup>11</sup>

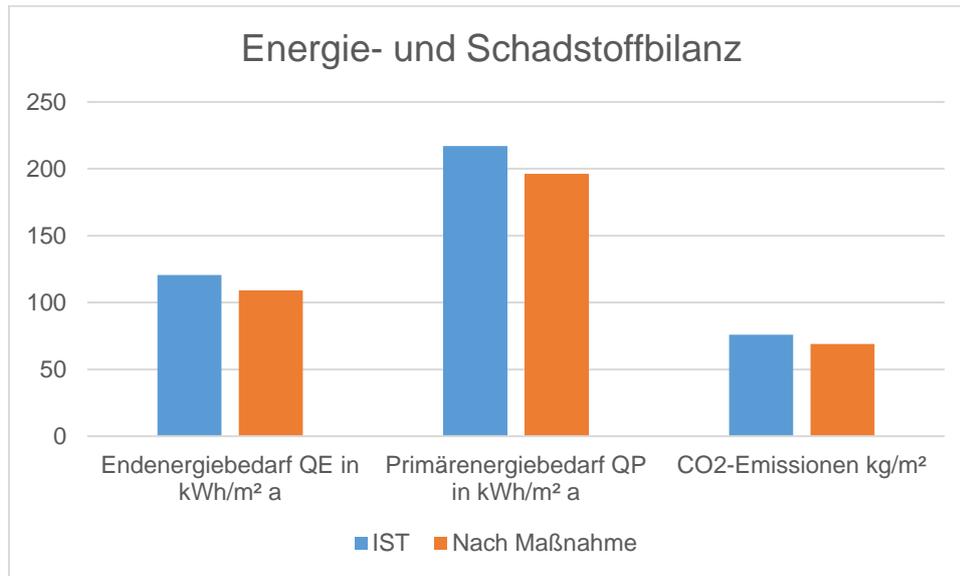
Die PV-Anlage ist ausgelegt auf die Dachflächengröße. Da süd-östlich der Gebäude sehr nah Bäume stehen, würden diese eine Photovoltaikanlage verschatten.

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 eingeschätzt, da der größte Ertrag in den unbeheizten Sommermonaten erwirtschaftet wird.

In dieser Variante reduziert sich der Endenergiebedarf des Gebäudes und die Energiekosten um 10 %.

	IST	Nach Maßnahme
Endenergiebedarf QE in kWh/m <sup>2</sup> a	120,6	109,1
Primärenergiebedarf QP in kWh/m <sup>2</sup> a	217,1	196,3
CO <sub>2</sub> -Emissionen kg/m <sup>2</sup>	76	69

<sup>11</sup> Frye, Stefan (Abraham & Rathjens Haustechnik GmbH), (2017): Photovoltaikberechnung Hasselbusch



Eine Förderung ist u.a. möglich im KfW-Programm 270 durch ein Darlehen. Die Konditionen hängen von der Bonitätsprüfung nutzerbezogen ab. Eine Einspeisevergütung für selbst verbrauchten Strom gibt es nicht mehr. Für die Einspeisung von Strom liegt die Vergütung ab dem 01.10.17 bei 12,20 Cent/ kWh<sup>12</sup> (monatlich wechselnd und sinkend).

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. 13.800 Euro geschätzt.

### Mögliche Betreibervarianten

- Contracting
- Mieterstrommodell

Hierzu finden sich nähere Informationen in dem zugehörigen Endbericht.

<sup>12</sup> Bundesnetzagentur (2017): Degressions- und Vergütungssätze August bis Oktober 2017, [https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen\\_Institutionen/ErneuerbareEnergien/Photovoltaik/DatenMeldgn\\_EEG-VergSaetze/DatenMeldgn\\_EEG-VergSaetze\\_node.html](https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/ErneuerbareEnergien/Photovoltaik/DatenMeldgn_EEG-VergSaetze/DatenMeldgn_EEG-VergSaetze_node.html) (01.08.2017)

## 5.2 GESAMTPAKET 1, 2, 4-6

In dieser Variante wird eine Gesamtsanierung vorgeschlagen mit sinnvollen Einzelmaßnahmen des Punktes 5.1. (ohne die Dämmung der Außenwand durch WDVS); diese umfassen:

- Neue Kunststofffenster mit 3-fach-Wärmeschutzverglasung und einem U-Wert von 0,95 W/m<sup>2</sup>K
- Neues Treppenhausfenster inkl. Türelement mit einem U-Wert von 0,95 W/m<sup>2</sup>K, Füllungen vor den Stirnseiten der Treppenhauspodeste durch geschlossene, wärme gedämmte Paneele oder verspiegeltes Glas
- Dämmung der Kellerinnenwände zum Treppenhaus mittels 12 cm Polystyrol-Hartschaumplatte WLG 032
- Austausch der Kellerzugangstüren im Treppenhaus durch neue Brandschutztüren mit einem U-Wert von 1,3 W/m<sup>2</sup>K
- Unterseitige Dämmung der Kellerdecke mit 6,0 cm PUR-Hartschaumplatten WLG 024
- Aufbringen von 15 cm Zellulose auf die oberste Geschossdecke, Herstellung einer neuen Begehbarkeit mithilfe einer Tragkonstruktion und ESB-Platten
- Austausch der Bodenluken gegen Gedämmte mit U= 0,7 W/m<sup>2</sup>K
- Einbau von neuen elektronisch geregelten Durchlauferhitzern, bei denen gradgenau die Wunschtemperatur eingestellt werden kann
- Einbau von neuen Kleinspeichern mit 10 Litern (individuelle Überprüfung des vorh. Platzes)
- Installation einer 6 kWp Anlage auf der Dachfläche zur Selbstnutzung des Stromes im Gebäude
- Gründliche Nutzereinweisung zur Fußbodenheizung bei einem Mieterwechsel. Da die Heizmatten im Estrich verlegt sind, findet die Wärmeabgabe verzögert statt (lt. Aussage der Mieter ca. 6 Stunden). Durch vorrausschauende Regulierung der Heizung wird das Auskühlen der Räume verhindert.

