



## **Hinweise zum Musterberatungsbericht für das Förderprogramm Vor-Ort-Beratung**

Dieser Musterberatungsbericht gilt nur für Förderanträge, die nach dem 1. Juli 2012 gestellt werden (Richtlinie vom 11. Juni 2012 zur Vor-Ort-Beratung).

Das BAFA hat auf vielfachen Wunsch einen Musterberatungsbericht veröffentlicht. Er soll Ihnen neben der Checkliste eine weitere Hilfe sein, um einen Beratungsbericht zu erstellen, der vom BAFA als Nachweis für eine förderfähige Vor-Ort-Beratung anerkannt wird.

Sofern Sie sich an dem Musterberatungsbericht orientieren wollen, ist dieser selbstverständlich an die Besonderheiten des jeweiligen Einzelfalls anzupassen. Er soll Ihnen vor allem als ein mustergültiges Beispiel dienen im Hinblick auf Struktur und Umfang eines Beratungsberichts sowie die Darstellung einzelner Punkte, die nach der Verwaltungspraxis des BAFA zum Mindestinhalt eines Beratungsberichts gehören.

Ebenfalls veröffentlicht ist eine Zusammenstellung von Definitionen von Fachbegriffen, die in den Anhang zum Musterberatungsbericht aufgenommen werden können.

# Muster-Berichtsbericht

zur

## Vor-Ort-Beratung

gemäß der Richtlinie über die Förderung der Energieberatung in Wohngebäuden vor Ort  
- Vor-Ort-Beratung -  
des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie  
vom 11. Juni 2012

Gebäude: Mehrfamilienhaus Musterbericht  
Straße Nr.  
70XXX Stuttgart

Eigentümer: Herr Mustermann  
Straße Nr.  
70XXX Stuttgart

Beraterin: Frau Energieberaterin  
BAFA-Beraternummer: XXXXX

Datum: 01.09.2012

## **Hinweise**

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 des Gebäudeeigentümers. Um den Erfolg zu sichern und Bauschäden aufgrund der bauphysikalischen Problematik im Altbau zu vermeiden, sollten eine sorgfältige fachliche Planung vor Durchführung sowie Überwachung während der Durchführung von Sanierungsmaßnahmen erfolgen.

Dieser Beratungsbericht beinhaltet keinerlei Planungsleistungen insbesondere im Bereich von energetischen Nachweisen oder Fördergeldanträgen, Kostenermittlung, Ausführungsplanung oder Bauphysik. 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. Die angegebenen Investitionskosten sind grobe Schätzungen. Die genauen Baukosten sollten durch Vergleichsangebote ermittelt werden. Die Annahmen zu Baukonstruktion und Anlagentechnik sind bei Durchführung der Maßnahmen vor Ort zu prüfen.

## **Herausgeber**

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)

Referat 424 Vor-Ort-Beratung

Frankfurter Straße 29-35

65769 Eschborn

## **Redaktion**

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)

ECONSULT Lambrecht Jungmann Partnerschaft Physiker und Ingenieur, Rottenburg

Schaller Sternagel Architekten, Stuttgart

## **Stand**

September 2012

## Inhaltsverzeichnis

---

<b>1</b>	<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>2</b>
1.1	Empfehlungen für Gesamtsanierung in einem Zug.....	2
1.2	Empfehlungen bei Gesamtsanierung in Schritten (Maßnahmenfahrplan).....	3
1.3	Übersicht aller Maßnahmen und Maßnahmenkombinationen.....	4
1.4	Berechnungsgrundlagen und Verbrauchsabgleich.....	5
1.5	Vorteile der energetischen Sanierung.....	5
1.6	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung.....	6
1.7	Energie- und Schadstoffeinsparungen.....	7
1.8	Gesetze und Normen.....	9
<b>2</b>	<b>Bestandsaufnahme</b> .....	<b>10</b>
2.1	Gebäudedaten.....	10
2.2	Ansichten.....	10
2.3	Baulicher Zustand und Wärmedämmung der Gebäudehülle.....	11
2.4	Wärmetechnische Einstufung der Gebäudehülle.....	11
2.5	Heizungsanlage.....	12
2.6	Trinkwarmwasseranlage.....	13
<b>3</b>	<b>Gebäudeanalyse</b> .....	<b>14</b>
3.1	Energiebilanz des Gebäudes.....	14
3.2	Gemessener Energieverbrauch.....	15
3.3	Energetische Einstufung des Gebäudes.....	16
<b>4</b>	<b>Energetisches Sanierungskonzept</b> .....	<b>17</b>
4.1	Gesamtsanierung in einem Zug.....	18
4.2	Gesamtsanierung in Schritten.....	25
4.3	Weitere energetische Schwachstellen und Energiesparmaßnahmen.....	29
<b>5</b>	<b>Förderung</b> .....	<b>30</b>
<b>6</b>	<b>Anhang</b> .....	<b>34</b>

# 1 Zusammenfassung

## 1.1 Empfehlungen für Gesamtsanierung in einem Zug

Um die Sanierungsmaßnahmen

- baulich optimal aufeinander abstimmen zu können
- die Investitionskosten für die empfohlenen Maßnahmenkombinationen so gering wie möglich zu halten und
- Förderprogramme optimal ausnutzen zu können,

empfehle ich grundsätzlich die Durchführung aller Maßnahmen in einem Zug.

**Folgende Maßnahmen sollten entsprechend Maßnahmenkombination „KfW 85“ gemäß Kap. 1.3 auf Seite 4 ausgeführt werden:**

- **Wärmedämmung der Außenwände, Dachfläche, Kellerdecke und Kellerinnenwände im Treppenhaus**
- **Austausch der Fenster, Dachflächenfenster, Glasbausteine und Haustüre**
- **Einbau eines Pelletheizkessels mit Solaranlage zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung sowie Sanierung der Heizungsanlage**
- **Luftdichtheitsnachweis des Gebäudes nach Fertigstellung der Maßnahmen**

Gegenüber einer Sanierung in Schritten (siehe Kap. 1.2 und 4.2) hat die in einem Zug durchgeführte Sanierung zwei Vorteile:

1. Aufgrund der deutlich höheren Förderung für das KfW-Effizienzhaus 85 sind die energetisch bedingten Investitionskosten abzüglich Förderung deutlich niedriger als bei schrittweiser Sanierung mit Brennwertkessel.
2. Die jährlichen Energiekosten liegen etwa 400 € niedriger als bei einer Sanierung in Schritten, und das schon im ersten Winter nach der Sanierung.

Die Mehrkosten für die neue Pellet-Heizanlage sind bei einer Sanierung in einem Zug also komplett durch öffentliche Fördermittel finanzierbar.

Zur optimalen Umsetzung der Maßnahmen empfehle ich Ihnen eine unabhängige Planung und Bauleitung durch einen in der energetischen Sanierung erfahrenen Architekten oder Ingenieur. Eine Baubegleitung wird zudem mit bis zu 50% der Kosten – max. 4.000 € – von der KfW gefördert.

Für die Umsetzung eines KfW-geförderten Effizienzhauses haben Sie von der Zusage bis zum vollständigen Abruf des KfW-Darlehens bis zu 3 Jahre Zeit.

## **1.2 Empfehlungen bei Gesamtsanierung in Schritten (Maßnahmenfahrplan)**

Auch eine schrittweise Sanierung des Gebäudes ist möglich. Um die Sanierungsmaßnahmen

- konstruktiv und bauphysikalisch optimal aufeinander abstimmen zu können und
- die Investitionskosten so gering wie möglich zu halten

empfehle ich jedoch auch dabei die Maßnahmen zu kleineren Paketen zu kombinieren.

**Daher empfehle ich Ihnen bei schrittweiser Sanierung die Maßnahmenkombinationen gemäß Kap. 1.3 auf Seite 4 in der folgenden Reihenfolge zur Ausführung:**

- 1. Heizung**  
**Einbau eines Brennwertkessels mit Solaranlage zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung sowie Sanierung der Heizungsanlage**
- 2. Keller**  
**Wärmedämmung der Kellerdecke und Kellerinnenwände im Treppenhaus**
- 3. Dach**  
**Wärmedämmung der Dachfläche und Austausch der Dachflächenfenster**
- 4. Fassade**  
**Wärmedämmung der Außenwände und Austausch der Fenster, Glasbausteine und Haustüre**

**Diese Maßnahmenkombinationen führen insgesamt zu einem KfW-Effizienzhaus 115 entsprechend Maßnahmenkombination „KfW 115“ gemäß Kap. 1.3 auf Seite 4.**

Da die Fassadensanierung im letzten Schritt erfolgt, muss der Bestand der eigentlich ebenfalls sanierungsbedürftigen Fenster durch deren Pflege und Instandhaltung so lange gesichert werden.

Die im Rahmen der Energieberatung untersuchten Einzelmaßnahmen sind grundsätzlich auf die aktuellen Bundesförderprogramme der Kreditanstalt für Wiederaufbau KfW (Energieeffizient Sanieren – Einzelmaßnahmen) und des Marktanzreizprogramms für erneuerbare Energien abgestimmt und förderfähig. Bei der Durchführung von Dämmmaßnahmen, welche den Heizwärmebedarf des sanierten Gebäudes um mehr als 25 % reduzieren, ist zur Förderfähigkeit zusätzlich ein hydraulischer Abgleich der Heizungsanlage durchzuführen.

### 1.3 Übersicht aller Maßnahmen und Maßnahmenkombinationen

In der Vor-Ort-Beratung wurden unter anderem die folgenden Maßnahmen untersucht und zu empfehlenswerten Maßnahmenkombinationen zusammengestellt:

Maßnahme	Ausführungsempfehlung	Maßnahmenkombination					
		Heizung	Keller	Dach	Fassade	KfW 115 <sup>1</sup>	KfW 85 <sup>2</sup>
Außenwände	Wärmedämmverbundsystem aus 18 cm Polystyrol oder Mineralfaser mit WLG 035 verputzt entsprechend Kap. 4.1.1, Seite 19				X	X	X
Fenster + Haustüre (Fenster sind ohnehin sanierungsbedürftig)	3-Scheiben-Verglasung mit $U_w = 0,95 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ und Haustüre mit $U = 1,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ entsprechend Kap. 4.1.2, Seite 20				X	X	X
Dach	Wärmedämmung aus je 14 cm Polystyrol oder Mineralfaser mit WLG 035 zwischen und auf den Sparren entsprechend Kap. 4.1.3, Seite 21			X		X	X
Dachfenster	3-Scheiben-Verglasung mit $U_w = 1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ entsprechend Kap. 4.1.4, Seite 21			X		X	X
Kellerdecke	Mehrschichtplatten unter der Kellerdecke aus 8 cm Polyurethan mit WLG 025 in Eigenleistung entsprechend Kap. 4.1.5, Seite 22		X			X	X
Kellerinnenwände Treppenhaus	Mehrschichtplatten auf der Kellerseite aus 8 cm Polystyrol oder Mineralfaser mit WLG 035 in Eigenleistung entsprechend Kap. 4.1.6, Seite 23		X			X	X
Heizungssanierung mit Pelletkessel und Solaranlage (Heizung ist ohnehin sanierungsbedürftig)	Pelletkessel mit Solaranlage zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung sowie Leitungsdämmung, neue Regelung, hydraulischer Abgleich und geregelte Pumpen entsprechend Kap. 4.1.7, Seite 24						X
Heizungssanierung mit Brennwertkessel und Solaranlage (Heizung ist ohnehin sanierungsbedürftig)	Öl-Brennwertkessel mit Solaranlage zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung sowie Leitungsdämmung, neue Regelung, hydraulischer Abgleich und geregelte Pumpen entsprechend Kap. 4.2.1, Seite 26	X				X	
	Luftdichtheitsnachweis der Gebäudehülle mittels Druckdifferenz-Messung					X	X

<sup>1</sup> erfüllt KfW-Effizienzhausniveau 115,

<sup>2</sup> erfüllt KfW-Effizienzhausniveau 85

## 1.4 Berechnungsgrundlagen und Verbrauchsabgleich

Diese Energieberatung basiert auf dem Energiebedarf des Gebäudes. Dazu wurden Wärme- und Energiemengen rechnerisch nach den Vorgaben der **EnergieEinsparVerordnung EnEV** ermittelt. Diese beinhalten ein für ganz Deutschland einheitliches Klima und Nutzerverhalten im Gebäude. Dadurch werden alle äußeren Einflüsse auf das Gebäude ausgeblendet und so die Vergleichbarkeit mit anderen Gebäuden und mit Förderprogrammen gewährleistet.

