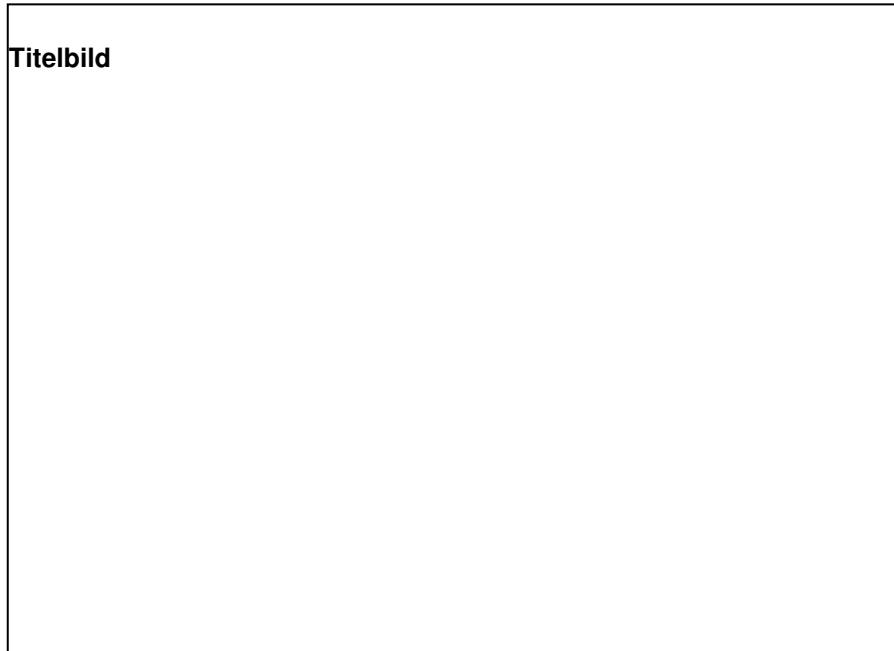


## Energiegutachten



Gebäude: freistehendes Einfamilienhaus  
xxxxxxxxxxxxx  
xxxxxxxxxxxxx

Auftraggeber: xxxxxx  
xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx  
xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx  
xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx

Erstellt von: Energieberatung Remshagen  
Dirk Remshagen  
  
Goldbergstr. 23  
55268 Nieder-Olm  
  
BAFA Beraternummer 125895

Erstellt am: 13. Dezember 2011

.....  
Unterschrift/Stempel

# Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassende Darstellung.....	4
1.1.1	Berechnungsgrundlagen.....	4
1.2	Zusammenfassung der Ergebnisse und Empfehlungen zur Ausführung aller Maßnahmen.....	5
1.3	Gegenüberstellung des Ist- und Soll-Zustandes der einzelnen aufgeführten Maßnahmen.....	7
1.4	Nachrüstpflichten nach EnEV .....	9
1.4.1	Anlagen.....	9
1.4.2	Oberste Geschossdecken .....	9
2	Aufnahme des Ist-Zustandes von Gebäude und Heizung.....	10
2.1	Gebäude .....	10
2.1.1	Gebäudehülle .....	11
2.1.2	Baulicher und wärmetechnischer Zustand .....	12
2.1.3	Bisher getätigte wärmetechnische Investitionen .....	13
2.1.4	Offensichtliche Wärmebrücken.....	13
2.1.5	Offensichtliche Lüftungswärmeverluste.....	13
2.1.6	Wärmeschutztechnische Einstufung der Gebäudehülle .....	14
2.2	Anlagentechnik.....	16
2.2.1	Heizungsanlage.....	16
2.2.2	Warmwasserversorgung.....	17
2.3	Tabellarische Ausweisung der Energiebilanz des Ist-Zustandes.....	18
2.3.1	Energiebilanz Ist-Zustand.....	18
2.3.2	Bewertung des Gebäudes .....	19
2.4	Beschreibung des Heiz- und Lüftungsverhaltens (Gewohnheit) der Bewohner .....	20
2.4.1	Nutzverhalten .....	20
2.4.2	Heizenergieverbrauch und -kosten über drei Heizperioden (zur Mittelwertbildung).....	20
3	Empfehlungen zur Energieeinsparung.....	21
3.1	Energetische Verbesserung der Gebäudehülle.....	21
3.1.1	Dämmung der Außenwände.....	21
3.2	Minderung der Wärmebrücken.....	21
3.3	Minderung von unkontrollierten Lüftungswärmeverlusten.....	22
3.3.1	Austausch der alten Fenster.....	22
3.3.2	Rolladenkasten dämmen und abdichten .....	22
3.4	Behaglichkeits- und Wertsteigerung des Gebäudes nach der Sanierung....	23
3.4.1	Kellerdeckendämmung.....	23