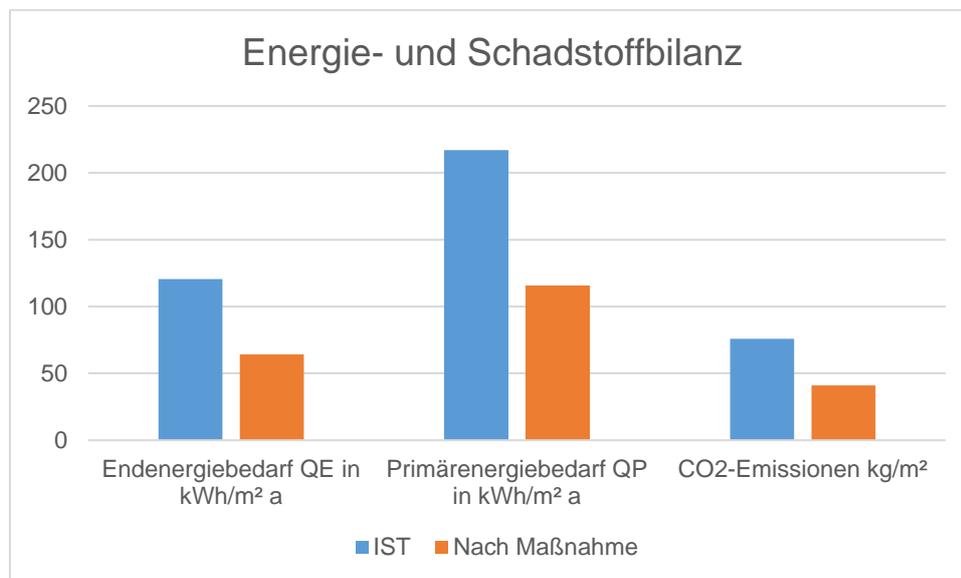
Berücksichtigt werden muss das notwendige Rückschneiden der Baumkronen.

	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
Treppenhausverglasung inkl. Hauseingangstür	3,00 W/m <sup>2</sup> K	0,95 W/m <sup>2</sup> K	1,30
Türen zu unbeheizten Räumen	2,90 W/m <sup>2</sup> K	1,30 W/m <sup>2</sup> K	
TH-Kellerinnenwand gg. unbeheizt	1,99 W/m <sup>2</sup> K	0,24 W/m <sup>2</sup> K	0,30 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
Oberste Geschossdecke	0,32 W/m <sup>2</sup> K	0,14 W/m <sup>2</sup> K	0,24 W/m <sup>2</sup> K



In dieser Variante reduziert sich der Endenergiebedarf des Gebäudes um 47 % und die Energiekosten um 46 %.

	IST	Nach Maßnahme
Endenergiebedarf QE in kWh/m <sup>2</sup> a	120,6	64,3
Primärenergiebedarf QP in kWh/m <sup>2</sup> a	217,1	115,7
CO <sub>2</sub> -Emissionen kg/m <sup>2</sup>	76	41
Transmissionswärmeverlust H'T in W/m <sup>2</sup> K	0,869	0,498



### Förderungen

Eine Sanierung zum KfW-Effizienzhaus ist nur unter erschwertem Aufwand möglich, da es notwendig wäre die Brennstoffart inkl. der vorhandenen Verteilung und Übergabe zur Beheizung zu ändern. Dies wird derzeit nicht als wirtschaftlich angesehen.

### Wirtschaftlichkeit

In der Gesamtinvestition sind die oben vorgeschlagenen Maßnahmen enthalten. Es ist eine Förderung in Höhe von **4.358 €** abgezogen, welche sich aus dem KfW-Programm 152 – Energieeffizient Sanieren – Einzelmaßnahmen ergibt (0,75 % Zinsen, 7,5 % Tilgungszuschuss der Darlehenssumme, max. 3.750 €/WE).

Restnutzungsdauer IST-Zustand Fenster, TH-Fenster, Hauseingangstür	12 Jahre
Restnutzungsdauer IST-Zustand Brandschutztür	27 Jahre
Restnutzungsdauer IST-Zustand Bodenluke	7 Jahre

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionen	:	76.142 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	:	56.206 EUR



<b>Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen</b>	<b>:</b>	<b>19.936 EUR</b>
--	----------	-------------------

Daraus ergeben sich die folgenden über die Nutzungsdauer von 36,0 Jahren gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	1.520 EUR/Jahr	54.720 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 19.997 EUR/Jahr	+ 719.892 EUR
	<u>21.517 EUR/Jahr</u>	<u>774.612 EUR</u>
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	33.863 EUR/Jahr	1.219.068 EUR

<b>Einsparung</b>	<b>12.346 EUR/Jahr</b>	<b>444.456 EUR</b>
-------------------	------------------------	--------------------

Die Amortisationsdauer beträgt 12 Jahre.

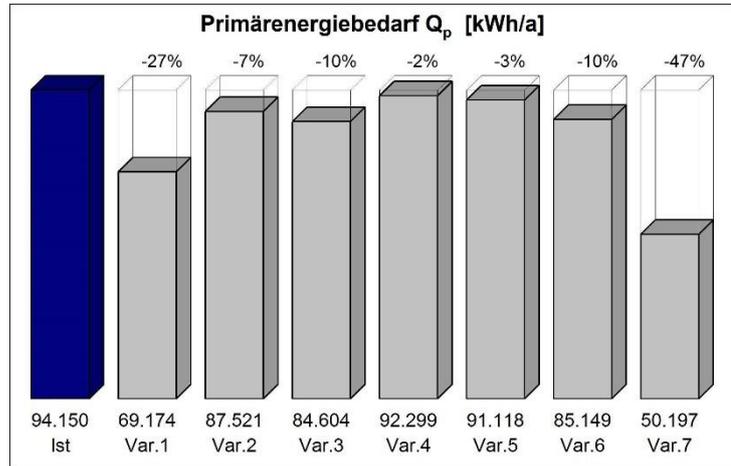
Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	36,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	10.093 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	5.404 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	0,75 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	6,00 %
Interner Zinsfuß	12,42 %