Der gemessene Energieverbrauch weicht in der Regel – so auch bei Ihnen – von diesen Berechnungsergebnissen ab. Ihr gemessener durchschnittlicher Energieverbrauch der letzten drei Heizperioden liegt bei 76 % des berechneten Energiebedarfs.

Dies hat insbesondere Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit von Energiesparmaßnahmen. Bei geringerem Energieverbrauch werden in der Regel auch geringere Energieeinsparungen erzielt. Bei gleich bleibenden Investitionskosten bedeutet dies längere Amortisationszeiten. Die Reihenfolge der Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen untereinander ändert sich dabei jedoch nicht.

Da sich die Nutzer und damit der Energieverbrauch jedoch während der Lebensdauer der Maßnahmen verändern können, sollten Investitionsentscheidungen nicht allein auf Grundlage des derzeitigen Energieverbrauchs getroffen werden. Das Nutzerverhalten der EnEV geht von einer durchschnittlichen Personenbelegung und somit durchschnittlichem Nutzerverhalten bei vollständiger Beheizung des Gebäudes aus.

In der Praxis zeigt sich zudem häufig, dass nach einer Sanierung die Komfortanforderungen der Nutzer steigen, z. B. durch höhere Raumtemperaturen oder Beheizung zuvor gering beheizter Räume. Auch aus diesen Gründen werden prognostizierte Energieeinsparungen in der Praxis häufig nicht erreicht. Bei geringen Energiekosten leisten sich viele Nutzer gerne einen höheren Komfort.

## 1.5 Vorteile der energetischen Sanierung

- Energiekosteneinsparungen um bis zu 90 %.
- Langfristige Absicherung Ihres Lebensstandards durch überschaubare Heizkosten.
- Kostensicherheit durch geringere Abhängigkeit von Energiepreisschwankungen.
- Steigerung des Wohnkomforts und höhere Behaglichkeit durch Vermeidung von Zugerscheinungen, höhere Oberflächentemperaturen, bessere Temperaturverteilung im Raum, Vermeidung von Fußkälte und verbesserten sommerlichen Wärmeschutz.
- Verbesserter Schallschutz durch neue Fenster und Wärmedämmung.
- Langfristige Sicherung der Vermietbarkeit durch höheren Wohnstandard.
- Geringere Gefahr von Schimmelpilzbildung durch höhere Oberflächentemperaturen.
- Wertsicherung des Gebäudes durch Umwandlung von Energiekosten in Investitionen.
- Ästhetische Aufwertung des Gebäudes.
- Imageaufwertung und Beitrag zur Verbesserung des sozialen Umfeldes.
- Gutes ökologisches Gewissen durch umweltfreundliches Gebäude.



## 1.6 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Sofern Sie Eigenkapital zur Verfügung haben, sollten Sie bedenken, dass zurzeit die Rendite für sichere Geldanlagen sehr gering ist. Deshalb wäre abzuwägen, ob bei Investitionen in energiesparende Maßnahmen nicht eine bessere Rendite erzielt werden kann, die zudem auch noch steuerfrei ist.

Aufwendungen für die Inanspruchnahme von Handwerkerleistungen für Renovierungs-, Erhaltungs- und Modernisierungsmaßnahmen (nur Arbeitslohn) kann auch jede Privatperson - sofern keine anderweitigen Fördermittel für diese Maßnahmen in Anspruch genommen wurden - bis zu einer Höhe von derzeit 6.000,- €/Jahr mit 20% (höchstens 1.200,- €) Steuer mindernd in der Einkommensteuererklärung geltend machen. Fragen Sie zu diesem Thema ihren Steuerberater! Diese steuerlichen Vorteile sind in den folgenden Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen nicht berücksichtigt.

### 1.6.1 Kosten/Nutzen-Verhältnis der Maßnahmen

In der folgenden Tabelle sind die Prognose der Energiekosten für Heizung und Warmwasser nach Sanierung und die prognostizierte Energiekosteneinsparung den energetisch bedingten Sanierungskosten und öffentlichen Fördermitteln wie Zuschüsse und Zinseinsparungen durch Förderkredite gegenübergestellt. Aus dem Verhältnis der energetisch bedingten Investitionskosten abzüglich öffentlicher Fördermittel zur Energiekosteneinsparung ergibt sich das Kosten/Nutzen-Verhältnis. Je kleiner das Kosten/Nutzen-Verhältnis, desto wirtschaftlicher ist die Maßnahme. Es entspricht einer statischen Amortisation ohne Berücksichtigung der marktüblichen Finanzierungskosten und Energiepreissteigerungen und dient dem Vergleich der Wirtschaftlichkeit von Energiesparmaßnahmen untereinander.

Istzustand vor Sanierung		7.900 €/a Energiekosten 91.500 kWh/a Endenergiebedarf					
Maßnahmenkombination  Beschreibung siehe Seite 4	Energiekosten nach Sanierung [€/a]	energetisch bedingte Investitionskosten [€]	öffentliche Fördermittel (siehe Kap. 5 S. 30) [€]	prognostizierte Einsparungen			Kosten / Nutzen
				Energiebedarf [kWh/a]	Energiekosten [€/a]	[%]	
Heizung	4.500	22.000	3.742	41.000	3.400	43	5 : 1
Keller <sup>1</sup>	7.500	3.200	0	5.200	450	6	7 : 1
Dach	6.700	19.000	3.926	15.000	1.300	16	12 : 1
Fassade	5.600	55.000	11.404	28.000	2.400	30	18 : 1
KfW 85	1.000	109.000	50.647	75.000	6.900	87	8 : 1

<sup>1</sup> bei Durchführung in Eigenleistung

Alle Kosten verstehen sich brutto.

Sind die marktüblichen Zinsen – wie derzeit der Fall – geringer als die Energiepreissteigerung, verbessert sich die Wirtschaftlichkeit der Maßnahme weiter. Schon bei einer Energiepreissteigerung von jährlich 5 % verdoppeln sich die Energiekosten alle 14 Jahre.

## 1.6.2 Vergleich der jährlichen energetisch bedingten Gesamtkosten



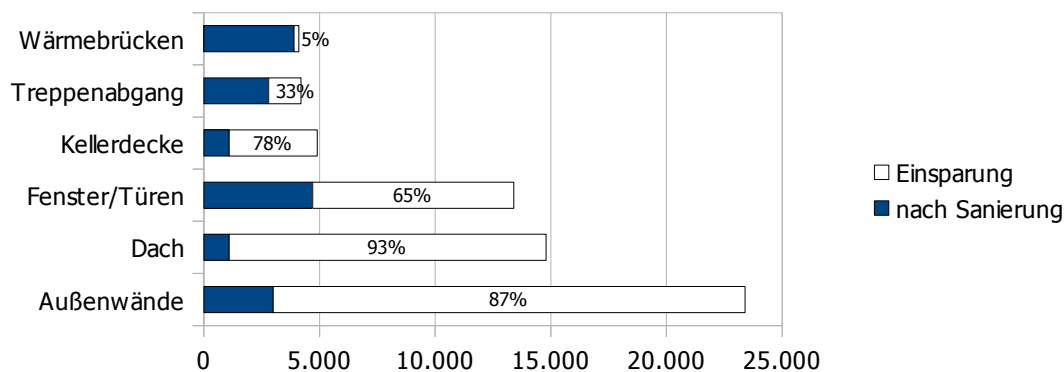
■ Energiekosten heute (ohne Preissteigerung)

■ durchschnittliche jährliche Tilgung der energetisch bedingten Investitionskosten abzüglich öffentlicher Fördermittel bei Finanzierung über 20 Jahre (ohne marktübliche Finanzierungskosten und ohnehin fällige Sanierungs- und Bauunterhaltskosten)

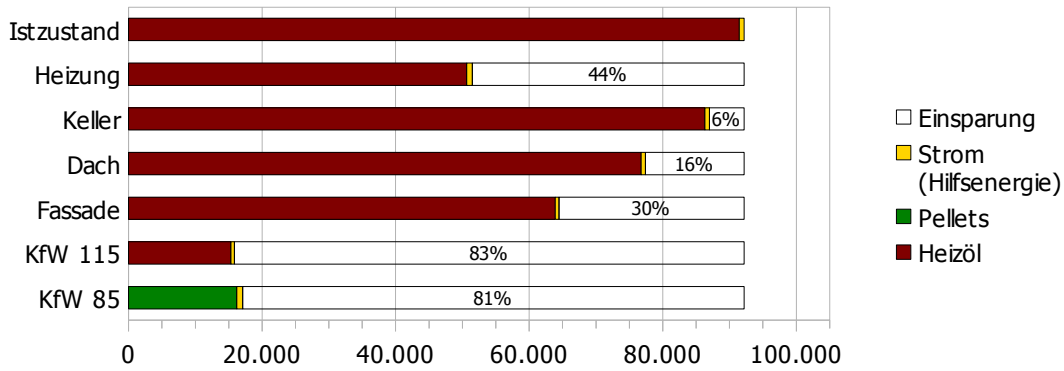
Die energetisch bedingten Gesamtkosten einer Maßnahme setzen sich aus den Energiekosten und den auf 20 Jahre umgelegten energetisch bedingten Investitionskosten abzüglich öffentlicher Fördermittel zusammen. Sie zeigen, dass die vorgeschlagenen Maßnahmen bei Sanierung in einem Zuge und Finanzierung über 20 Jahre schon kurzfristig zu geringerer jährlicher Belastung führen werden als die Energiekosten Ihres Gebäudes ohne Sanierung. Die Energiekosteneinsparungen kommen zu etwa 40 % Ihnen direkt zugute. In den Mietwohnungen können Sie die Jahresmiete um bis zu 11 % der dafür aufgewendeten Kosten der energetischen Sanierung erhöhen, maximal jedoch bis zur ortsüblichen Vergleichsmiete eines sanierten Gebäudes. Sowohl im Istzustand als auch im sanierten Zustand fallen zusätzlich die üblichen Sanierungs- und Bauunterhaltskosten an.

## 1.7 Energie- und Schadstoffeinsparungen

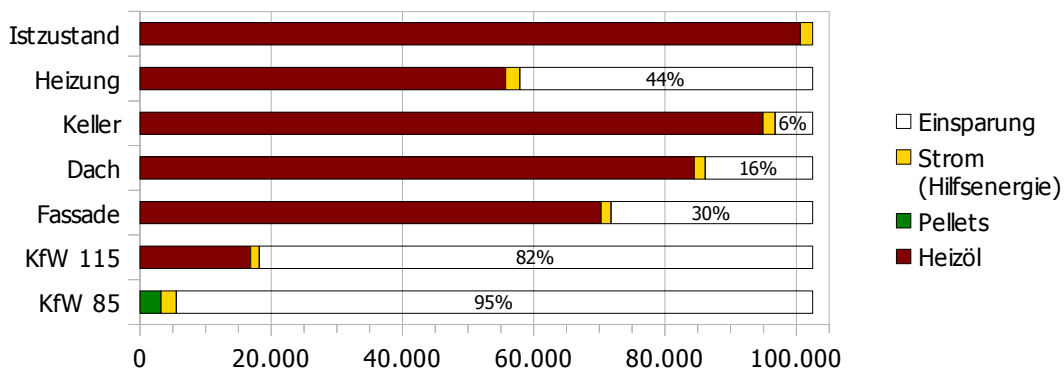
### 1.7.1 Reduktion der Transmissionswärmeverluste in kWh/a



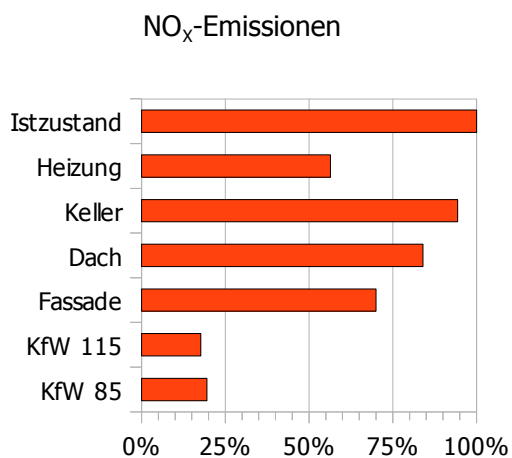
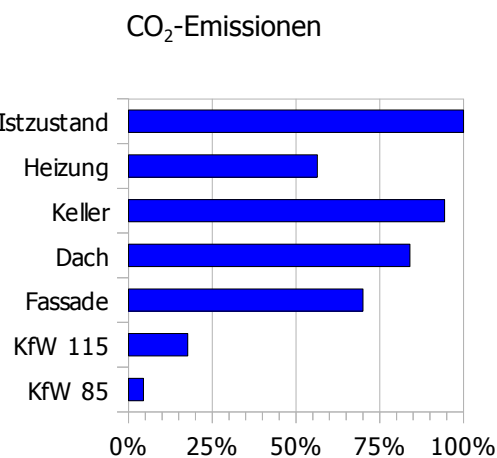
**1.7.2 Reduktion des Endenergiebedarfs (Brennstoffbedarf) in kWh/a**



**1.7.3 Reduktion des Primärenergiebedarfs (ökologische Bewertung) in kWh/a**



**1.7.4 Reduktion der Schadstoffemissionen**



## **1.8 Gesetze und Normen**

Für Ihr Gebäude sind die folgenden gesetzlichen Anforderungen und Normen zu beachten:

### **1.8.1 Nachrüstverpflichtungen nach EnEV**

Heizkessel, die mit flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen beschickt werden, keine Nieder-temperatur oder Brennwertkessel sind und vor dem 01.10.1978 eingebaut oder aufgestellt worden sind, dürfen nicht mehr betrieben werden.