3.5	Höhe der Heizleistung der Heizungsanlage .....	23
3.5.1	Reduzierung der Verluste durch Verbrennungsluftversorgung mittels Außenluft.....	23
3.6	Minderung von Schwachstellen und Verbesserung der vorhandenen Heizungsanlage und des Warmwasserversorgungssystems .....	24
3.6.1	Verbesserung der vorhandenen Heizungsanlage und des Heizungssystems .....	24
3.6.2	Verbesserung der vorhandenen Warmwasserspeichers und des Warmwasserversorgungssystems.....	24
3.7	Austausch der Heizungsanlage und des Warmwasserversorgungssystems ...	24
3.7.1	Optimieren der bestehenden Heizungsanlage.....	24
3.8	Objektbezogene Vorschläge zur Nutzung erneuerbarer Energien .....	25
3.8.1	Bestehender Gasbrennwertkessel & Solar Warmwasser .....	25
3.8.2	Bestehender Gasbrennwertkessel & Solar Heizung .....	25
3.8.3	BHKW Bivalenzbetrieb .....	25
3.9	Beschreibung der einzelnen Sanierungsvarianten mit Wirtschaftlichkeitsberechnung.....	26
Variante 1 : Sofortmaßnahmen .....		26
Variante 2 : + Fenster.....		29
Variante 3 : + Außenwanddämmung.....		32
Variante 4 : + Solar Heizung.....		35
Variante 5 : + BHKW.....		38
3.10	Kosten für die vorgeschlagenen Einzelmaßnahmen bzw. Maßnahmenpakete .....	41
4	Zusätzliche Mindestanforderungen.....	42
4.1	Empfehlungen zur Stromeinsparung .....	42
4.2	Thermografischen Untersuchungen .....	42
4.3	Luftdichtigkeitsprüfungen nach DIN 13829 (Blower-Door-Tests).....	42
4.4	Allgemeine Grundsätze der Modernisierung .....	42
5.	Fazit .....	45
A.1	Glossar .....	46
A.2	Brennstoffdaten.....	49
A.3	Hinweise zu Förderprogrammen .....	49
A.3.1	EOR- Energieoffensive Rheinland-Pfalz .....	50
A.3.2	KfW- Förderbank .....	50
A.3.2	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA).....	50



## 1.2 Zusammenfassung der Ergebnisse und Empfehlungen zur Ausführung aller Maßnahmen

### Variante 01:

In der Variante 1 werden zunächst die Rolladenkästen gedämmt und abgedichtet.

Eine weitere wichtige, sowie sinnvolle Maßnahme ist das Dämmen der Kellerdecke (12cm WLK 032)

Die bestehende Heizungsanlage wird optimiert, die Heizkörperventile werden ausgetauscht, die Rohrleitungen im kompletten Kellergeschoss nach EnEV gedämmt und ein hydraulischer Abgleich wird durchgeführt.

Energiekosten - 33 %

### Variante 02:

In der Variante 2 betrifft, aufbauend der Variante 1, die Aluminiumfenster sowie die Hauseingangstür. Hierbei kommen neue Aluminium- oder Kunststofffenster mit 3 fach Verglasung zum Einsatz. Um Zugluft und auch Geräusche aus dem Treppenhaus zu vermeiden empfehle ich zusätzlich neue Wohneingangstüren.

Auch das einfach verglaste Stahlfenster im Treppenabgang zum Keller sollte ersetzt werden.

Energiekosten - 40 %

### Variante 03:

In der Variante 3 wird, zusätzlich zur Variante 2, die Fassade gedämmt (14cm WLK 032).

Energiekosten - 63 %

### Variante 04:

In der Variante 4 wird die Variante 3 zu Grunde gelegt. Die Gasbrennwertheizung wird mit einer Solaranlage zur Trinkwassererwärmung und Heizungsunterstützung ergänzt.

Somit wird der KfW- Effizienzhausstandard 115 erreicht.

Energiekosten - 74 %

**Variante 05:**

Die Variante 5 wird ebenfalls die Variante 3 zu Grunde gelegt. Zur bestehenden Heizungsanlage wird anstelle einer Solaranlage ein Mini- BHKW installiert. Diese stromerzeugende Heizung bildet die Grundlast zur Erwärmung des Gebäudes.

Der erzeugte Strom kann ins Stromnetz eingespeist oder auch selbst verbraucht werden.

In dieser Variante wird der KfW- Effizienzhausstandard 100 erreicht.

Wird der erzeugte Strom (ca. 11.041 kWh) eingespeist und der Erlös von 1.093 € von den Gaskosten abgezogen, reduzieren sich die Energiekosten um 80 %.