## 6 ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE

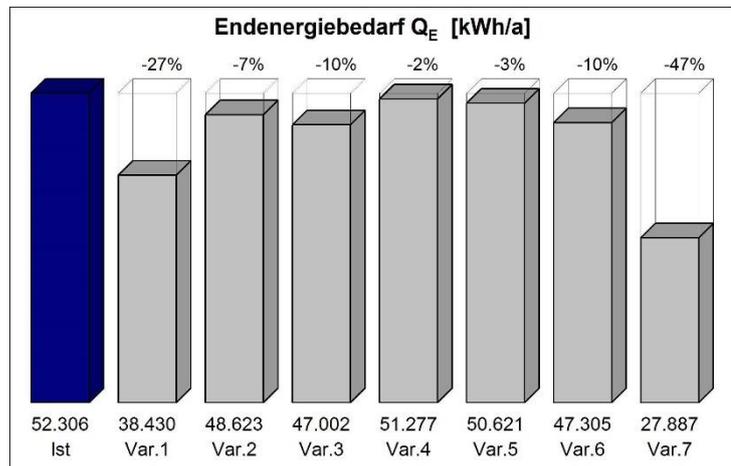
### 6.1 PRIMÄRENERGIEBEDARF

- Ist-Zustand
- Var.1 - Fenster, Türen KfW
- Var.2 - Dämmungen im Kellergeschoss
- Var.3 - Dämmung Außenwand
- Var.4 - Oberste Geschossdecke
- Var.5 - Warmwasser
- Var.6 - Photovoltaik
- Var.7 - Gesamtpaket 1,2,4-6



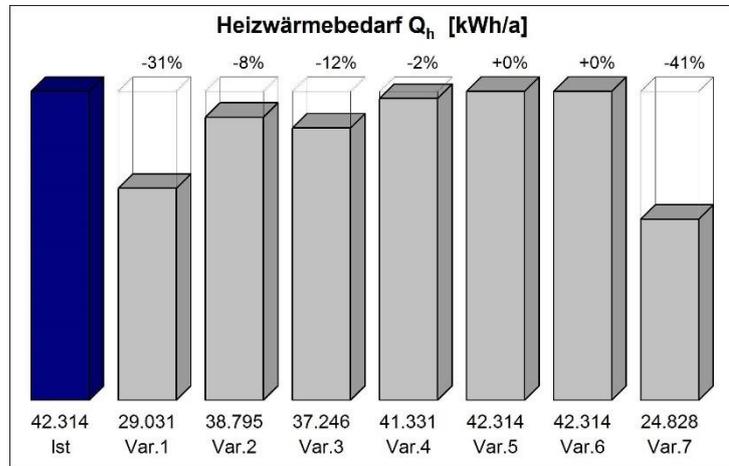
### 6.2 ENDENERGIEBEDARF

- Ist-Zustand
- Var.1 - Fenster, Türen KfW
- Var.2 - Dämmungen im Kellergeschoss
- Var.3 - Dämmung Außenwand
- Var.4 - Oberste Geschossdecke
- Var.5 - Warmwasser
- Var.6 - Photovoltaik
- Var.7 - Gesamtpaket 1,2,4-6



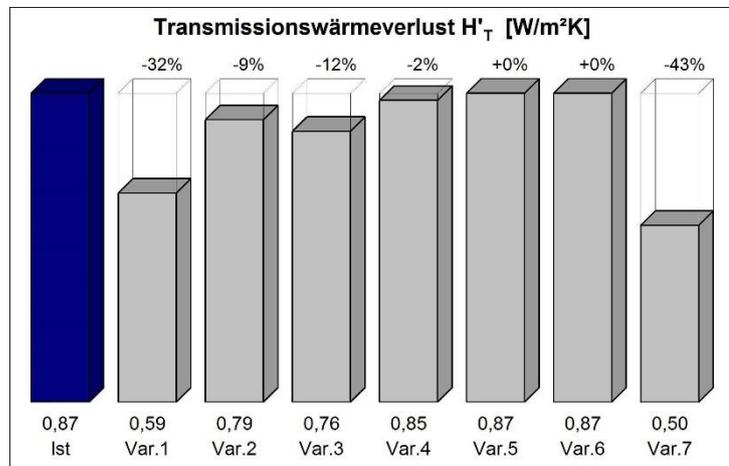
### 6.3 HEIZWÄRMEBEDARF

- Ist-Zustand
- Var.1 - Fenster, Türen KfW
- Var.2 - Dämmungen im Kellergeschoss
- Var.3 - Dämmung Außenwand
- Var.4 - Oberste Geschossdecke
- Var.5 - Warmwasser
- Var.6 - Photovoltaik
- Var.7 - Gesamtpaket 1,2,4-6



### 6.4 SPEZIFISCHER TRANSMISSIONSWÄRMEVERLUST $H'_T$

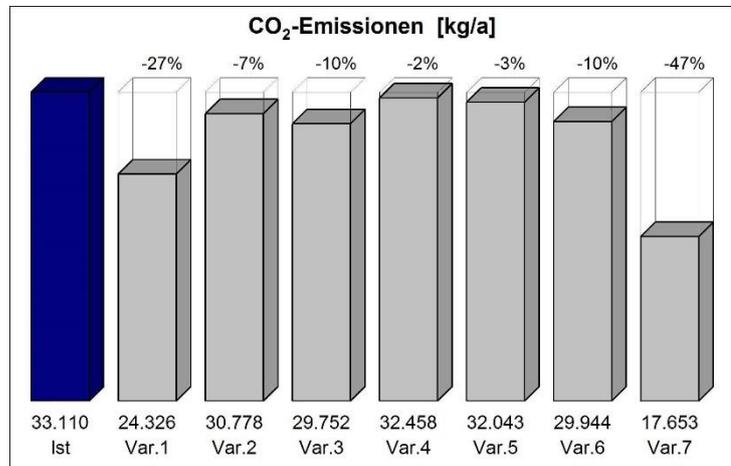
- Ist-Zustand
- Var.1 - Fenster, Türen KfW
- Var.2 - Dämmungen im Kellergeschoss
- Var.3 - Dämmung Außenwand
- Var.4 - Oberste Geschossdecke
- Var.5 - Warmwasser
- Var.6 - Photovoltaik
- Var.7 - Gesamtpaket 1,2,4-6



## 6.5 SCHADSTOFF-EMISSIONEN

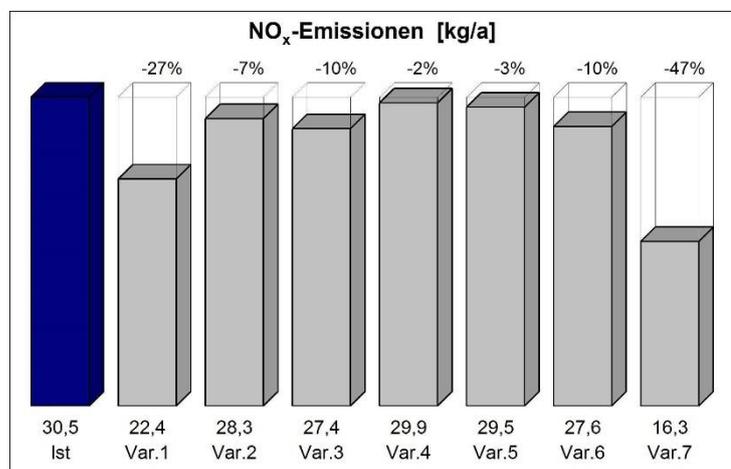
### 6.5.1 CO<sub>2</sub>-Emissionen

- Ist-Zustand
- Var.1 - Fenster, Türen KfW
- Var.2 - Dämmungen im Kellergeschoss
- Var.3 - Dämmung Außenwand
- Var.4 - Oberste Geschossdecke
- Var.5 - Warmwasser
- Var.6 - Photovoltaik
- Var.7 - Gesamtpaket 1,2,4-6