Bisher ungedämmte, zugängliche Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen sowie Arma-turen, die sich nicht in beheizten Räumen befinden, müssen wärmegeklämt werden.

Die Nachrüstverpflichtungen wurden bei den untersuchten Maßnahmen berücksichtigt.

### **1.8.2 Erneuerbare-Wärme-Gesetz – EWärmeG (Baden-Württemberg)**

Wenn ein Austausch der Heizungsanlage erfolgt, müssen in Baden-Württemberg mindestens 10 % des jährlichen Wärmebedarfs durch erneuerbare Energien gedeckt werden. Diese Pflicht gilt als erfüllt, wenn eine Solaranlage mit einer Größe von 0,04 m<sup>2</sup> Kollektorfläche pro m<sup>2</sup> Wohnfläche genutzt wird. Alternativ sind Ersatzmaßnahmen möglich. Die Anforderungen des EWärmeG wurden bei den untersuchten Maßnahmen berücksichtigt.

### **1.8.3 Lüftungskonzept nach DIN 1946-6**

Werden in einem Mehrfamilienhaus mehr als 1/3 der vorhandenen Fenster ausgetauscht, ist für das gesamte Gebäude ein Lüftungskonzept nach DIN 1946-6 zu erstellen.

Da sich durch die Sanierungsmaßnahmen die Luftdichtheit des Gebäudes erhöht und so der Mindestluftwechsel nicht mehr durch Infiltration durch die Gebäudehülle gedeckt werden kann, wäre ein häufigeres manuelles Lüften notwendig. Auf diese Weise wird der erforderliche Luftwechsel gewährleistet und es werden zu hohe Schadstoffkonzentrationen sowie Feuchteschäden (Schimmelbildung) vermieden. Dazu empfehle ich Ihnen allerdings grundsätzlic eine mechanische Abluftanlage für das Gebäude. Die einfachste und kostengünstigste Möglichkeit ist eine wohnungszentrale Abluftanlage mit Absaugung in Küche und Bad, Zuluft über Zuluftventile in den neuen Fensterrahmen und Überströmöffnungen in den Zimmertüren. So kann der notwendige Luftwechsel sicher und bequem ohne Eingriff des Nutzers gewährleistet werden. Energetisch verhält sich eine reine Abluftanlage neutral. Energieeinsparungen sind dadurch nicht zu erwarten. Dazu wäre eine Zu-/Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung notwendig.

## 2 Bestandsaufnahme

### 2.1 Gebäudedaten

Gebäudetyp	Mehrfamilienhaus
Baujahr	1967
Lage	geschützte Lage innerhalb einer Wohnsiedlung
Nutzung	Wohnhaus Dachgeschoss: bis unter den First ausgebaut, kein Spitzboden, unbeheizte Abseiten Untergeschoss: unbeheizter Keller mit Lager- und Technikräumen
Bauweise	Massivbauweise, Satteldach mit ca. 35° Neigung nach Südost/Nordwest
Vollgeschosse	2
Wohneinheiten	3
Anzahl Bewohner	5
beheizte Wohnfläche	167,0 m <sup>2</sup>
Energiebezugsfläche	206 m <sup>2</sup> (Gebäudenutzfläche A <sub>N</sub> )
wärmeübertragende Umfassungsflächen	462 m <sup>2</sup> bestehend aus: Dachflächen, Außenwänden, Kellerdecke, Wände und Bodenplatte des Treppenhauses gegen Erdreich und Keller
beheiztes Volumen V <sub>e</sub>	643 m <sup>3</sup>
bauliche Besonderheiten	Oberkante Kellerdecke ca. 1 m über Gelände, sehr niedriges Untergeschoss (lichte Höhe: 2,05 m)

### 2.2 Ansichten



## 2.3 Baulicher Zustand und Wärmedämmung der Gebäudehülle

allgemein	Das Gebäude ist im Kern in gutem baulichen Zustand. Es sind keine baulichen Mängel und Schäden am Gebäudekern (Durchfeuchtung, Risse, ...) erkennbar.
Außenwände	24 cm Mauerwerk (vermutlich Hochlochziegel), beidseitig verputzt, ohne Wärmedämmung Untergeschoss 24 cm Beton
Fenster	teilweise Isolierglas-, teilweise Verbundfenster in Holzrahmen ohne Lippendichtung der Baujahre 1967 und 1990, starke Zugscheinungen Die Fensterrahmen sind in schlechtem Zustand und müssen in absehbarer Zeit erneuert werden.
Eingang	Haustüre aus Holz im Urzustand ohne Lippendichtung, großflächige Verglasung aus Glasbausteinen im Eingangsbereich
oberste Geschossdecke unter Abseiten	Betondecke mit Deckenputz ohne Wärmedämmung
Dach	Dachschräge im ausgebauten Teil und Abseitenwände aus Holzwoleleichtbauplatten innen verputzt, keine Dampfbremse, Ziegel nur auf Lattung verlegt, keine Konterlattung und Unterspannbahn
Dachflächenfenster	Isolierglasfenster in Holzrahmen, nicht winddicht angeschlossen Die Dachflächenfenster sind in schlechtem Zustand und müssen in absehbarer Zeit erneuert werden.
Kellerdecke	Betondecke mit schwimmendem Estrich auf Bimskieschüttung
Treppenhaus	
Kelleraußenwände	24 cm Beton im Treppenhaus innenseitig verputzt, sonst ohne Innenputz, ohne Wärmedämmung
Kellerinnenwände	24 cm Mauerwerk (vermutlich Hochlochziegel), ohne Wärmedämmung, Türe vom Treppenhaus zum Keller ohne Wärmedämmung und Dichtungen
Kellerbodenplatte	Betonbodenplatte mit Betonwerksteinbelag im Mörtelbett
Wärmetechnische Schwachstellen, Wärmebrücken und unkontrollierte Lüftungsverluste	Obergeschossdecke unter Abseiten ohne Wärmedämmung, ausgebautes Dach ohne luftdichte Ebene Türen, Fenster und Dachflächenfenster ohne Dichtungen, Fensterbänke und Rollladenkästen ohne Wärmedämmung und Dichtungen, Stürze, Ringanker und Deckenstirne ohne Wärmedämmung, Balkonplatten und Eingangsvordach aus Beton ohne thermische Trennung, Glasbausteine im Eingangsbereich

## 2.4 Wärmetechnische Einstufung der Gebäudehülle

Der U-Wert ist ein Maß für den Wärmeverlust eines Bauteils. Je größer der U-Wert, desto schlechter ist das Bauteil. In der folgenden Tabelle werden die Bauteile Ihres Gebäudes mit den heutigen gesetzlichen Mindestanforderungen der EnEV (**E**nergie-**E**inspar-**V**erordnung) bei Sanierung von Außenbauteilen und den Mindestanforderungen für eine Förderung von

einzelnen Sanierungsmaßnahmen durch die KfW-Förderbank (**K**reditanstalt für **W**ieder-**a**ufbau) verglichen.

Die U-Werte der Bauteile Ihres Gebäudes wurden unter Annahme üblicher baujahrspezifischer Materialqualitäten und Schichtdicken ermittelt. Die Berechnungen der U-Werte befinden sich im Anhang.

### U-Werte der Gebäudehülle

Bauteil	U-Werte [W/(m²K)]			energetische Bewertung des Bestandes
	Ist-Zustand	EnEV <sup>1</sup>	KfW-Förderung <sup>2</sup>	
Außenwände	1,4	0,24	0,20	sehr schlecht
Fenster	2,7	1,30	0,95	schlecht
Außentüren	3,5	-	1,30	schlecht
Decke OG unter Abseiten	2,3	0,30	0,14	sehr schlecht
Dach	1,6	0,24	0,14	sehr schlecht
Dachflächenfenster	2,7	1,40	1,00	schlecht
Kellerdecke	1,0	0,30	0,25	schlecht
Treppenabgang in den Keller				
Kelleraußenwände	3,8	0,30	0,25	sehr schlecht
Innenwände	1,3	0,30	0,25	sehr schlecht
Türe zum Keller	4,0	-	-	sehr schlecht
Bodenplatte	3,9	0,50	0,25	sehr schlecht

<sup>1</sup> Die Mindestanforderungen an U-Werte nach dem Bauteilverfahren der EnEV 2009 gelten nicht, wenn der Primärenergiebedarf des gesamten Gebäudes den Höchstwert für einen entsprechenden Neubau um nicht mehr als 40 % überschreitet. Die nächste EnEV-Novelle ist für 2013 geplant.

<sup>2</sup> Die Mindestanforderungen an U-Werte für KfW-Förderung gelten nicht für die Förderung von KfW-Effizienzhäusern. Die Anforderungen Stand Juli 2012 können jederzeit aktualisiert werden.

## 2.5 Heizungsanlage

allgemein	gebäudezentrale Heizungsanlage, Vor-/ Rücklauftemperatur 70/55 °C, leicht überdimensioniert, kein hydraulischer Abgleich der Anlage, Baujahr 1968, voll funktionsfähig, keine technischen Mängel erkennbar aber stark veraltet und ineffizient  Bei veralteter Anlagentechnik muss ständig mit Versagen gerechnet werden. Eine grundlegende Sanierung der Anlagentechnik ist dringend zu empfehlen.
Wärmeerzeuger	Standardkessel Baujahr 1968, Gebläsebrenner von 1991, Nennwärmeleistung: 34,65 kW, Abgasverlust: 7 %, Brennstoff: Heizöl, Heizöltank: 4 x 2000 l  sehr hohe Bereitschaftsverluste, angenommener Jahresnutzungsgrad: 82 %  Aufstellung im unbeheizten Keller, Aufstellraum sehr warm
Speicher	kein Heizkreis-Pufferspeicher

Verteilung	<p>horizontale Verteilleitungen im unbeheizten Keller unter der Decke, externer Heizkreismischer, mäßig wärmegeklämmt aber gut zugänglich, Abstand zur Decke ca. 5 cm</p> <p>vertikale Strangleitungen in Außenwänden, mäßig wärmegeklämmt, nicht zugänglich da in Mauerwerk verlegt</p> <p>Heizkörperanbindungen frei im Raum, ungedämmt aber gut zugänglich</p> <p>ungeregelte Heizkreispumpe</p>
Wärmeübergabe und Regelung	<p>Heizkörper mit Thermostatventilen mit hoher Regelungenauigkeit (2 K)</p> <p>keine witterungsabhängige Vorlaufregelung, keine Nachtabsenkung oder Heizunterbrechung</p>
besondere Schwachstellen	<p>sehr ineffizienter Heizkessel, sehr ineffiziente Heizkreispumpe, schlechte Leitungsdämmung, sehr ungenaue Regelung, keine Vorlaufregelung</p>

## 2.6 Trinkwarmwasseranlage

allgemein	<p>Gebäudezentrale Trinkwarmwasseranlage, Baujahr 1968, voll funktionsfähig, keine technischen Mängel erkennbar, aber stark veraltet und ineffizient</p>
Wärmeerzeuger	<p>Heizkessel</p> <p>angesetzter Jahresnutzungsgrad zur Warmwasserbereitung: 51 %</p>
Speicher	<p>indirekt beheizter Trinkwarmwasserspeicher, Speichervolumen 300 l, mäßig wärmegeklämmt</p> <p>Aufstellung im unbeheizten Keller (Heizraum)</p>
Verteilung	<p>horizontale Verteilleitungen im unbeheizten Keller unter der Decke, mäßig wärmegeklämmt aber gut zugänglich, Abstand zur Decke ca. 5 cm</p> <p>vertikale Strangleitung in Installationschacht, nicht zugänglich, mäßig wärmegeklämmt</p> <p>Stichleitungen in gemeinsamer Installationswand für Küche und Bad, mäßig wärmegeklämmt, schwer zugänglich</p> <p>keine Zirkulation</p>
besondere Schwachstellen	<p>schlechte Wärmedämmung des Speichers, schlechte Leitungsdämmung</p>



### 3 Gebäudeanalyse

In der Gebäudeanalyse wird das Gebäude und seine Einzelteile in ihrem derzeitigen Zustand energetisch bewertet. Aus der Gebäudeanalyse ergeben sich Ansätze zu notwendigen und sinnvollen Sanierungsmaßnahmen.