**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.**

### 1.3 Gegenüberstellung des Ist- und Soll-Zustandes der einzelnen aufgeführten Maßnahmen

## Zusammenfassung der Ergebnisse

#### Primärenergiebedarf

Primärenergiebedarf $Q_p$ :	kWh/a	Einsparung	
Ist-Zustand	92018		
Var.1 - Sofortmaßnahmen	60586	31432	34,2%
Var.2 - + Fenster	54657	37361	40,6%
Var.3 - + Außenwanddämmung	32164	59854	65,0%
Var.4 - + Solar Heizung	21724	70294	76,4%
Var.5 - + BHKW	20008	72010	78,3%

Primärenergiebedarf $q_p$ pro $m^2$ :	kWh/ $m^2$ a	Einsparung	
Ist-Zustand	236		
Var.1 - Sofortmaßnahmen	155	80	34,2%
Var.2 - + Fenster	140	96	40,6%
Var.3 - + Außenwanddämmung	82	153	65,0%
Var.4 - + Solar Heizung	56	180	76,4%
Var.5 - + BHKW	51	184	78,3%

#### Endenergiebedarf

Endenergiebedarf $Q_E$ :	kWh/a	Einsparung	
Ist-Zustand	82294		
Var.1 - Sofortmaßnahmen	54197	28098	34,1%
Var.2 - + Fenster	48854	33440	40,6%
Var.3 - + Außenwanddämmung	28638	53657	65,2%
Var.4 - + Solar Heizung	19086	63208	76,8%
Var.5 - + BHKW	30759	51536	62,6%

Endenergiebedarf $q_E$ pro $m^2$ :	kWh/ $m^2$ a	Einsparung	
Ist-Zustand	211		
Var.1 - Sofortmaßnahmen	139	72	34,1%
Var.2 - + Fenster	125	86	40,6%
Var.3 - + Außenwanddämmung	73	137	65,2%
Var.4 - + Solar Heizung	49	162	76,8%
Var.5 - + BHKW	79	132	62,6%

#### Schadstoff-Emissionen

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

CO <sub>2</sub> -Emissionen:	kg/a	Einsparung	
Ist-Zustand	20467		
Var.1 - Sofortmaßnahmen	13475	6992	34,2%
Var.2 - + Fenster	12158	8309	40,6%
Var.3 - + Außenwanddämmung	7159	13308	65,0%
Var.4 - + Solar Heizung	4846	15621	76,3%
Var.5 - + BHKW	7601	12867	62,9%

CO<sub>2</sub>-Emissionen pro m<sup>2</sup>:

	kg/m <sup>2</sup> a	Einsparung	
Ist-Zustand	52		
Var.1 - Sofortmaßnahmen	35	18	34,2%
Var.2 - + Fenster	31	21	40,6%
Var.3 - + Außenwanddämmung	18	34	65,0%
Var.4 - + Solar Heizung	12	40	76,3%
Var.5 - + BHKW	19	33	62,9%

NO<sub>x</sub>-Emissionen

NO<sub>x</sub>-Emissionen:

	kg/a	Einsparung	
Ist-Zustand	16,8		
Var.1 - Sofortmaßnahmen	11,1	5,8	34,2%
Var.2 - + Fenster	10,0	6,8	40,6%
Var.3 - + Außenwanddämmung	5,9	10,9	65,0%
Var.4 - + Solar Heizung	4,0	12,8	76,2%
Var.5 - + BHKW	11,0	5,9	34,9%

SO<sub>2</sub>-Emissionen

SO<sub>2</sub>-Emissionen:

	kg/a	Einsparung	
Ist-Zustand	13,9		
Var.1 - Sofortmaßnahmen	9,1	4,7	34,2%
Var.2 - + Fenster	8,3	5,6	40,5%
Var.3 - + Außenwanddämmung	4,9	9,0	64,5%
Var.4 - + Solar Heizung	3,5	10,4	75,1%
Var.5 - + BHKW	-3,3	17,2	123,7%

**Kosten / Wirtschaftlichkeit**

Brennstoffkosten

Brennstoffkosten:

	EUR/a	Einsparung	
Ist-Zustand	5653		
Var.1 - Sofortmaßnahmen	3769	1884	33,3%
Var.2 - + Fenster	3416	2237	39,6%
Var.3 - + Außenwanddämmung	2074	3579	63,3%
Var.4 - + Solar Heizung	1461	4193	74,2%
Var.5 - + BHKW	2217	3436	60,8%

Gesamtinvestitionskosten

Gesamtinvestitionskosten:

	EUR
Var.1 - Sofortmaßnahmen	17822
Var.2 - + Fenster	53307
Var.3 - + Außenwanddämmung	102715
Var.4 - + Solar Heizung	116715
Var.5 - + BHKW	132715