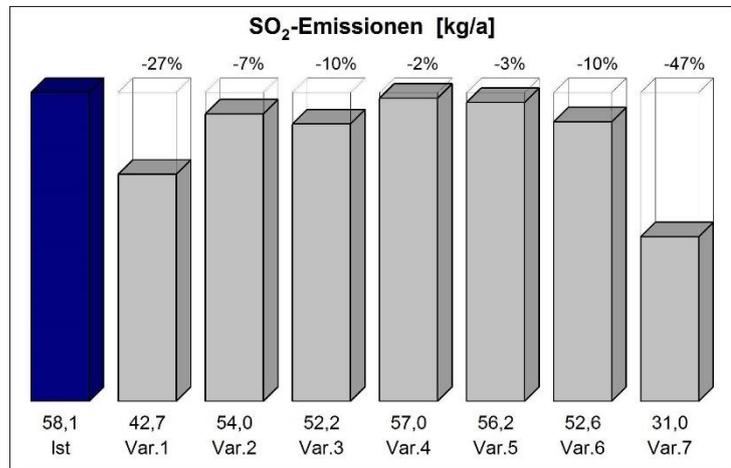
### 6.5.2 NO<sub>x</sub>-Emissionen

- Ist-Zustand
- Var.1 - Fenster, Türen KfW
- Var.2 - Dämmungen im Kellergeschoss
- Var.3 - Dämmung Außenwand
- Var.4 - Oberste Geschossdecke
- Var.5 - Warmwasser
- Var.6 - Photovoltaik
- Var.7 - Gesamtpaket 1,2,4-6



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

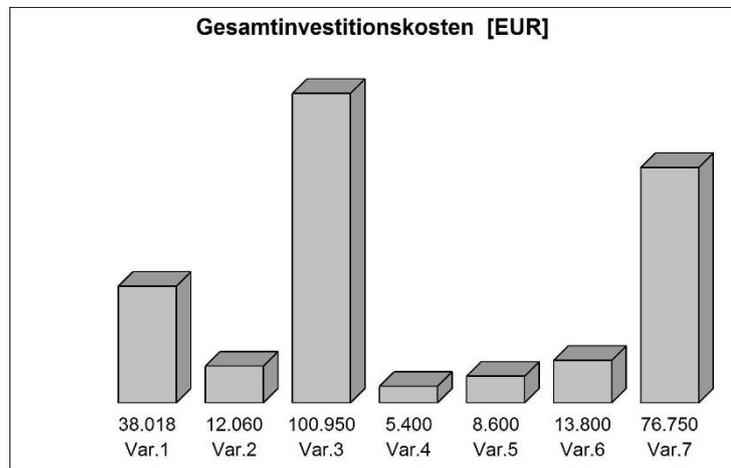
- Ist-Zustand
- Var.1 - Fenster, Türen KfW
- Var.2 - Dämmungen im Kellergeschoss
- Var.3 - Dämmung Außenwand
- Var.4 - Oberste Geschossdecke
- Var.5 - Warmwasser
- Var.6 - Photovoltaik
- Var.7 - Gesamtpaket 1,2,4-6



## 6.6 KOSTEN/ WIRTSCHAFTLICHKEIT

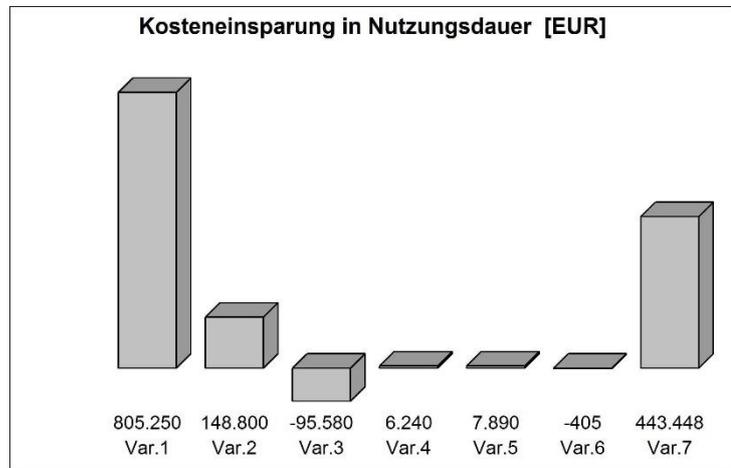
### 6.6.1 Gesamtinvestitionskosten

- Var.1 - Fenster, Türen KfW
- Var.2 - Dämmungen im Kellergeschoss
- Var.3 - Dämmung Außenwand
- Var.4 - Oberste Geschossdecke
- Var.5 - Warmwasser
- Var.6 - Photovoltaik
- Var.7 - Gesamtpaket 1,2,4-6



## 6.6.2 Kosteneinsparung durch die Energiesparmaßnahmen

- Var.1 - Fenster, Türen KfW
- Var.2 - Dämmungen im Kellergeschoss
- Var.3 - Dämmung Außenwand
- Var.4 - Oberste Geschossdecke
- Var.5 - Warmwasser
- Var.6 - Photovoltaik
- Var.7 - Gesamtpaket 1,2,4-6