#### 3.1 Energiebilanz des Gebäudes

Die Energiebilanz des Gebäudes wird unter den vorgegebenen Randbedingungen der EnEV rechnerisch ermittelt (siehe auch Kap. 1.4 Seite 5). Die Berechnungen sind im Anhang dargestellt.

Transmissionsverluste der Gebäudehülle	Fläche [m <sup>2</sup> ]	jährlich [kWh/a]	anteilig [%]
Außenwände	188	23.300	36
Dach	104	14.700	23
Fenster/Türen	54	13.800	21
Kellerdecke	78	4.800	7
Treppenabgang (Kellerinnen- und außenwände, Bodenplatte)	37	4.100	6
Wärmebrücken		4.100	6
<b>Summe</b>	<b>461</b>	<b>64.800</b>	<b>100</b>

Energiebilanz des Gebäudes	jährlich [kWh/a]	anteilig [%]
<b>Verluste</b>		
Transmissionsverluste	64.800	59
Lüftungsverluste	10.200	9
Warmwasserbedarf	2.600	2
Anlagenverluste (Trinkwarmwasser, Heizung, Betriebsstrom)	32.300	29
gesamt	<b>109.900</b>	
<b>Gewinne</b>		
solare Warmegewinne	10.400	59
interne Warmegewinne	7.300	41
gesamt	<b>17.700</b>	
<b>Endenergiebedarf <math>Q_E</math></b>		
Endenergiebedarf $Q_{WE,E}$ (Wärmeerzeugung)	91.500	
Endenergiebedarf $Q_{HE,E}$ (Betriebsstrom)	700	
gesamt	<b>92.200</b>	
<b>Primärenergiebedarf <math>Q_P</math></b>		
	<b>102.500</b>	

### 3.2 Gemessener Energieverbrauch

Der Energieverbrauch ist die Brennstoffmenge, die in den letzten Jahren tatsächlich verbraucht wurde. Sie wird auf Basis der von Ihnen gelieferten Verbrauchsmessungen ermittelt. Im Energieverbrauch schlägt sich damit das individuelle Nutzerverhalten der Bewohner und das tatsächliche Außenklima am Standort des Gebäudes nieder. Die gemessenen Verbrauchswerte weichen daher in der Regel – so auch bei Ihnen – von der Bedarfsrechnung nach EnEV ab.

Die Öltanks wurden jeweils im Sommer vollgetankt. Der Heizölverbrauch betrug:

Heizperiode	2009/2010:	7.230 l
	2010/2011:	6.920 l
	2011/2012:	6.790 l

Die einzelnen Öl- und Stromabrechnungen sind im Anhang dokumentiert.

durchschnittlicher Heizölverbrauch der letzten 3 Jahre	6.980 l/a
entspricht einem Endenergieverbrauch für Wärme von ca.	69.800 kWh/a
entspricht Heizkosten von ca. bei einem Heizölpreis von 85 ct/l (brutto)	5.933 €/a (brutto)

Dazu kommen noch die Kosten für den Betriebsstrom. Der Betriebsstromverbrauch wurde nicht separat gemessen. Der Stromverbrauch der Heizkreispumpe, Warmwasserzirkulation und Heizungsregelung wird daher mit 650 kWh pro Jahr abgeschätzt.

geschätzter Betriebsstromverbrauch	650 kWh/a
entspricht Stromkosten von ca. bei einem Strompreis von 22 ct/kWh (brutto)	143 €/a (brutto)

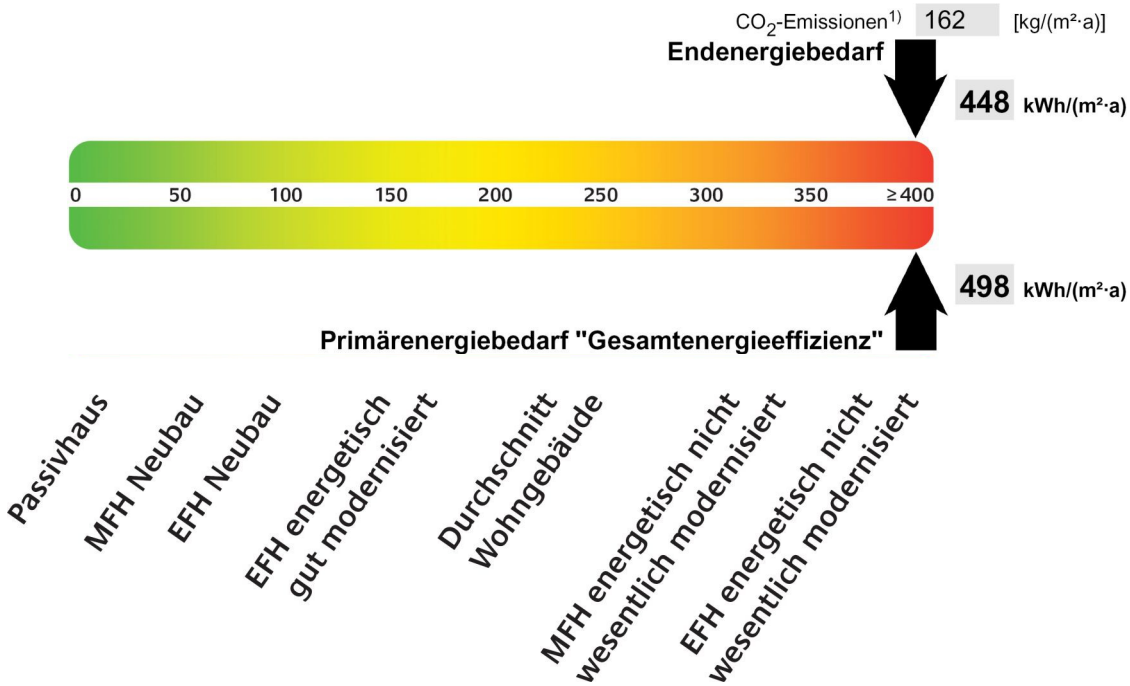
**Ihr gemessener durchschnittlicher Energieverbrauch der letzten drei Heizperioden liegt damit bei 76 % des berechneten Energiebedarfs zur Wärmeerzeugung von 91.500 kWh/a.**

Die Gründe der Abweichung liegen in dem nachfolgend beschriebenen Nutzerverhalten:

Das Hochparterre wird von den Hauseigentümern selbst bewohnt. Im Obergeschoss wohnen derzeit zwei, im Dachgeschoss eine berufstätige Person jeweils ohne Kinder. Die Hauseigentümer sind auch tagsüber anwesend und heizen und lüften kontinuierlich. Bei der Besichtigung des Gebäudes wurden überdurchschnittlich hohe Raumtemperaturen festgestellt. Die Bewohner der oberen Wohnungen sind tagsüber berufsbedingt nicht anwesend. Es ist davon auszugehen, dass währenddessen durchgeheizt aber vergleichsweise wenig gelüftet wird.

### 3.3 Energetische Einstufung des Gebäudes

#### Einstufung gemäß Energieausweis nach EnEV



#### Einstufung gemäß Neubaustandard nach EnEV

	Referenzgebäude <sup>1</sup>	Ihr Gebäude vor Sanierung	Abweichung vom Referenzgebäude <sup>1</sup>
Primärenergiebedarf Q <sub>p</sub>	87 kWh/(m <sup>2</sup> a)	498 kWh/(m <sup>2</sup> a)	575 %
Transmissionswärmeverlust H <sub>T</sub>	0,44 W/(m <sup>2</sup> K)	1,6 W/(m <sup>2</sup> K)	364 %

<sup>1</sup> das Referenzgebäude beschreibt einen Neubaustandard nach EnEV

## 4 Energetisches Sanierungskonzept

Aus der Analyse der einzelnen Bauteile und der Heizungs- und Trinkwarmwasseranlage wurden die im Folgenden dargestellten Energiesparmaßnahmen abgeleitet und unter energetischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten bewertet. Bei einer Sanierung in einem Zuge wird ein im KfW-Förderprogramm 151 „Energieeffizient Sanieren“ förderfähiges Effizienzhaus 85 erreicht. Soll die energetische Sanierung in Schritten vorgenommen werden, führen die Vorschläge insgesamt zum KfW-Effizienzhaus 115. Dabei entsprechen die vorgeschlagenen Maßnahmen jeweils den zum Zeitpunkt der Berichterstellung gültigen Anforderungen des KfW-Förderprogramms 152 „Energieeffizient Sanieren – Einzelmaßnahmen“ (Stand August 2012).

Für die Bewertung der Wirtschaftlichkeit einer Energiesparmaßnahme werden allein die energetisch bedingten Investitionskosten herangezogen. Darin sind weder übliche Bauunterhaltungskosten wie Maler- oder Spenglerarbeiten noch allgemeine Kosten einer Sanierung für z.B. Gerüste, Baustelleneinrichtung, Planungshonorare noch diejenigen Kosten ohnehin fälliger Sanierungen enthalten, die nicht zur energetischen Verbesserung beitragen wie Abbruch und Entsorgung oder eine Kaminsanierung. Die vollständige Kostenermittlung ist eine Planungsleistung im Rahmen der Sanierung.

Die Wirtschaftlichkeitsbewertung erfolgt über eine Kosten-Nutzen-Analyse. Die tatsächlichen Amortisationszeiten können je nach Finanzierungsbedingungen, Förderung und tatsächlichen zukünftigen Energiepreisentwicklungen auch deutlich kürzer ausfallen. Die Kosten-Nutzen-Analyse dient vor allem als Vergleichsmaßstab der Energiesparmaßnahmen untereinander. Sie beinhaltet keine Prognose der Kostenentwicklungen in der Zukunft. Als heutige Energiekosten wurden angesetzt:

- Heizöl 0,85 €/l entspricht 0,085 €/kWh
- Strom 0,220 €/kWh
- Holzpellets 0,25 €/kg entspricht 0,050 €/kWh

Die Betrachtung der Wirtschaftlichkeit einer Maßnahme sollte allerdings nicht allein den Ausschlag zur Entscheidung für oder gegen eine Maßnahme geben. Die untersuchten Energiesparmaßnahmen sind mit vielfachem **Zusatznutzen** verbunden. Genannt seien insbesondere der steigende Wohnkomfort, die Wertsicherung des Gebäudes, geringere Abhängigkeit von zukünftigen Energiepreissteigerungen sowie Aspekte der Ästhetik und des sozialen Umfeldes. Bei allen Entscheidungen zur Sanierung des Gebäudes sollten immer auch die größere **Behaglichkeit** z. B. durch höhere Wand- und Fußbodentemperaturen oder geringere Zügeffekte durch die neuen Fenster, Türen, Rollladenkästen und Dämmmaßnahmen im Dachbereich berücksichtigt werden. Da die zukünftigen Energiekostensteigerungen kaum einschätzbar sind, führen Investitionen in Energiesparmaßnahmen auch zu deutlich höherer **Kostensicherheit**. Die Folgekosten (Energiekosten) von heute nicht getätigten Investitionen in Energieeinsparung sind nicht kalkulierbar.

## 4.1 Gesamtsanierung in einem Zug

Bei der energetischen Sanierung in einem Zuge wird ein KfW-Effizienzhaus 85 erreicht.