## 2 Aufnahme des Ist-Zustandes von Gebäude und Heizung

### 2.1 Gebäude

Ort:	xxxxxxxxxxxx
Bundesland:	xxxxxxxxxxxx
Gebäudetyp:	freistehendes Mehrfamilienhaus
Baujahr:	1956
Nutzung:	Wohngebäude
Beheizbare Wohnfläche	350,00 m <sup>2</sup>
Wohneinheiten:	3
Personenzahl:	7
Beheiztes Gebäudevolumen:	$V_e =$ 1220,22 m <sup>3</sup>
Gebäudehüllfläche:	$A =$ 882,86 m <sup>2</sup>
Kompaktheit:	$A/V =$ 0,72 m <sup>-1</sup>
Energiebezugsfläche:	$A_N =$ 390 m <sup>2</sup>
Mittlere Raumhöhe:	$H =$ 2,50 m
Luftvolumen:	$V_L =$ 927,37 m <sup>3</sup>
Luftwechsel:	$n =$ 0,70 h <sup>-1</sup>

#### Bauweise sowie bauliche Besonderheiten

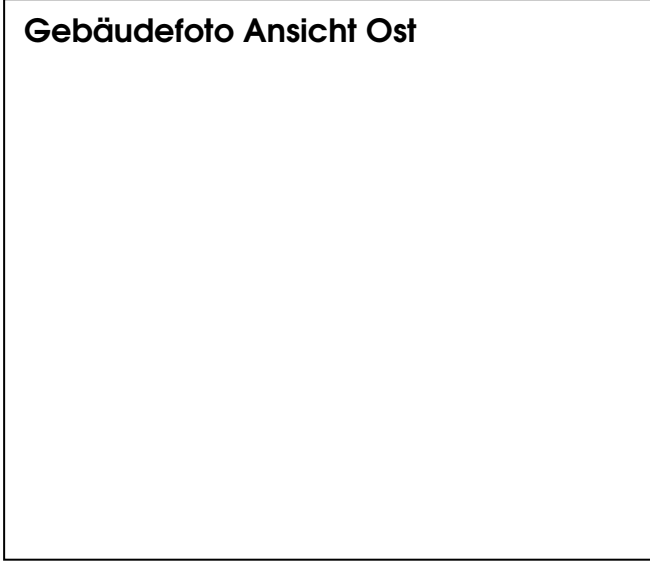
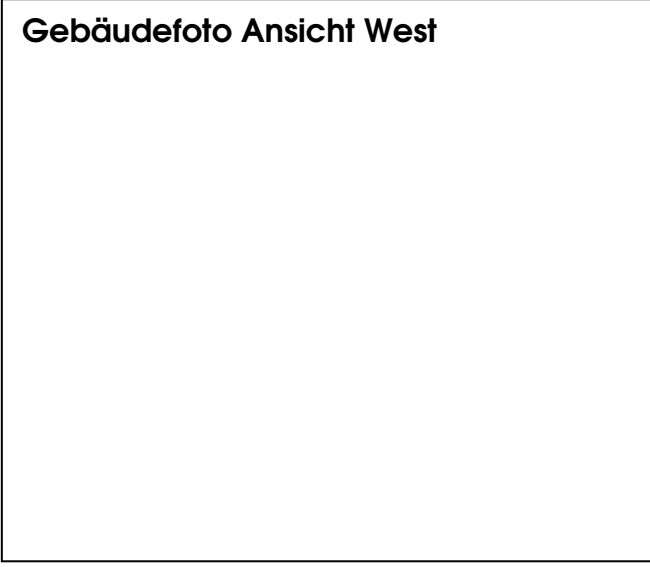
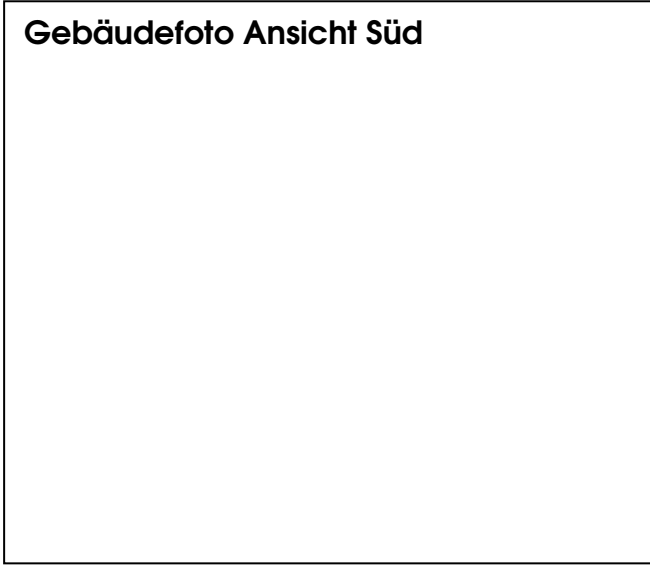
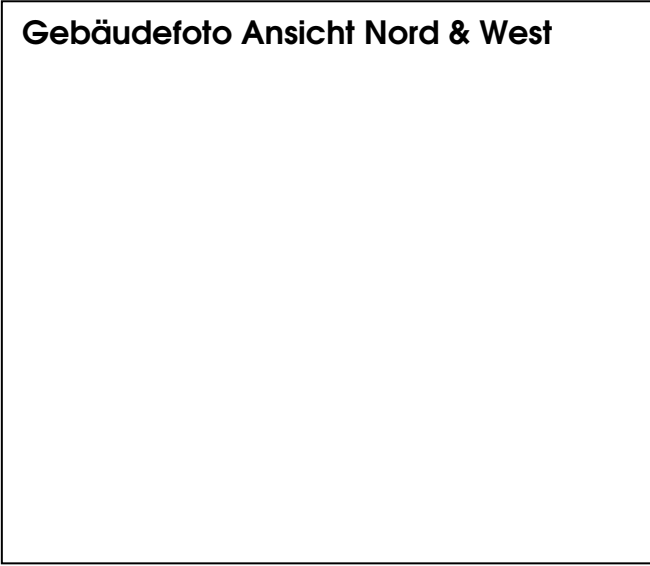
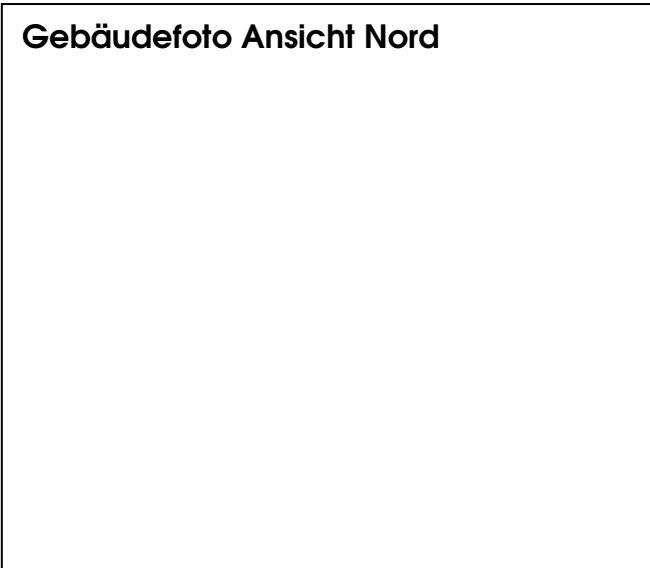
Das Gebäude wurde 1956 in Massivbauweise errichtet. Der Baustil ist ganz typisch für diese Bauzeit. Die Schleppdachgaube und die Dachform erinnern jedoch etwas an den Baustil der 30iger Jahre. In den 60igern wurde ein eingeschossiger Flachbau an das Gebäude angesetzt.