## 6.6.3 Kostengrundlagen

Den Wirtschaftlichkeitsberechnungen wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Kalkulationszinssatz	1,00% bzw. bei KfW-Förderung im Prog. 152 = 0,75%
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. Eine der wirtschaftlichsten Maßnahmen ist der Austausch der Durchlauferhitzer und Kleinspeicher zur Warmwasserbereitung gegen Neue, da der Austausch eine notwendige Instandhaltungsmaßnahme ist und vermutlich höhere Einsparungen als rechnerisch kalkuliert ermöglicht.
2. Die Nutzer sollten über den richtigen Gebrauch der Durchlauferhitzer und der Fußboden-Speicherheizung informiert werden. Dieses ist nicht nur schriftlich, sondern auch persönlich durch z.B. den Hausmeister bei Wohnungsübergaben zu empfehlen. Hierdurch können sowohl Energieeinspareffekte erzielt werden, als auch eine höhere Behaglichkeit in den Räumen durch ausreichende Temperaturen. Es ist ein Einsparpotential von schätzungsweise 5-10 % möglich.
3. Der Austausch sämtlicher Fenster und Türen zu Wohnräumen und dem Treppenhaus wird innerhalb der nächsten 10-15 Jahre notwendig. Da die Außenwand bereits 6 cm im Bestand gedämmt ist, können gut gedämmte Fenster mit Werten von 0,95 W/m<sup>2</sup>K oder besser eingebaut und damit gleichzeitig zur Instandhaltung Energie eingespart werden.
4. Aufgrund der Bestandssituation zur Beheizung der Wohnräume über Elektro-Fußbodenheizung ist ein einfacher Austausch und/ oder Ergänzung der Brennstoffart nicht ohne weiteres möglich. Sinnvoll ist daher die Erhöhung des regenerativen Stromanteils durch Installation einer Photovoltaikanlage auf der Dachfläche. Da für die Restnutzungsdauer der Dachfläche noch 27 Jahre kalkuliert wird, ist ausreichend Zeit für eine Amortisation der Investitionskosten möglich.
5. Sehr einfach und schnell umsetzbar sind die Dämmung von kellerberührten Bauteilen, wie die Kellerdecke, die Innenwände zum Treppenhaus und die Kellerzugangstüren, als auch die Dämmung der obersten Geschossdecke. Diese Maßnahmen amortisieren sich innerhalb ihrer Nutzungsdauer.
6. Eine Bündelung der zuvor erwähnten Maßnahmen als Gesamtanierung zeigt sich als sinnvoll, da eine kurze Amortisationszeit nötig ist und die Allgemeinkosten wie z.B. Gerüst, Malerarbeiten, Planungshonorare, etc. nur einmal anfallen.
7. Die zusätzliche Dämmung der Außenwände mittels Wärmedämmverbundsystem amortisiert sich nicht, da der Einspareffekt durch die guten Bestandswände gering und die Investitionskosten hoch sind. Zudem sind in der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung nur die energetischen Kosten berücksichtigt. Zusätzlich wäre die Dämmung der Gaubenwangen aus ästhetischen und selbstverständlich energetischen Gründen zu empfehlen, die Vergrößerung der Dachüberstände und der Versatz der Regenrinnen und -rohre nötig.
8. Abschließen eines Wartungsvertrages für die Drainage.



## 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

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

## 9 SONSTIGES

---

### 9.1 BARRIEREREDUZIERUNG

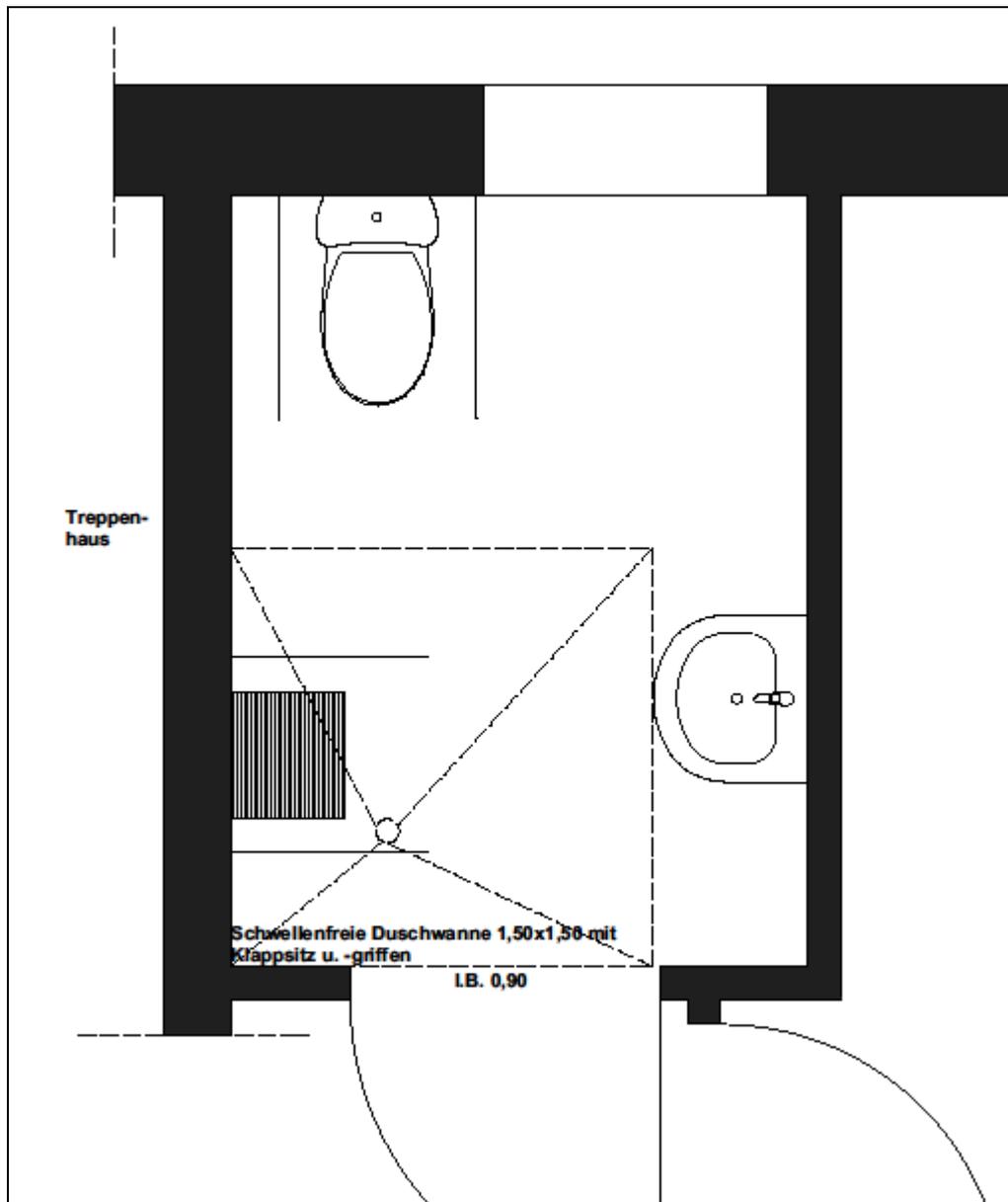
Eine barrierefreie Erschließung aller Wohnungen über das Treppenhaus wäre nur über Treppenlifte möglich. Es können aber Maßnahmen zur Reduzierung der Barrieren getroffen werden für die Nutzung von Nicht-Rollstuhlnutzern, dies können z.B. gehbehinderte, ältere und gebrechliche, sehbehinderte oder blinde, hörgeschädigte oder gehörlose Personen sein. Sinnvoll kann sein:

- Beidseitige, kontrastreiche Handläufe im Treppenhaus
- Kein Überstand des Treppenauftritts im Treppenhaus
- Kontrastmarkierung der Stufenkanten
- Verbreiterung der Türen mit im lichten Maß min. 80 cm, 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

#### 9.1.1 Barrierefreie Wohnung für Rollstuhlnutzer

Eine barrierefreie Erschließung des Gebäudes für Rollstuhlfahrer ist für die Erdgeschosswohnungen möglich. Diese können über die Terrasse einen rollstuhlgerechten Eingang erhalten. Dazu ist die Herstellung eines entsprechenden Weges zu den Terrassen notwendig (Abzweigung von Hauseingang Nr. 8), teilweise Absenken der Bordsteinkanten, der Austausch der Terrassentür gegen ein Türelement mit einer lichten Breite von min. 90 cm mit schwellenlosem Zutritt und das Anbringen eines Einzelbriefkastens. Ebenfalls sollten in diesem Zuge die Innentüren auf diese Breite vergrößert und schwellenlos gestaltet werden. Vorgeschlagene Maßnahmen:

- Schwellenfreier Duschplatz 1,50 x 1,50 m mit Klappsitz u. -griffen
- Toilette mit Sitzhöhe von 46-48 cm mit Klappbügel
- Waschtisch flach und unterfahrbar, Höhe ca. 70-80 cm
- Freifläche von 1,50 x 1,50 m vor jedem Objekt
- Nach außen öffnende Tür, die im Lichten 90 cm breit ist, abschließbar, aber im Notfall von außen offenbar
- Höhe der Arbeitsplatte und Geräte in der Küche zwischen 85 und 95 cm, Herd, Arbeitsplatte und Spüle Beinfrei herstellen



Skizze zur Badsanierung, rollstuhlgerecht, 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 Schalldämmung um 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 für das Mehrfamiliengebäude gewünscht, sollte die Klasse 3 gewählt werden.

Berücksichtigt werden sollte, dass das Anbringen von Rollläden nicht automatisch eine Verbesserung der Schalldämmung bedeutet, sondern ohne genaue Planung oft 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

13

<sup>13</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.

14

## 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>14</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 unseren beiden Mehrfamilienwohngebäuden, die baugleich sind und dieselbe Ausrichtung haben, sind keine zusätzlichen Maßnahmen notwendig um eine Überhitzung zu vermeiden. Die drei exponiertesten Räume im Dachgeschoss (Wohnen, Küche, Schlafen) wurden geprüft.

## 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 der Förderprogramme 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>15</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 gestellt wurde. Es werden Anforderungen an die Qualität der Maßnahmen, als auch die Umsetzung dieser gestellt, um eine energieeffizientere Ausführung als die gesetzlich Vorgeschriebenen 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
- Energieeffizient Sanieren Ergänzungsdarlehen (Programm 167): Kredit für die Umstellung der Heizung auf erneuerbare Energien, bis zu 50.000 €/ WE

---

<sup>15</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 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>16</sup>

Nachfolgend ein Auszug (nicht abschließend) 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):
  - o **Austausch besonders ineffizienter Heizungsanlagen** (ohne Brennwerttechnik) durch moderne Biomasseanlagen oder effiziente Wärmepumpen oder

<sup>16</sup> [www.bafa-förderung.de](http://www.bafa-förderung.de), 28.07.2017



- 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 durchgeführten 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>		Solarheizelemente, Wärmepumpe	Kombinationsbonus, Wärmenetz	
Anlagen von 5 bis max. 100,0 kW Nennwärmeleistung	2.000 €	80 €/kW	-	3.000 € <sup>4,1</sup>	2.000 €	-	-	-
Pelletkessel <sup>1</sup>	3.000 €	80 €/kW	3.000 €	4.500 € <sup>4,1</sup>	3.000 €	-	-	-
Pelletkessel <sup>1</sup> mit einem Pufferspeicher (neu errichtet) von mind. 30 l/kW	3.500 €	80 €/kW	3.500 €	5.250 € <sup>4,1</sup>	3.500 €	750 €	500 €	-
Hackschnitzelkessel <sup>2</sup> mit einem Pufferspeicher von mind. 30 l/kW	pauschal 3.500 € je Anlage	-	3.500 €	5.250 € <sup>7</sup>	3.500 € <sup>7</sup>	-	-	-
Scheitholzvergaserkessel <sup>1</sup> mit einem Pufferspeicher von mind. 55 l/kW	pauschal 2.000 € je Anlage	-	3.000 €	4.500 € <sup>8</sup>	3.000 €	-	-	-

- Es gelten die Bestimmungen der Richtlinien vom 11. März 2015
- Gebäudebestand: Ein Gebäude, in dem zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme der beantragten Anlage ein 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.
- Kombinationskessel müssen über einen Mindest-Pufferspeicher von 35 Liter je Kilowatt Nennwärmeleistung für den handbeschriebenen Teil der Anlage verfügen.
- 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.
- Kombinationskessel müssen über einen Mindest-Pufferspeicher von 55 Liter je Kilowatt Nennwärmeleistung für den handbeschriebenen Teil der Anlage verfügen.
- Es sind nur besonders emissionsarme Scheitholzvergaserkessel förderfähig (stauffähiger Emissionswert: max. 15 mg/m<sup>3</sup>).
- Innovationsförderung: Angegeben ist der Gesamtförderbetrag. Ausnahme: Pelleolanlagen im Gebäudebestand<sup>4,1</sup>.
- 4.1: Pelleolanlagen im Gebäudebestand. Angegeben ist der Mindestförderbetrag, ansonsten 80 €/kW.
- 4.2: Es sind nur besonders emissionsarme Scheitholzvergaserkessel förderfähig (stauffähiger Emissionswert: max. 15 mg/m<sup>3</sup>).
- 5: Innovationsförderung Biomassennutzung: Zusätzlich zur Biomasseanlage besteht eine Einrichtung zur bestimmungsgemäßen Nutzung der bei der Abgasreinigung anfallenden Wärme.
- 5.1: Innovationsförderung Partikelabscheidung: Zusätzlich zur Biomasseanlage besteht eine Einrichtung zur sekundären Abcheidung der im Abgas enthaltenen Partikel.
- 6: Nachrüstung einer unter 5) oder 5.1) beschriebenen Einrichtung für eine bereits bestehende 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 wärmebeträglichste Umfassungsfläche bezogene Transmissionswärmeverlust beträgt maximal das 0,7-fache des entsprechenden Wertes des jeweiligen Referenzgebäudes; es gehen die Höchstwerte der EnEV 2013 Anlage 1 Tabelle 2), hydraulischer Abgleich, Anpassung der Heizkurve, Online-Belegung eines zugewiesenen Sicherungsverdägens.
- 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.