	Referenz- gebäude <sup>1</sup>	Ihr Gebäude nach Sanierung	Verhältnis zum Referenz- gebäude <sup>1</sup>	Anforderung an KfW 85 <sup>2</sup>
Primärenergiebedarf $Q_p$	87 kWh/(m <sup>2</sup> a)	42 kWh/(m <sup>2</sup> a)	48 %	≤ 85 %
Transmissionswärmeverlust $H_T$	0,44 W/(m <sup>2</sup> K)	0,43 W/(m <sup>2</sup> K)	98 %	≤ 100 %

<sup>1</sup> das Referenzgebäude beschreibt einen Neubaustandard nach EnEV

<sup>2</sup> Anforderung an KfW-Effizienzhaus im Verhältnis zum Referenzgebäude der EnEV

Bei Sanierung in einem Zuge erhalten Sie die bestmögliche Förderung und können Synergien durch Kombination von Sanierungsmaßnahmen optimal nutzen. Eine Sanierung in einem Zuge ist damit das wirtschaftlichste Vorgehen bei der energetischen Gebäudesanierung.

<b>Maßnahmenkombination KfW 85</b>						
bestehend aus:						
4.1.1 Wärmedämmung der Außenwände (Seite 19)						
4.1.2 Austausch der Fenster und Haustüre (Seite 20)						
4.1.3 Wärmedämmung des Daches (Seite 21)						
4.1.4 Austausch der Dachflächenfenster (Seite 21)						
4.1.5 Wärmedämmung der Kellerdecke in Eigenleistung (Seite 22)						
4.1.6 Wärmedämmung der Kellerinnenwände im Treppenhaus und Austausch der Kellertüre in Eigenleistung (Seite 23)						
4.1.7 Heizungssanierung mit Pelletkessel und Solaranlage (Seite 24)						
Luftdichtheitsnachweis der Gebäudehülle mittels Druckdifferenz-Messung						
Energie- kosten nach Sanierung	energetisch bedingte Investitions- kosten	öffentliche Fördermittel (siehe Kap. 5 S. 30)	prognostizierte Einsparungen			Kosten / Nutzen
			Energie- bedarf	Energiekosten		
[€/a]	[€]	[€]	[kWh/a]	[€/a]	[%]	
1.000	109.000	50.647	75.000	6.900	87	8 : 1

Alle Kosten verstehen sich brutto.

Durch weitere energetische Optimierung des Gebäudes ist auch ein **KfW-Effizienzhaus 70 oder 55** erreichbar. Zusätzliche Maßnahmen für ein KfW-Effizienzhaus 70 wären:

- Erhöhung und Optimierung des Dämmstandards an opaken Bauteilen und Fenstern,
- Lüftungswärmerückgewinnung sowie
- Vergrößerung und Optimierung der Solaranlage  
(verbesserte Innovationsförderung im Marktanreizprogramm Erneuerbare Energien MAP ab 20 m<sup>2</sup> Kollektorfläche).

Die Gesamtwirtschaftlichkeit würde sich durch diese Maßnahmen jedoch trotz erhöhter Förderung etwas verschlechtern. Für ein KfW-Effizienzhaus 55 wäre zudem die Optimierung der Wärmebrücken mit einem aufwändigen Nachweis zu belegen.

#### 4.1.1 Wärmedämmung der Außenwände

Für die Wärmeschutzmaßnahmen an den Außenwänden sind grundsätzlich zwei Möglichkeiten zu empfehlen:

- ein Wärmedämmverbundsystem von außen (WDVS) oder
- eine wärme gedämmte hinterlüftete Fassadenverkleidung.

**WDVS:** Eine Schicht Wärmedämmung wird auf der Außenwand – i.d.R. auf den tragfähigen Außenputz – vollflächig verklebt, um Luftdichtheit zu gewährleisten und ggf. mit Dübeln zusätzlich verankert. Darüber wird ein Armierungsputz aufgezogen, in den ein Glasfasergewebe eingelegt wird. Als Endbeschichtung werden mineralische Putze mit Anstrich oder Kunstharzputze eingesetzt. Der Dämmstoff besteht üblicherweise aus Polystyrol-Hartschaum oder Mineralfaserplatten. Er muss den Anforderungen an Wärmeleitfähigkeit, gegen Feuchtigkeit, an Druck- und Zugfestigkeit sowie an den Brandschutz genügen.

**Vorgehängte Fassadenkonstruktion:** Auf der bestehenden Außenwand wird eine Unterkonstruktion aus Holz- oder Metallprofilen angebracht, an der eine Fassadenverkleidung aus unterschiedlichsten Materialien (Holzschalung oder -platten, Faserzementplatten, etc.) als Wetterschutz aufgehängt werden kann. Zwischen der Unterkonstruktion wird lückenlos Wärmedämmung als Platten oder in loser Form eingebracht. Wichtig ist die winddichte Ausführung.

Egal welche der Möglichkeiten zur Ausführung kommt, müssen mit der Wärmedämmung der Außenwände

- die Regenfallrohre neu verlegt werden,
- der Dachüberstand an den Ortgängen vergrößert werden

sowie zur Vermeidung von Wärmebrücken

- die Fensterbänke außen durch neue, tiefere und wärmebrückenfreie Fensterbänke ersetzt werden,
- die Rollladenkästen entfernt und ersetzt oder wärme gedämmt werden und
- Balkonplatten und Eingangsvordach von oben und unten wärme gedämmt oder abgesägt und ersetzt werden.

Dies erfordert in jedem Fall eine sorgfältige Detailplanung bei der Ausführung.

<b>Wärmedämmung der Außenwände mit 18 cm WLG 035 als WDVS</b>				
U-Wert nach Sanierung: 0,19 W/(m²K]				
Bauteilfläche [m²]	energetisch bedingte Investitionskosten			Lebensdauer der Maßnahme (bei regelmäßigem Unterhalt) [Jahre]
	spezifisch [€/m²]	pauschal [€]	gesamt [€]	
188	120	-	23.000	30

Alle Kosten verstehen sich brutto.

#### 4.1.2 Austausch der Fenster und Haustüre

Die Fenster befinden sich in einem baulich sehr schlechten Zustand und müssen daher in absehbarer Zeit ausgetauscht werden. Die Glasbausteine im Eingangsbereich verfügen über sehr schlechte Wärmedämmeigenschaften und sollten daher ebenfalls durch Fenster ersetzt werden. Alternativ könnte entsprechend den vorliegenden Lichtverhältnissen ein Teil dieser Fläche zugemauert werden. Empfohlen wird der Einbau von Fenstern mit 3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung mit einem  $U_w$ -Wert für das gesamte Fenster inklusive Rahmen von  $0,95 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  oder besser. Die neue Haustüre sollte einen U-Wert von höchstens  $1,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$  haben. Beim Einbau der neuen Fenster und Haustüre ist auf den luftdichten Anschluss an das Mauerwerk zu achten.

Bei einer gleichzeitigen Fassadensanierung wie in 4.1.1 „Wärmedämmung der Außenwände“ beschrieben ergeben sich hohe Synergieeffekte beim Anschluss der neuen Fenster und Haustüre an die Fassade. Dies kann zu erheblichen Investitionskosteneinsparungen bei der Sanierung führen. Zudem kann die Lage von Fenstern und Haustüre zur neuen Dämmebene optimiert werden, um Wärmebrücken und Verschattung durch Laibungen zu reduzieren und eine durchgängige luftdichte Ebene herzustellen. Somit ist eine gleichzeitige Sanierung von Fenstern, Haustüre und Fassade aus bautechnischer Sicht auf jeden Fall zu empfehlen. Die für die Wirtschaftlichkeitsbewertung angesetzten Investitionskosten gelten daher ebenfalls bei gleichzeitiger Fassadensanierung. Für die Fenster wurden  $600 \text{ €/m}^2$  angesetzt, für die Haustüre pauschal  $3.000 \text{ €}$ .

Da sich die Fenster in einem baulich sehr schlechten Zustand befinden und ohnehin aus Gründen der Instandhaltung ausgetauscht werden müssen, erübrigt es sich, auf die Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen näher einzugehen.

Der Austausch der Fenster trägt jedoch wesentlich zur Komfortverbesserung durch Vermeidung der Zugerscheinungen bei. Ein neu gestalteter Eingangsbereich mit neuer Haustüre kann zudem zu einer repräsentativen Aufwertung des sanierten Gebäudes beitragen. Der Eingangsbereich wird daher auch als „Visitenkarte des Hauses“ bezeichnet.

Beim Austausch der Fenster ist nach DIN 1946-6 ein Lüftungskonzept für das Gebäude zu erstellen (siehe Kap. 1.8.3 Seite 9).

<b>Neue 3-Scheiben-Wärmeschutzfenster mit <math>U_w &lt; 0,95 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})</math></b>				
U-Wert nach Sanierung: $0,95 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$				
Bauteilfläche [m <sup>2</sup> ]	energetisch bedingte Investitionskosten			Lebensdauer der Maßnahme (bei regelmäßigem Unterhalt) [Jahre]
	spezifisch [€/m <sup>2</sup> ]	pauschal [€]	gesamt [€]	
49	600	3000	32.000	50

Alle Kosten verstehen sich brutto.

### 4.1.3 Wärmedämmung des Daches

Da das Dachgeschoss ausgebaut und bewohnt ist, wird eine Wärmedämmung des Daches von außen vorgeschlagen. Dazu müssen zunächst Dachziegel und Lattung entfernt werden. Zwischen die Sparren wird eine Dampfbremssfolie eingelegt und an die angrenzenden Bauteile luftdicht angeschlossen. Die Sparrenzwischenräume werden mit einem Dämmstoff gefüllt. Zusätzlich wird auf die Sparren eine durchgängige Dämmschicht und darüber eine Winddichtung, Lattung und neue Dacheindeckung aufgebracht.

Auch im Bereich der Abseiten wird die Dachfläche wärmegeklämt. So können die Dämmebenen von Dach und Außenwand konstruktiv einfach zu einer geschlossenen Dämnhülle verbunden werden. Eine Wärmedämmung „um mehrere Ecken“ der Abseitenwände und obersten Geschossdecke zu den Abseiten ist nicht erforderlich.

Da die Dampfbremse nicht – wie bei Wärmedämmung von innen – durchgängig an der Innenseite unter den Sparren verlaufen kann, ist eine sorgfältige Detailplanung und bauphysikalische Bewertung dieser Konstruktion notwendig. Die Dampfbremse muss auch um die Sparren bauphysikalisch richtig liegen, um Bauschäden durch Feuchtigkeit im Bauteil zu vermeiden.

Bei einer Wärmedämmung von innen müssten hingegen alle Innenverkleidungen entfernt werden. Die Dämmstoffstärke zwischen den Sparren würde nicht ausreichen einen förderfähigen Dämmstandard herzustellen, sodass eine weitere Schicht unter den Sparren angebracht werden müsste. Dadurch würde sich die Wohnfläche im Dachgeschoss verringern. Daher empfehle ich Ihnen die Wärmedämmung von außen.

Zusammen mit der Wärmedämmung des Daches müssen auch die Dachflächenfenster wie in Kap. 4.1.4 beschrieben ausgetauscht werden, da deren Lage der neuen Dachebene angepasst werden muss.

<b>Wärmedämmung des Daches mit je 14 cm WLG 035 zwischen und auf den Sparren</b>				
U-Wert nach Sanierung: 0,13 W/(m <sup>2</sup> K]				
Bauteilfläche [m <sup>2</sup> ]	energetisch bedingte Investitionskosten			Lebensdauer der Maßnahme (bei regelmäßigem Unterhalt) [Jahre]
	spezifisch [€/m <sup>2</sup> ]	pauschal [€]	gesamt [€]	
104	140	0	15.000	30

Alle Kosten verstehen sich brutto.

### 4.1.4 Austausch der Dachflächenfenster

Empfohlen wird der Einbau von Fenstern mit 3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung mit einem  $U_w$ -Wert für das gesamte Fenster inklusive Rahmen von 1,0 W/(m<sup>2</sup>K) oder besser. Beim Einbau der neuen Verglasung ist auf den luftdichten Anschluss an das Dach zu achten.

Bei einer gleichzeitigen Wärmedämmung des Daches, wie in Kap. 4.1.3 „Wärmedämmung des Daches“ beschrieben, ergeben sich hohe Synergieeffekte beim Anschluss der neuen Fenster an die Dachfläche. Dies kann zu Investitionskosteneinsparungen bei der Sanierung führen.