Durch die gegliederte Bauform zieht sich das Dach im Eingangsbereich bis in das Obergeschoss hinein. Die restliche Dachfläche umhüllt das ungeheizte Dachgeschoss.

Das Treppenhaus ist offen gestaltet und reicht bis in den unbeheizten Keller. Dieser erstreckt sich über eine Garage bis unter den Anbau (Kriechkeller).

### 2.1.1 Gebäudehülle

Fotographische Darstellung aller Gebäudeaußenflächen



## 2.1.2 Baulicher und wärmetechnischer Zustand

### Außenwandflächen

Die Außenwände bestehen aus Hohlblocksteinen (24 und 30 cm). Unter den Fenster finden sich meist Heizkörpernischen. Innenseitig wurde vermutlich eine Heraklitplatte als Putzträger verwendet.

Um den Dämmwert der Außenwände zu verbessern sollte eine Außendämmung angebracht werden (14cm WLG 032).

### Dach

Das Dach wurde im Frühjahr 2009 Jahre neu gedämmt. Auf die Sparren kam eine 14cm PUR-Schaumplatte zum Einsatz. Diese Dämmschicht reicht bis in den First des unbeheizten Dachgeschosses.

Die Dachschräge der Obergeschosswohnung (WE 1) ist von innen verkleidet. Hier ist jedoch lediglich eine unterseitige Heraklitplatte zu vermuten. Die Gaubenwangen wurden mit Zinkblech verkleidet und vermutlich mit gedämmt.

Die oberste Geschossdecke besteht aus Beton mit einer minimalen Trittschalldämmung (2 cm) und Estrich (3cm). Der Treppenaufgang geschieht über eine einfach verglaste, undichte Holztür und eine dahinterliegende, schmale Holztreppe.

Das Flachdach des Anbaus wurde im Jahr 2009 auch gedämmt. Hierbei bin ich von einer 10cm starken Dämmschicht ausgegangen. Die Anschlüsse der darunterliegenden Betondecke wurden jedoch offen gelassen, sodass sich hier eine deutliche Wärmebrücke gebildet hat.

Da das Dach komplett gedämmt wurde besteht keine Dämmpflicht für die oberste Geschossdecke. Trotzdem gelangt momentan Wärme aus den Obergeschosswohnungen in den ungeheizten Dachboden. Sollten keine Pläne bestehen den Dachboden in den nächsten Jahren auszubauen, so könnte eine Dämmschicht auf dem Dachboden den Wärmeverlust reduzieren.