<sup>17</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>
<p>Erichtung einer förderfähigen Solar Kollektoranlage zur Unterstützung und Modernisierung einer Heizungsanlage auf Basis fossiler Energien<sup>2</sup></p> <p>Erichtung einer förderfähigen Biomasseanlage im Austausch gegen eine Heizungsanlage auf Basis fossiler Energien<sup>2</sup></p> <p>Erichtung einer förderfähigen effizienten Wärmepumpenanlage im Austausch gegen eine Heizungsanlage auf Basis fossiler Energien<sup>2</sup></p>	<p>Basis- oder Innovationsförderung plus alle bewilligten Zusatzförderungen (außer Optimierungsbonus)<sup>4</sup></p>	<p>Grundförderung x 20 %</p>	<p>pauschal 600 €</p>

- 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>18</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 Solaranlage zur ...	3 bis 10 m <sup>2</sup> Bruttokollektorfläche	500 €	-	-	Biomasseanlage, 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 Wärmenetzanfertigung <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 Solaranlage <sup>4</sup>	50 €/m <sup>2</sup> zusätzlicher Bruttokollektorfläche	-	-	-	-	-	-	-

<sup>5</sup> Solaranlagen 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 Erwerbszweck, Erwerbszweckbehalten) zur sinnvollen Versorgung und Nutzung der erneuerbaren Energien. Die Förderung ist an die Erfüllung der folgenden Voraussetzungen geknüpft: Der Gebäudewert vor der Errichtung der Solaranlage muss mind. 50 % in dem der auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogene Transmissionswärmeverlust das 0,7-fache des entsprechenden Wertes des jeweiligen Referenzgebäudes nicht überschreitet. 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.

<sup>6</sup> Ausnahme: Gebäudeeffizienzbonus und Optimierungmaßnahmen nur im Gebäudebestand bei Errichtung einer Solaranlage.

<sup>7</sup> Bonus für effiziente Wohngebäude im Gebäudebestand: Voraussetzungen: Anforderungen an ein KfW-Effizienzhaus 55 (d. h. der auf die wärmeübertragende 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-Bestätigung eines zugelassenen Sachverständigen.

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

<sup>8.1</sup> Zusammen mit der Errichtung einer Solaranlage: Begrenzung auf höchstens 50 % der Basis- oder Innovationsförderung.

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

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

<sup>1</sup> Es gelten die Bestimmungen der Richtlinien vom 11. März 2015.

<sup>2</sup> 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“.

<sup>3</sup> 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)

<sup>4</sup> Mindestvoraussetzungen in der Basisförderung: Flachkollektoren: Bruttokollektorfläche > 9 m<sup>2</sup>, Pufferspeichervolumen 40 l/m<sup>2</sup>; Vakuumröhren- u. Vakuumflachkollektoren: Bruttokollektorfläche > 7 m<sup>2</sup>, Pufferspeichervolumen 30 l/m<sup>2</sup>; Luftkollektoren: keine Mindestanforderungen

<sup>5</sup> Die ertragsabhängige Förderung kann alternativ zur Innovationsförderung für große Solaranlagen (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).

<sup>6</sup> Erweiterung einer bestehenden Solaranlage 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> Gebäudebestand	Innovationsförderung <sup>1,7</sup>		Zusatzförderung <sup>2</sup>				Gebäudeeffizienzbonus <sup>5</sup>	Optimierungsmaßnahme <sup>6</sup>
		Gebäudebestand	Neubau	Lastmanagementbonus <sup>3</sup>	Solar Kollektoranlage, Biomasseanlage	Kombinationsbonus PVT-Kollektoren <sup>4</sup>	Wärmenetz		
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>
	Mindestförderbetrag	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)					zusätzlich 0,5 x Basis- oder Innovationsförderung
	Mindestförderbetrag bei Leistungsgerechten und/oder monovalenten WP	1.300 € (bis 32,5 kW)	1.950 € (bis 32,5 kW)	1.300 € (bis 32,5 kW)	500 €	500 €	500 €		
Elektrisch betriebene Wasser/Wasser-WP oder Sole/Wasser-WP	→	100 €/kW 4.500 € (bis 45,0 kW)	150 €/kW 6.750 € (bis 45,0 kW)	100 €/kW 4.500 € (bis 45,0 kW)					nachträglich (nach 3-7 Jahren): 100 bis max. 200 € <sup>6.2</sup>
	Mindestförderbetrag bei anderen WP	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, Sachverständigen.

<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>7</sup> Änderungen an der JAZ.

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

Stand: 20.01.2017

<sup>20</sup> Bundesamt für Wirtschaft und Energie (2017): Förderübersicht Wärmepumpe. [http://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/ee\\_waerpumpen\\_foerderuebersicht.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=4](http://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/ee_waerpumpen_foerderuebersicht.pdf?__blob=publicationFile&v=4) (31.07.2017)