Die Lage der Fenster kann gleichzeitig der neuen Dachebene angepasst werden. Somit ist eine gleichzeitige Sanierung von Fenstern und Fassade auf jeden Fall zu empfehlen. Die für die Wirtschaftlichkeitsbewertung angesetzten Investitionskosten gelten daher ebenfalls bei gleichzeitiger Dachsanierung.

Der Austausch der Dachflächenfenster amortisiert sich nicht durch Energieeinsparungen, trägt aber durch Vermeidung von Lüftungsverlusten und somit von Zugerscheinungen wesentlich zur Komfortverbesserung bei. Derzeit sind in Ihrem Gebäude die Dachflächenfenster nicht luftdicht an das Dach angeschlossen. Ein luftdichter Anschluss der alten Fenster an das Dach ist nur noch mit großem Aufwand herstellbar.

Die Dachflächenfenster sollten insbesondere auf der Südostseite mit einem außenliegenden Sonnenschutz versehen werden, um zukünftig eine Überhitzung des Dachraumes im Sommer wirkungsvoll verringern zu können.

<b>Neue 3-Scheiben-Wärmeschutz-Dachflächenfenster mit <math>U_w &lt; 1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})</math></b>				
U-Wert nach Sanierung: $1,00 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$				
Bauteilfläche [m <sup>2</sup> ]	energetisch bedingte Investitionskosten			Lebensdauer der Maßnahme (bei regelmäßigem Unterhalt) [Jahre]
	spezifisch [€/m <sup>2</sup> ]	pauschal [€]	gesamt [€]	
5	750	-	3.800	40

Alle Kosten verstehen sich brutto.

#### 4.1.5 Wärmedämmung der Kellerdecke

Der Keller hat eine lichte Raumhöhe von nur 2,05 m. Um die Raumhöhe nicht unnötig weiter zu reduzieren, sollten Dämmstoffe mit sehr geringer Wärmeleitfähigkeit und geringer Dämmstoffstärke verwendet werden. Daher empfehle ich Ihnen eine Mehrschichtplatte aus 8 cm Polyurethan-Hartschaum mit einer Wärmeleitfähigkeit von  $0,025 \text{ W}/(\text{m K})$  oder besser mit malerfertiger Oberfläche aus Gipskarton oder Holzwerkstoffen. Die Platten werden unter die Betondecke geklebt oder gedübelt, verspachtelt und gestrichen. In Nebenräumen kann eventuell auch auf die Veredelung der Oberflächen verzichtet werden.

Da unter der Kellerdecke Leitungen der Trinkwasser und Heizungsanlage verlaufen, empfiehlt sich die Kellerdeckendämmung zusammen mit der Heizungssanierung. Die Leitungen können im Zuge der Heizungssanierung so weit von der Decke abgehängt werden, dass genügend Platz zum Anbringen der Wärmedämmung ist.

Die Wärmedämmung der Kellerdecke trägt wesentlich zur Verbesserung des Wohnkomforts Ihrer Wohnung im Erdgeschoss bei. Durch die unterseitige Dämmung erhöht sich die Oberflächentemperatur des Fußbodens im Erdgeschoss. Dies wiederum führt zu einer angenehmeren Temperaturschichtung im Raum (geringere Temperaturdifferenz von unten nach oben) und Vermeidung von Fußkälte.

<b>Wärmedämmung der Kellerdecke mit 8 cm WLG 025</b>				
U-Wert nach Sanierung: 0,24 W/(m <sup>2</sup> K]				
Bauteilfläche [m <sup>2</sup> ]	energetisch bedingte Investitionskosten			Lebensdauer der Maßnahme (bei regelmäßigem Unterhalt) [Jahre]
	spezifisch [€/m <sup>2</sup> ]	pauschal [€]	gesamt [€]	
78	70	-	5.500	50

Alle Kosten verstehen sich brutto.

Die Wärmedämmung der Kellerdecke kann auch in Eigenleistung erfolgen. Dabei fallen lediglich Materialkosten von etwa 25 €/m<sup>2</sup> an.

<b>Wärmedämmung der Kellerdecke mit 8 cm WLG 025 in Eigenleistung</b>				
U-Wert nach Sanierung: 0,24 W/(m <sup>2</sup> K]				
Bauteilfläche [m <sup>2</sup> ]	energetisch bedingte Investitionskosten			Lebensdauer der Maßnahme (bei regelmäßigem Unterhalt) [Jahre]
	spezifisch [€/m <sup>2</sup> ]	pauschal [€]	gesamt [€]	
78	25	-	2.000	50

Alle Kosten verstehen sich brutto.

#### 4.1.6 Wärmedämmung der Kellerinnenwände im Treppenhaus und Austausch der Kellertüre

Durch einen Wärmedämmmantel um das Haus wird sich zukünftig eine gleichmäßigere Temperatur im gesamten Haus einstellen – auch im Treppenhaus. Daher muss auch über eine Wärmedämmung des Treppenhauses im Keller nachgedacht werden.

Die Kellerinnenwände können ähnlich der Kellerdecke mit einer Mehrschichtplatte wärmege-dämmt werden. Da hier die Dämmstoffstärke keine herausragende Rolle spielt, kann auf etwas günstigere Wärmedämmstoffe zurückgegriffen werden. Daher empfehle ich Ihnen eine Mehrschichtplatte aus 12 cm Wärmedämmung (Polystyrol-Hartschaum oder Mineralfaser mit einer Wärmeleitfähigkeit von 0,035 W/(m K) oder besser mit malerfertiger Oberfläche aus Gipskarton oder Holzwerkstoffen. Die Platten werden auf der Kellerseite an die Wand geklebt oder gedübelt, verspachtelt und gestrichen.

Zusammen mit der Wärmedämmung der Kellerinnenwand sollte auch die Kellertüre gegen eine luftdichte Türe mit einem U-Wert 2,0 oder besser ausgetauscht werden. Diese ist in den Investitionskosten mit pauschal 1.000 € berücksichtigt.

<b>Wärmedämmung der Kellerinnenwände im Treppenhaus mit 12 cm WLG 035 und Austausch der Kellertüre</b>				
U-Wert nach Sanierung: 0,24 W/(m <sup>2</sup> K]				
Bauteilfläche [m <sup>2</sup> ]	energetisch bedingte Investitionskosten			Lebensdauer der Maßnahme (bei regelmäßigem Unterhalt) [Jahre]
	spezifisch [€/m <sup>2</sup> ]	pauschal [€]	gesamt [€]	
14	50	1.000	1.700	50

Alle Kosten verstehen sich brutto.

Die Wärmedämmung der Kellerinnenwände im Treppenhaus kann auch in Eigenleistung erfolgen. Dabei fallen lediglich Materialkosten von etwa 15 €/m<sup>2</sup> an.

<b>Wärmedämmung der Kellerinnenwände im Treppenhaus mit 12 cm WLG 035 und Austausch der Kellertüre in Eigenleistung</b>				
U-Wert nach Sanierung: 0,24 W/(m <sup>2</sup> K]				
Bauteilfläche [m <sup>2</sup> ]	energetisch bedingte Investitionskosten			Lebensdauer der Maßnahme (bei regelmäßigem Unterhalt) [Jahre]
	spezifisch [€/m <sup>2</sup> ]	pauschal [€]	gesamt [€]	
14	15	1.000	1.200	50

Alle Kosten verstehen sich brutto.

#### 4.1.7 Heizungssanierung mit Pelletkessel und Solaranlage

Die bestehende Heizungs- und Warmwasseranlage ist stark veraltet und einer der wesentlichen Schwachpunkte des Gebäudes. Mit plötzlichem Versagen ist ständig zu rechnen. Aus diesen Gründen sollte die Heizungsanlage grundsätzlich saniert und in Teilen erneuert werden. Dazu empfehlen wir:

- die Wärmedämmung aller zugänglichen Verteilungen,
- den Einbau geregelter Pumpen Effizienzklasse A,
- den Einbau neuer Heizkörperventile und Thermostatköpfe mit hoher Regelgenauigkeit (sogenannte „1 K-Regler“ oder elektronische Regler)
- einen hydraulischen Abgleich der Heizungsanlage,
- eine außentemperaturgesteuerte Vorlauftemperaturregelung mit Nachtabsenkung,
- einen neuen Holzpelletkessel mit Pelletlager und Fördertechnik,
- eine Solaranlage zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung mit 12 m<sup>2</sup> Flachkollektoren und ca. 800 l Solar-Kombispeicher (Trinkwarmwasser und Heizung).

Ein Pelletkessel mit Pelletlager, Fördertechnik und Pufferspeicher ist zwar deutlich teurer als ein Öl-Brennwertkessel, dafür sind die Brennstoffkosten niedriger. In der Vergangenheit waren die Pelletpreise auch deutlich stabiler als der Heizölpreis. Neben der Unabhängigkeit von Ölpreisschwankungen bietet diese Variante vor allem auch den Vorteil einer komplett regenerativen Beheizung Ihres Gebäudes. Ein Pelletkessel verbessert die Primärenergiebilanz des Gebäudes erheblich. Der Wirkungsgrad des Kessels sollte mind. 90 % betragen, da er sonst nicht förderfähig ist. Nachteilig ist der etwas höhere Wartungsaufwand gegenüber einem Ölkessel.

Allerdings benötigen Pellets bei gleichem Energieinhalt etwa 3-mal so viel Lagerraum wie Öl. Um im vorhandenen Lagervolumen eine ausreichende Pelletmenge lagern zu können, müsste also der Wärmebedarf des Gebäudes entsprechend reduziert werden, was durch die in Kap. 4.1.1 bis 4.1.6 beschriebenen Maßnahmen prinzipiell möglich ist. Daher beziehen sich die geschätzten Investitionskosten auf diese Lösung zur Pelletlagerung.

Für eine größere Pelletmenge könnte ein unterirdisches Pelletlager im Garten angelegt werden, was jedoch mit Mehrkosten gegenüber einer Lagerung im Haus verbunden wäre.

Zur Optimierung des Pelletkessels empfiehlt sich der Einbau eines Pufferspeichers mit einem Volumen von mind. 30 l/kW Nennleistung. Diese Funktion kann bei entsprechender Dimensionierung ein Solar-Kombispeicher übernehmen. Zudem arbeitet ein Pelletkessel im Sommer zur reinen Trinkwasserbereitung weniger effizient. Eine Solaranlage zur reinen Trinkwasserbereitung ist in Ihrem Gebäude derzeit jedoch erst ab 20 m<sup>2</sup> Kollektorfläche förderfähig. Aus diesen Gründen ist die Kombination der Pelletheizung mit einer Solaranlage mit Heizungsunterstützung zu empfehlen. Bei Einbau einer Indach-Solaranlage lassen sich weitere Synergien nutzen. Der Kollektor ersetzt einen Teil der Dachdeckung.

Durch Wärmedämmung der Gebäudehülle und Wärmerückgewinnung in einer Lüftungsanlage kann der Wärmebedarf eines Gebäudes und damit die benötigten Heizkreistemperaturen reduziert werden. Diese gesamtheitliche Betrachtung spiegelt sich in der Maßnahmenkombination KfW 85 zur Sanierung in einem Zuge wieder. Hier wurden die Vor- und Rücklaufemperaturen auf 55/45 °C reduziert.

Die Kaminsanierung empfehle ich Ihnen als Luft-Abgas-System für einen raumluftunabhängigen Betrieb des Heizkessels. Eine Öffnung zur Ansaugung von Verbrennungsluft ist dadurch nicht mehr notwendig, ein Auskühlen des Heizraums wird vermieden.

Nach Sanierung des Gebäudes wird ein Heizkessel mit deutlich geringerer Heizleistung benötigt, wodurch die Anschaffungskosten sinken. Daher empfehlen wir, die Wärmedämmung des Gebäudes unbedingt vor oder zusammen mit der Heizungssanierung auszuführen.

Bei Sanierung der Heizungsanlage sollten auch Warmwasseranschlüsse für Wasch- und Spülmaschinen verlegt werden. Da in den Aufstellräumen bereits Warmwasser vorhanden ist, lässt sich der Anschluss sehr wirtschaftlich herstellen.