Um die Wärmebrücke am Anschluss des Flachdaches zu minimieren, würde nur eine Außenwanddämmung mit dichtem Anschluss an das Dach helfen.

### Kellerdecke

Die Kellerdecke besteht aus einer dünnen Betonplatte (14 cm) und einem Steinfliesen- bzw. Holzbelag.

Hier sehe ich dringend Handlungsbedarf. Um hier eine Verbesserung zu erzielen müsste die Kellerdecke unterseitig gedämmt werden (12cm WLG 032).

### Fenster und Türen

Die Fenster und Türen des Gebäudes stammen aus unterschiedlichen Baujahren. Die Fenster besitzen zum Großteil einen gedämmten Aluminiumrahmen mit Doppelverglasung (1983). Teilweise finden sich jedoch noch ältere Modelle mit einem ungedämmten Aluminiumrahmen (1980).

Im Anbau der Süd- und Westseite, sowie bei einem Fenster der Nordseite wurden 2008 neue Aluminiumfenster mit Thermoverglasung eingesetzt. Im Bad der Obergeschosswohnung (WE 3) findet sich noch ein altes Holzfenster mit Einfachglas. Dies gilt auch für die Haustür. Im Kellerabgang befindet sich ein Stahlfenster mit Einfachverglasung.

Die Haustür und das einfach verglaste Holzfenster sollte möglichst bald ersetzt werden.

Hier empfehle ich hochdämmende Alu- oder Kunststoffrahmen mit 3-fach Thermoverglasung.

Auch die Aluminiumfenster mit Doppelglas sollten in den nächsten Jahren gegen Fenster mit 3-fach Thermoverglasung ersetzt werden.

Wichtig ist auch das Dämmen und Abdichten der Rolladenkästen.

Auch die Wohnungseingangstüren sollten in den nächsten Jahren gegen dicht schließende Modelle ersetzt werden.

### **2.1.3 Bisher getätigte wärmetechnische Investitionen**

Als wärmetechnische Investition kann lediglich der Dachausbau und die, in den letzten 3 Jahren, erneuerten Fenster gewertet werden.

### **2.1.4 Offensichtliche Wärmebrücken**

Wärmebrücken finden sich vor allem an den Geschossübergängen, den Fensteranschlüssen, den Fensterbänken, den Fensterstürzen, dem Dachanschluss und den Hausecken.

Eine besonders starke Wärmebrücke findet sich einmal an dem kleinen Balkon an der Ostseite und dem Anschluss des Flachdaches.

(Wärmebrücken können auch sein: Heizkörpernischen, Dachbodenluken, Balkonplatten, Betonsockel, Vordächer, Rolladenkästen, Glasbausteine, Fensterbänke, Stürze, Stirnseiten von Decken und Fußböden, etc.)

### **2.1.5 Offensichtliche Lüftungswärmeverluste**

Lüftungswärmeverluste finden sich vor allem an den alten Fenstern und deren Rolladenkästen.

Auch durch die alte Haustür und die Wohnungseingangstüren zieht es hindurch.

An einer Anschlussstelle der neu eingebauten Glasfront der Südseite des Flachbaus ist ebenfalls Zugluft zu spüren.

(Lüftungswärmeverluste können entstehen durch: undichte Fenster, Türen, Rolladenkästen, ausgebaute Dächer, Fachwerkwände, Verbrennungsversorgung für Etagenheizungen, Kachel- und Kaminöfen aus beheizten Räumen)

## 2.1.6 Wärmeschutztechnische 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 bei Änderungen von Bauteilen an bestehenden Gebäuden stellt. Die angekreuzten Bauteile liegen deutlich über diesen Mindestanforderungen und bieten daher 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-Wert Passiv- haus in W/m <sup>2</sup> K
	DA	Dachseite Nord	21,81	0,19	0,24	0,15-0,10
	DA	Flachdach	67,12	0,26	0,20	0,15-0,10
	DG	Pultdachgaube	15,74	0,19	0,24	0,15-0,10
X	OG	oberste Geschossdecke	163,41	1,24	0,24	0,15-0,10
X	RK	Rolladenkasten Ost	0,46	3,00	0,24	0,15-0,10
X	RK	Rolladenkasten Nord	1,30	3,00	0,24	0,15-0,10
X	RK	Rolladenkasten Süd	2,25	3,00	0,24	0,15-0,10
X	TA	Haustür	5,50	4,50	2,00	0,15-0,10
X	WA	Außenwand Nord	73,14	1,36	0,24	0,15-0,10
X	WA	Außenwand Ost	61,14	1,36	0,24	0,15-0,10
X	WA	Außenwand Süd	80,96	1,36	0,24	0,15-0,10
X	WA	Außenwand West	69,14	1,36	0,24	0,15-0,10
X	FA	Fenster Nord	0,41	1,77	1,30	< 0,8
X	FA	Fenster Nord	17,35	3,04	1,30	< 0,8
X	FA	Fenster Nord	0,41	4,72	1,30	< 0,8
X	FA	Fenster Ost	1,98	1,59	1,30	< 0,8
X	FA	Fenster Ost	6,00	3,02	1,30	< 0,8
X	FA	Fenster Ost	2,31	4,09	1,30	< 0,8
X	FA	Fenster Süd	9,60	1,50	1,30	< 0,8
X	FA	Fenster Süd	15,66	3,00	1,30	< 0,8
X	FA	Fenster Süd	8,07	4,20	1,30	< 0,8
X	FA	Fenster West	2,75	3,03	1,30	< 0,8
X	FA	Gaubenfenster Nord	1,11	3,13	1,30	< 0,8
X	BA	Boden gegen Außenluft	8,40	3,00	0,24	0,15-0,10
X	BK	Boden gegen Keller	246,86	2,28	0,30	0,15-0,10