### 10.1.1 Land Schleswig-Holstein über die IB.SH

- 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>21</sup>

## 10.2 LÜFTUNGSKONZEPT NACH DIN 1946-6

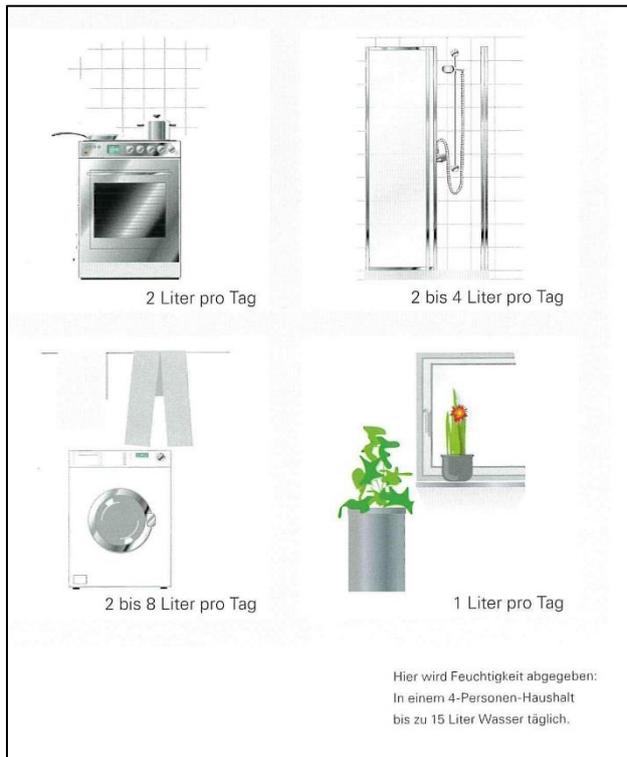
### 10.2.1 Allgemeines

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>22</sup> Durch die Kondensation dieser Feuchtigkeit an kalten Stellen (Wärmebrücken) kann dann Schimmel entstehen.<sup>23</sup>

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

<sup>21</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>22</sup> Vissmann Deutschland GmbH (2016): Wohnungslüftungs-Systeme. Heizsysteme, Allendorf (Eder), S. 5



23

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 notwendige Lüftung zur Sicherstellung der hygienischen Anforderungen sowie des Bautenschutzes bei Anwesenheit der Nutzer (Normalbetrieb).<sup>24</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>24</sup>, z.B. Lüfter am Rahmen des neuen Fensters oder Fensterfalzlüfter (manuelle Betätigung oder selbstregulierend durch z.B. Differenzdruck<sup>24</sup>)
- Öffnungen in Innentüren oder -wänden (Überströmluftdurchlässe)<sup>24</sup>, z.B. durch Türunterschnitt

<sup>23</sup> Vissmann Deutschland GmbH (2016): Wohnungslüftungs-Systeme. Heizsysteme, Allendorf (Eder), S. 5

<sup>24</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

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 – Mehrfamilienhaus**

Bei dem betrachteten Mehrfamilienhaus sind Maßnahmen notwendig, zur Sicherstellung des Außenluftvolumenstroms für den Feuchteschutz. Das bedeutet, bei zeitweiser Abwesenheit des Mieters kann der Feuchteschutz nicht eingehalten werden. Ein Lüftungskonzept legt die unter dem Punkt 10.2.1 aufgezählten, möglichen Maßnahmen fest.

## **10.3 NACHRÜSTPFLICHT ENEV 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 seit 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).

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.

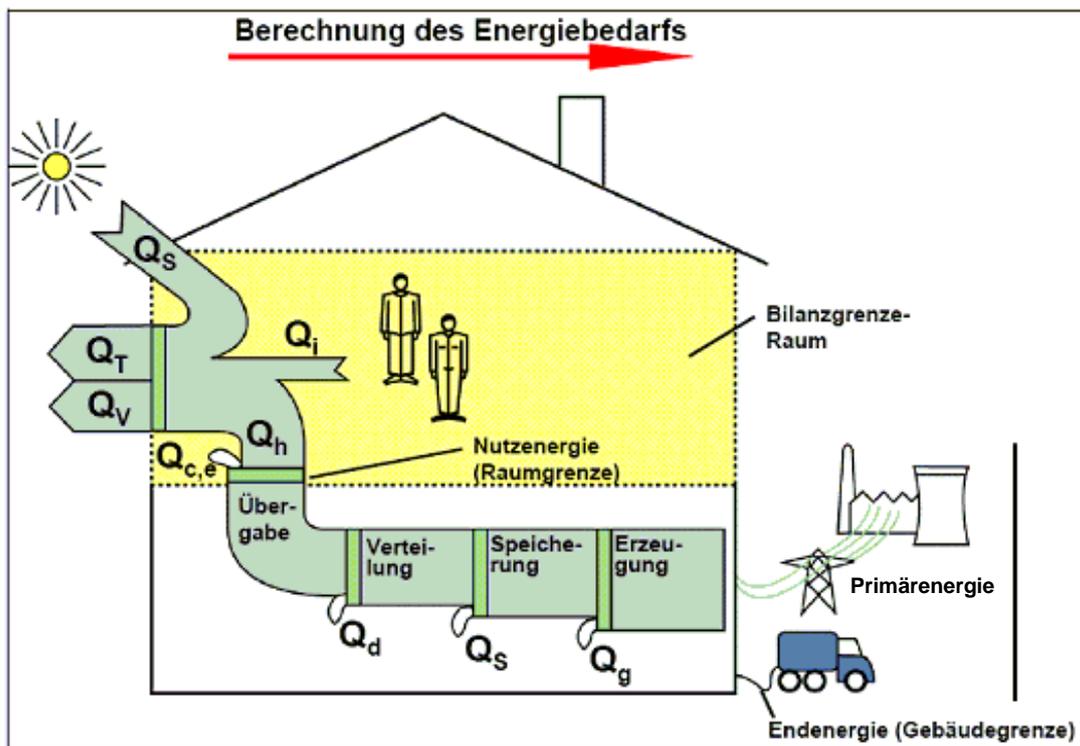
#### **Transmissionswärmeverluste QT**

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>25</sup> Der  $S_d$ -Wert gibt die dampfbremsende Wirkung an.<sup>25</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>26</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>25</sup> Drewer, Arnold u. Paschko, Hanne u. Paschko, Kerstin u. Patschke, Markus (2013): Wärmedämmstoffe. Kompass zur Auswahl und Anwendung., Köln, S. 32

<sup>26</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>27</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>27</sup>

### **Wartungskosten WK**

„Die Wartungskosten enthalten alle laufenden jährlichen Kosten für Wartung und Instandhaltung von Anlagen und Sanierungsmaßnahmen an Gebäudeteilen.“<sup>27</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>27</sup>

### **Restwert**

„Der Restwert wird über die Bezugsgröße Ersatzkosten ermittelt.“<sup>27</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>28</sup>

„Der Erhaltungsaufwand setzt sich zusammen aus dem Restwert und den Ersatzkosten.“<sup>27</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>27</sup> Hottgenroth (oJ): Energieberater (Handbuch), S. 211 f

<sup>28</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.