#### **Heizungssanierung mit Pelletkessel und Solaranlage zur Trinkwasserbereitung und Heizungsunterstützung**

angenommener Kesselwirkungsgrad der neuen Heizung: 90 %

angenommene solare Deckung zur Trinkwarmwasserbereitung: 57 %

angenommene solare Deckung zur Heizungsunterstützung: 10 %

Bauteilfläche [m <sup>2</sup> ]	energetisch bedingte Investitionskosten			Lebensdauer der Maßnahme (bei regelmäßigem Unterhalt) [Jahre]
	spezifisch [€/m <sup>2</sup> ]	pauschal [€]	gesamt [€]	
-	-	32.000	32.000	20

Alle Kosten verstehen sich brutto.

## **4.2 Gesamtsanierung in Schritten**

Grundsätzlich ist die Sanierung der Gebäudehülle vor Sanierung der Anlagentechnik zu empfehlen, um die neue Heizungsanlage optimal auf den Wärmebedarf des sanierten Gebäudes abstimmen zu können. Der Austausch des Heizkessels kann aufgrund seines Alters jedoch nicht aufgeschoben werden. Daher ist es sinnvoll, zunächst einen kostengünstigeren Öl-Brennwertkessels einzubauen und die gegenüber einem Pelletkessel eingesparten Kosten schnellstmöglich in bedarfssenkende Maßnahmen zu investieren. So könnte zum Beispiel die Heizungssanierung zusammen mit der Maßnahmenkombination Keller ausgeführt werden. Da

bei der Heizungssanierung auch die Verteilleitungen unter der Kellerdecke saniert werden, würde dies gleichzeitig die Wärmdämmung der Kellerdecke erleichtern.

Die Sanierungsreihenfolge der Gebäudehülle empfiehlt sich abhängig von der Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen und der Bauabläufe. Die wirtschaftlichsten Maßnahmen sind diejenigen der Wärmedämmung zum unbeheizten Keller in Eigenleistung. Da zur Wärmedämmung der Giebfassaden der Ortgang verlängert werden muss, sollte die Dachsanierung vor Fassadensanierung erfolgen. Der Bestand der sanierungsbedürftigen Fenster müsste durch deren Pflege und Instandhaltung so lange gesichert werden.

Die schrittweise Sanierung führt insgesamt zu einem KfW-Effizienzhaus 115.

	<b>Referenzgebäude<sup>1</sup></b>	<b>Ihr Gebäude nach Sanierung</b>	<b>Verhältnis zum Referenzgebäude<sup>1</sup></b>	<b>Anforderung an KfW 115<sup>2</sup></b>
Primärenergiebedarf $Q_p$	87 kWh/(m <sup>2</sup> a)	88 kWh/(m <sup>2</sup> a)	101 %	≤ 115 %
Transmissionswärmeverlust $H_T$	0,44 W/(m <sup>2</sup> K)	0,43 W/(m <sup>2</sup> K)	98 %	≤ 130 %

<sup>1</sup> das Referenzgebäude beschreibt einen Neubaustandard nach EnEV

<sup>2</sup> Anforderung an KfW-Effizienzhaus im Verhältnis zum Referenzgebäude der EnEV

#### 4.2.1 Heizung

Die Sanierung der Heizungsanlage erfolgt grundsätzlich entsprechend Kap. 4.1.7 Seite 24, jedoch mit einem Öl-Brennwertkessel statt eines Pelletkessels. Trotz Sanierung der Heizungsanlage ohne Verbesserung des Wärmeschutzes des Gebäudes empfehle ich den Einbau eines Brennwertkessels mit Solaranlage, auch wenn der Brennwertkessel seine optimale Effizienz erst nach Verbesserung des Wärmeschutzes erreicht. Zusammen mit einer Vorlauftemperaturregelung kann der Kessel zumindest bereits in den Übergangszeiten Herbst und Frühjahr im Brennwertbereich betrieben werden. Die Effizienz des Kessels wird sich danach mit jedem Sanierungsschritt verbessern. Die Solaranlage muss bei späterer Dachsanierung nochmals abmontiert werden. Dies ist jedoch mit vertretbarem Aufwand möglich.

Der Einbau einer Pelletheizung entsprechend Kap. 4.1.7 Seite 24 ist ohne Verbesserung des Wärmeschutzes des Gebäudes aufgrund der begrenzten Lagerkapazitäten schwierig. Selbst bei voller Ausnutzung des möglichen Lagervolumens müssten Pellets voraussichtlich 2 bis 3-mal jährlich nachgetankt werden.

In Baden-Württemberg muss nach dem EWärmeG auch bei einer Heizungserneuerung in bestehenden Gebäuden ein Teil des Energiebedarfs durch erneuerbare Energien gedeckt werden. Diese Forderung wird durch die Solaranlage erfüllt.

Bei Einbau einer Indach-Solaranlage ersetzt der Kollektor einen Teil der Dachdeckung. Dies spart Kosten bei der späteren Dachsanierung.

### Heizungssanierung mit Brennwertkessel und Solaranlage zur Trinkwasserbereitung und Heizungsunterstützung

angenommener Kesselwirkungsgrad der neuen Heizung: 97 %

angenommene solare Deckung zur Trinkwarmwasserbereitung: 57 %

angenommene solare Deckung zur Heizungsunterstützung: 10 %

Energiekosten nach Sanierung [€/a]	energetisch bedingte Investitionskosten [€]	öffentliche Fördermittel (siehe Kap. 5 S. 30) [€]	prognostizierte Einsparungen		Kosten / Nutzen
			Energiebedarf [kWh/a]	Energiekosten [€/a]   [%]	
4.500	22.000	3.742	41.000	3.400   43	5 : 1

<sup>1</sup> bei Durchführung in Eigenleistung

Alle Kosten verstehen sich brutto.

#### 4.2.2 Maßnahmenkombination Keller

Die Wärmedämmung der Kellerdecke entsprechend Kap.4.1.5 Seite 22 lässt sich hervorragend mit der Wärmedämmung der Kellerinnenwände im Treppenhaus und Austausch der Kellertüre entsprechend Kap. 4.1.6 Seite 23 kombinieren. Aus energetischer Sicht handelt es sich bei der Wärmedämmung der Kellerdecke mit Einsparpotentialen von 6 % zwar eher um eine kleine Maßnahme, die aber wesentlich zur Verbesserung des Wohnkomforts Ihrer Wohnung im Erdgeschoss beiträgt. Durch höhere Oberflächentemperaturen des Erdgeschossfußbodens verringert sich die Fußkälte und verbessert sich die Temperaturschichtung der Raumluft im gesamten Erdgeschoss. Die Maßnahme lässt sich gut in Eigenleistung durchführen und ist dadurch besonders wirtschaftlich.

#### Maßnahmenkombination Keller

bestehend aus: 4.1.5 Wärmedämmung der Kellerdecke in Eigenleistung (Seite 22)

4.1.6 Wärmedämmung der Kellerinnenwände im Treppenhaus und Austausch der Kellertüre in Eigenleistung (Seite 23)

Energiekosten nach Sanierung [€/a]	energetisch bedingte Investitionskosten [€]	öffentliche Fördermittel (siehe Kap. 5 S. 30) [€]	prognostizierte Einsparungen		Kosten / Nutzen
			Energiebedarf [kWh/a]	Energiekosten [€/a]   [%]	
7.500	3.200	0	5.200	450   6	7 : 1

Alle Kosten verstehen sich brutto.

#### 4.2.3 Maßnahmenkombination Dach

Mit der Wärmedämmung des Daches entsprechend Kap. 4.1.3 Seite 21 empfehle ich gleichzeitig die Dachflächenfenster entsprechend Kap. 4.1.4 Seite 21 auszutauschen, da deren Lage ohnehin der neuen Dachebene angepasst werden muss. Mit neuen Dachflächenfenstern kann zudem eine durchgängige luftdichte Ebene hergestellt werden, wodurch sich die vor der Sanierung aufgetretenen unkontrollierten Lüftungswärmeverluste und Zugerscheinungen vermindern. Durch die Maßnahmen verbessern sich insbesondere auch der sommerliche Wärmeschutz im Dachgeschoss sowie der Schallschutz.

Im Zuge der Dachsanierung sollten für eine zukünftige Außenwanddämmung die Dachüberstände ausreichend verlängert werden. Auf eine fachgerechte Planung und Ausführung der Wärmebrücken am Fassadenanschluss ist zu achten.

<b>Maßnahmenkombination Dach</b>						
bestehend aus: 4.1.3 Wärmedämmung des Daches (Seite 21)						
4.1.4 Austausch der Dachflächenfenster (Seite 21)						
Energiekosten nach Sanierung	energetisch bedingte Investitionskosten	öffentliche Fördermittel (siehe Kap. 5 S. 30)	prognostizierte Einsparungen		Kosten / Nutzen	
			Energiebedarf	Energiekosten		
[€/a]	[€]	[€]	[kWh/a]	[€/a]	[%]	
6.700	19.000	3.926	15.000	1.300	16	12 : 1

<sup>1</sup> bei Durchführung in Eigenleistung

Alle Kosten verstehen sich brutto.

#### 4.2.4 Maßnahmenkombination Fassade

Die Fenster befinden sich in baulich sehr schlechtem Zustand und müssen daher in absehbarer Zeit ausgetauscht werden. Den Austausch der Fenster und der Haustüre entsprechend Kap. 4.1.2 Seite 20 empfehle ich, mit der Wärmedämmung der Außenwände entsprechend Kap. 4.1.1 Seite 19 zu kombinieren. So kann die Lage von Fenstern und Haustüre zur neuen Dämmebene optimiert werden, um Wärmebrücken und Verschattung durch Laibungen zu reduzieren und eine durchgängige luftdichte Ebene herzustellen. Durch den fachgerechten Anschluss von dichteren Fenstern und der Haustüre an die Außenwände werden Luftundichtigkeiten und somit unkontrollierte Lüftungswärmeverluste sowie die vor Sanierung aufgetretenen Zugscheinungen verringert. Außerdem verbessern sich Schallschutz und sommerlicher Wärmeschutz. Die höheren Oberflächentemperaturen an Fenstern und Außenwänden tragen wesentlich zu einer höheren Behaglichkeit bei.

Die Maßnahmen fördern vor allem in der Kombination das Erscheinungsbild des Hauses. Nicht nur der Eingang erfährt eine repräsentative Aufwertung. Die gesamte Fassade erhält ein neues „Kleid“.

Beim Austausch der Fenster ist nach DIN 1946-6 ein Lüftungskonzept für das Gebäude zu erstellen (siehe Kap. 1.8.3 Seite 9). Bei der Wärmedämmung der Außenwände ist auf fachgerechte Planung und Ausführung der Wärmebrücken am Eingangsvordach und den Balkonplatten sowie des Sockels und des Dachanschlusses zu achten. Der Ortgang muss bis über die neue Dämmebene verlängert werden.

<b>Maßnahmenkombination Fassade</b>						
bestehend aus: 4.1.1 Wärmedämmung der Außenwände (Seite 19) 4.1.2 Austausch der Fenster und Haustüre (Seite 20)						
Energiekosten nach Sanierung [€/a]	energetisch bedingte Investitionskosten [€]	öffentliche Fördermittel (siehe Kap. 5 S. 30) [€]	prognostizierte Einsparungen		Kosten / Nutzen	
			Energiebedarf [kWh/a]	Energiekosten [€/a]   [%]		
5.600	55.000	11.404	28.000	2.400   30	18 : 1	

<sup>1</sup> bei Durchführung in Eigenleistung

Alle Kosten verstehen sich brutto.

### 4.3 Weitere energetische Schwachstellen und Energiesparmaßnahmen

Rollladenkästen: Um Zugluft und Schimmelbildung zu vermeiden, sollten die vorhandenen Rollladenkästen von innen luftdicht verschlossen und mit Wärmedämmung komplett gefüllt werden. Neue Rollläden oder Jalousien können von außen auf die vorhandenen Rollladenkästen montiert werden. Die neuen Rollläden sollten elektrisch betrieben werden, um Undichtigkeiten über Wanddurchbrüche für Kurbeln zu vermeiden.

Wärmebrücken an Eingangsvordach und Balkonen: Eingangsvordach und Balkone können – soweit statisch möglich – abgetrennt und ersetzt werden. Ansonsten müssen sie von oben und unten wärmegeämmt werden, um Schimmelbildung an der raumseitigen Decke vorzubeugen. Gerade diese Problemzonen eines Hauses sollten von einer fachkundigen Person geplant und in der Ausführung überwacht werden.