\*) 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. Bei Innendämmung darf ein Wärmedurchgangskoeffizient von  $0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$  nicht überschritten werden. Ist die Dämmschichtdicke aus technischen Gründen begrenzt, so ist die höchstmögliche Dämmschichtdicke einzubauen. Wird bei vorhandenen Fenstern nur die Verglasung ersetzt, so gilt für die Verglasung der Maximalwert  $1,30 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

## **Bewertung der Gebäudehülle**

Insgesamt sehe ich einige Mängel an der Gebäudehülle.

Die größten Mängel sind sicherlich die bislang ungedämmten Rolladenkästen sowie der Boden gegen den ungeheizten Keller.

Auch die alten Fenster und die Haustüre des Hauses sind Bauteile die für einen hohen Energieverbrauch verantwortlich sind.

Insgesamt sind die Außenwände für den größten Wärmeverlust zuständig. Die 24cm Hohlblocksteine erfüllen noch nicht einmal den Mindestwärmeschutz.

Hier könnte nur eine Außenwanddämmung Abhilfe schaffen.

## 2.2 Anlagentechnik

### 2.2.1 Heizungsanlage

Der Gasbrennwertkessel stammt aus dem Jahr 2009. Der modulierende Brenner weist eine Leistung von 8 bis 33 kW auf. Das Gebäude benötigt momentan eine Leistung von maximal 22 kW.

Die geräteinterne Umwälzpumpe ist 2 stufig (70 und 90 Watt). Die Umwälzpumpe, nach der hydraulischen Weiche, ist 3 stufig (50 bis 70 Watt) und auf die 2 Stufe mit 60 Watt eingestellt.

Die witterungsgeführte Regelung scheint gut eingestellt zu sein.

Ein hydraulischer Abgleich wurde nicht durchgeführt. Die Heizleitungen sind nur im Heizraum und nur teilweise entsprechend der EnEV gedämmt. Der überwiegende Teil der Heizleitungen ist nicht mit der alten und ursprünglichen Gipswolldämmung ummantelt. Die Thermostatventile der Heizkörper sind recht alt.

#### Heizung:

Erzeugung	Zentrale Wärmeerzeugung Brennwert-Kessel - 33 kW, Erdgas E
Verteilung	Auslegungstemperaturen 70/55°C Dämmung der Leitungen: halbe EnEV Altbau-typischer Betrieb (kein hydraul. Abgleich, flachere Heizkurve) Umwälzpumpe leistungsgeregelt
Übergabe	freie Heizfläche, Anordnung im Außenwandbereich Thermostatventil, ohne Temp.vorregelung

Die Gasheizung ist neu und entspricht dem heutigen Stand der Technik. Somit sehe ich momentan keinen Grund für einen Austausch. Eine rein regenerative Energieerzeugung über einen Holzpelletkessel oder eine Wärmepumpe würde einen nicht sinnvollen Kesseltausch nach sich ziehen.

Ein hydraulischen Abgleich sollte unbedingt durchgeführt. Dabei müssten dann sowieso die alten Heizkörperventile ersetzt werden. Zusammen mit einer ausreichend dicken und lückenlos verlegten Rohrleitungsdämmung wären dann auch die Anforderungen der EnEV erfüllt.

Ich empfehle die Einstellungen der Heizungsregelung zu prüfen, darunter sollte auch die geräteinterne Heizungspumpe auf der kleinsten Stufe betrieben werden.

Die zweite Heizkreispumpe sollte gegen eine Hocheffizienzpumpe der Energieeffizienzklasse A ausgetauscht werden.

#### Anlagentechnische Investitionen

Der Kessel wurde 2009 installiert.



### Daten aus Schornsteinfegerprotokoll:

Abgasverlust: 1,7 %  
Kohlendioxid: 8,9 %  
Abgastemperatur: 55 °C

### 2.2.2 Warmwasserversorgung

Der Warmwasserspeicher (300 Liter) wurde ebenfalls 2009 eingebaut und wird von vom Gasbrennwertkessel beheizt.