Luftdichtheit: Im Zuge der Sanierungsmaßnahmen ist grundsätzlich in Planung und Ausführung auf Luftdichtheit aller Bauteile und Anschlüsse zu achten. Zur Sicherstellung des Mindestluftwechsels empfehlen wir, zumindest eine wohnungszentrale Abluftanlage einzubauen.



## 5 Förderung

Für die empfohlenen Maßnahmen können Sie nach heutigem Stand verschiedene Förderprogramme in Anspruch nehmen.

### Öffentliche Fördermittel in €

Förderprogramm	Maßnahmenkombination (siehe S. 4)				
	Heizung	Keller	Dach	Fassade	KfW 85
KfW Energieeffizient Sanieren	3.742 <sup>1</sup>	0	3.260	9.417	33.417
Marktanreizprogramm MAP	2.050 <sup>1</sup>	0	0	0	7.150
Energiesparprogramm Stadt Stuttgart	0	0	666	1.987	10.080
<b>Summe</b>	<b>3.742</b>	<b>0</b>	<b>3.926</b>	<b>11.404</b>	<b>50.647</b>

<sup>1</sup> nicht kumulierbar

Alle aufgeführten Programme sind grundsätzlich kumulierbar, mit Ausnahme der Heizungserneuerung als Einzelmaßnahmen im KfW-Programm „Energieeffizient Sanieren“ mit einem Zuschuss aus dem Marktanreizprogramm MAP. Die Beschreibung der Förderprogramme und Berechnung der Fördermittel sind im Folgenden genauer dargestellt.

### KfW-Förderprogramm „Energieeffizient Sanieren“

Im KfW-Programm „Energieeffizient Sanieren“ können Energiesparmaßnahmen entweder über ein zinsvergünstigtes Darlehen oder einen Zuschuss gefördert werden. Ein Zuschuss wird jedoch nur für Ein- oder Zweifamilienhäuser und Eigentumswohnungen gewährt. In der Kreditvariante erhalten Sie für Effizienzhäuser einen zusätzlichen Tilgungszuschuss auf das Darlehen abhängig vom erreichten Effizienzhaus-Niveau.

Die maximal förderfähigen Investitionskosten liegen für Einzelmaßnahmen bei 50.000 € je Wohneinheit – in Ihrem Fall also bei 150.000 € – und für ein Effizienzhaus bei 75.000 € je Wohneinheit – in Ihrem Fall also bei 225.000 €. Damit dürfte eine Vollfinanzierung aller förderfähigen Investitionskosten möglich sein. Das Programm kann bei einer Sanierung in Schritten auch mehrmals in Anspruch genommen werden. Der objektbezogene Förderhöchstbetrag darf jedoch insgesamt nicht überschritten werden.

Die tatsächliche Höhe der Förderung richtet sich nach den nachgewiesenen Kosten für die energetische Sanierung. **Förderfähige Investitionen** sind dabei nicht nur die durch die energetischen Maßnahmen unmittelbar bedingten – in den Kapiteln 4.1.1 bis 4.3 ermittelten – „energetisch bedingten Investitionskosten“, sondern auch Planungs- und Baubegleitungsleistungen sowie Kosten notwendiger Nebenarbeiten, die zur ordnungsgemäßen Fertigstellung und Funktion des Gebäudes erforderlich sind. So werden bei einer förderfähigen energetischen Sanierung auch eventuell ohnehin fällige Instandhaltungskosten oder Nebenkosten, die auch bei nicht förderfähiger Sanierung anfallen würden, mitgefördert. Die Förderung dieser Kosten wird daher bei der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der energetischen Sanierung zuge-

schlagen und von den energetisch bedingten Investitionskosten abgezogen. Zur Ermittlung der förderfähigen Investitionen wurden die Kosten für Planung, Baubegleitung und Nebenarbeiten abgeschätzt und den energetisch bedingten Investitionskosten hinzuaddiert.

Maßnahmenkombination (siehe S. 4)	geschätzte förderfähige Investitionen [€]	Tilgungszuschuss		Zinsvorteil <sup>1</sup> [€]	Summe [€]
		[%]	[€]		
Heizung	31.000	keiner		3.742	3.742
Keller	nur Eigenleistung <sup>2</sup>	-		-	-
Dach	27.000	keiner		3.260	3.260
Fassade	78.000	keiner		9.417	9.417
KfW 85 <sup>2</sup>	150.000	7,5	11.250	22.167	33.417

<sup>1</sup> Zinsvorteil unter den in den Berechnungsbeispielen genannten Konditionen.

<sup>2</sup> Materialkosten und Arbeitsaufwand von Eigenleistung werden nicht gefördert. Die in Eigenleistung erbrachten energetischen Verbesserungen werden jedoch beim Nachweis des KfW-Effizienzhausniveaus berücksichtigt.

Der Zinsvorteil ergibt sich aus der Zinsvergünstigung der KfW-Darlehen gegenüber marktüblichen Konditionen und wurde durch den Vergleich von Tilgungsplänen einer KfW-geförderten Finanzierung mit marktüblichen Konditionen ermittelt. Die KfW bietet dazu unter [www.kfw-foerderbank.de](http://www.kfw-foerderbank.de) einen Tilgungsrechner an, mit dem Sie die Zinsbelastung jederzeit nach aktuellen Konditionen selbst ermitteln und vergleichen können. Einen Tilgungsplan zu aktuellen marktüblichen Konditionen kann Ihnen die finanzierende Bank erstellen.

Der Zinsvorteil wurde unter den folgenden zum Beratungszeitpunkt aktuellen Konditionen beispielhaft für einen Kreditbetrag von 150.000 € ermittelt. Die Zinseinsparung kann für die verschiedenen Maßnahmenkombinationen über den Kreditbetrag linear skaliert werden. Der Kreditbetrag entspricht den angenommenen förderfähigen Investitionskosten.

	Einzelmaßnahmen	KfW 85	marktübliche Konditionen
<b>Konditionen</b>			
Kreditbetrag	150.000 €		
Auszahlung	100 %		
Laufzeit	20 Jahre		
tilgungsfreie Anlaufjahre	1	1	0
Zinsbindung	10 Jahre		
Sollzins [%]	1,0	1,0	2,5
Tilgungszuschuss [%]	-	7,5	-
Turnus der Zahlungen	monatlich		
<b>Monatsrate während der Zinsbindung</b>			
Anlaufjahre [€/Monat]	125,00	125,00	794,85
Folgejahre [€/Monat]	722,65	722,65	794,85

Fortsetzung auf der folgenden Seite

	Einzelmaßnahmen	KfW 85	marktübliche Konditionen
<b>Gesamtzahlungen nach Ende der Zinsbindung <sup>1</sup></b>			
Zinsen [€]	12.035,72	10.976,72	29.699,39
Tilgung [€]	67.510,05	68569,05	65.683,13
Tilgungszuschuss [€]	-	11.250	-
<b>Anschlussfinanzierung bis Ende der Laufzeit</b>			
Restschuld [€]	82.489,95	70.180,95	84.316,87
Sollzins [%]	4,5		
Monatsrate [€/Monat]	854,91	727,34	873,85
Zinsen [€]	20.099,58	17.100,35	20.544,73
<b>Zinseinsparung gegenüber marktüblichen Konditionen</b>			
Zinseinsparung gesamt [€]	18.108,83	22.167,05	-

<sup>1</sup> bei Gutschrift des Tilgungszuschusses 1 Jahr nach Kreditzusage

Weitere Informationen und aktuelle Konditionen unter: [www.kfw-foerderbank.de](http://www.kfw-foerderbank.de)

### „Energieeffizienzfinanzierung – Sanierung“ des Landes Baden-Württemberg

Im Förderprogramm „Energieeffizienzfinanzierung – Sanierung“ bezuschusst das Land Baden-Württemberg das KfW-Förderprogramm „Energieeffizient Sanieren Kredit“ durch eine zusätzliche Zinsvergünstigung. Förderfähige Investitionen bis zu 150.000 € werden zu einem derzeitigen Zinssatz von 0,75 % gefördert. Die Förderung ist über die L-Bank Baden-Württemberg zu beantragen.

Weitere Informationen und aktuelle Konditionen unter: [www.L-Bank.de](http://www.L-Bank.de)

### Marktanreizprogramm Erneuerbare Energien MAP

Im Marktanreizprogramm wird der Einsatz erneuerbarer Energie in Gebäuden gefördert.

Maßnahmenkombination (siehe S. 4)	Heizung	KfW 85
Solaranlage zur kombinierten Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung		
Basisförderung Kollektorfläche 90,- €/m <sup>2</sup> , mind 1.500 €	1.500 €	1.500 €
Effizienzbonus <sup>1</sup> Kollektorfläche (50 % der Basisförderung)		750 €
Kesseltausch-/Kombibonus	500 €	500 €
Bonus für effiziente Solarpumpe	50 €	50 €
Pelletkessel mit Wirkungsgrad von mind. 90 % und neu errichtetem Pufferspeicher von mind. 30 l/kW		
Basisförderung Pelletkessel 36 €/kW, mind. 2.900 €		2.900 €
Effizienzbonus <sup>1</sup> Pelletkessel (50 % der Basisförderung)		1.450 €
<b>Gesamt</b>	<b>2.050 €</b>	<b>7.150 €</b>

<sup>1</sup> Der Effizienzbonus wird gewährt, wenn der spezifische Transmissionswärmeverlust des Gebäudes den Wert von 0,65 W/(m<sup>2</sup>K) um mindestens 30% unterschreitet.

Weitere Informationen und aktuelle Konditionen unter: [www.bafa.de](http://www.bafa.de)

### Energiesparprogramm Stadt Stuttgart

Die Förderung für umfassende Energie einsparende Maßnahmen erfolgt durch Zuschüsse von bis zu 4.200 Euro je Wohnung. Voraussetzung ist eine Energiediagnose durch das Energieberatungszentrum Stuttgart e.V. oder die TÜV SÜD Industrie Service GmbH. Die Höhe der Förderung ist abhängig vom Transmissionswärmeverlust und Primärenergiebedarf nach Sanierung. Die Außenwand- und Dachsanierung kann alternativ als Einzelmaßnahme mit 8 €/m<sup>2</sup> Bauteilfläche gefördert werden. Fenster werden ab einem U-Wert  $\leq 0,85 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  mit 20 €/m<sup>2</sup> Bauteilfläche gefördert. Bei Kumulation mit dem KfW-Programm „Energieeffizient Sanieren“ wird die Förderung um 20 % gekürzt.

#### Berechnungsbeispiele:

<b>Umfassende Sanierung</b>	<b>KfW 85</b>
Investitionen in Wärmeschutz und Anlagentechnik (bei angenommenen Kosten von 150.000 €)	21.600 €
max. Förderbetrag für 3 Wohnungen bei Kumulation mit „Energieeffizient Sanieren“	<b>10.080 €</b>

<b>Einzelmaßnahmen</b>	<b>Außenwand</b>	<b>Dach</b>	<b>Fenster</b>
Bauteilfläche	188 m <sup>2</sup>	104 m <sup>2</sup>	49 m <sup>2</sup>
Förderung der Einzelmaßnahme bei Kumulation mit „Energieeffizient Sanieren“	<b>1.203 €</b>	<b>666 €</b>	<b>784 €</b>

Weitere Informationen und aktuelle Konditionen unter:  
[www.stuttgart.de/energiesparprogramm](http://www.stuttgart.de/energiesparprogramm)

## 6 Anhang

- Erläuterung von Fachbegriffen
- Zur Energieberatung getroffene Annahmen
  - Skizze des angenommenen beheizten Volumens
  - Weitere Annahmen zu nicht gesicherten Datengrundlagen
  - Energiepreisentwicklung der letzten Jahre
- Schornsteinfegerprotokoll
- Dokumentation der Daten und Berechnungen
  - Berechnungsgrundlagen
  - Volumenberechnung
  - Flächenberechnungen
  - Bauteilbeschreibungen und U-Wert-Berechnungen des Ist-Zustands
  - Berechnung des Heizwärmebedarfs im Ist-Zustand
  - Beschreibung der Anlagentechnik des Ist-Zustands
  - Berechnung der Anlagenverluste im Ist-Zustand
  - Dokumentation der Energieverbrauchsabrechnungen
  - Bauteilbeschreibungen und U-Wertberechnungen der Varianten
  - Berechnung des Heizwärmebedarfs der empfohlenen Maßnahmenkombinationen
  - Beschreibung der Anlagentechnik der Varianten
  - Berechnung der Anlagenverluste der empfohlenen Maßnahmenkombinationen