In wie weit bei den Speichern eine Legionellengefahr besteht, konnte nicht ermittelt werden.

Die Rohrleitungen sind kaum und nicht entsprechend der EnEV gedämmt.

Die Speicherbeladung wird über die geräteinterne Heizungspumpe hergestellt.

Die Zirkulationspumpe (8 Watt) wird über eine analoge Zeitschaltuhr gesteuert.

#### **Warmwasser:**

Erzeugung Zentrale Warmwasserbereitung  
Brennwert-Kessel - 26 kW, Erdgas E  
Speicherung Indirekt beheizter Speicher - 300 Liter, Dämmung nach EnEV  
Verteilung Verteilung mit Zirkulation  
Dämmung der Leitungen: mäßig (Altbau)

Der Warmwasserspeicher entspricht dem heutigen Stand der Technik.

Die Warmwasserleitungen sollten nach EnEV gedämmt werden.

Die Zeitschaltuhr sollte getaktet werden.

In der heutigen Zeit sollte eine Warmwasserbereitung mit regenerativen Energien (zB. Solar) erzeugt werden.

## 2.3 Tabellarische Ausweisung der Energiebilanz des Ist-Zustandes

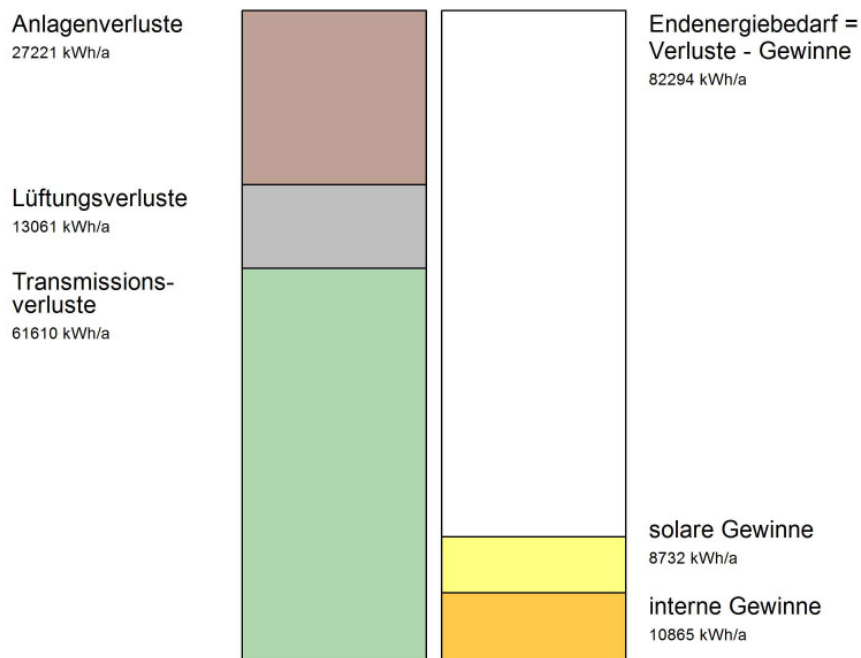
### 2.3.1 Energiebilanz Ist-Zustand

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?

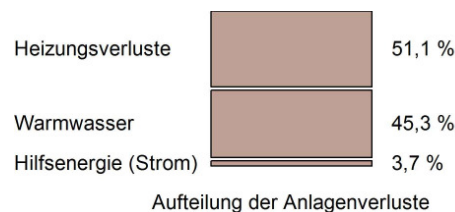
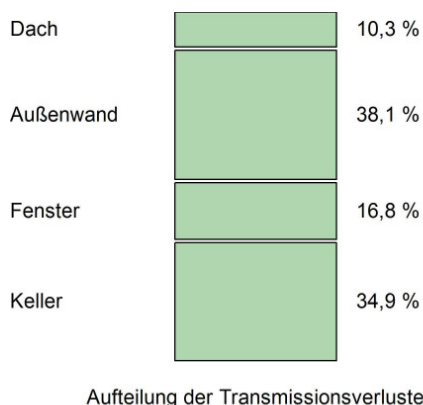
Die Antwort auf diese Fragen gibt eine Energiebilanz. Dazu werden alle Energieströme, die dem Gebäude zu- bzw. abgeführt werden, quantifiziert und anschließend bilanziert.

Berücksichtigt werden dabei die Wärmeverluste und Gewinne der Gebäudehülle, sowie die Verluste der Heizungsanlage und Trinkwarmwasserbereitung. Der Haushaltsstrom wird in dieser Bilanz nicht berücksichtigt.

Die Energiebilanz gibt Aufschluss darüber, in welchen Bereichen hauptsächlich die Energie verloren geht, bzw. wo zurzeit die größten Einsparpotenziale in Ihrem Gebäude liegen.

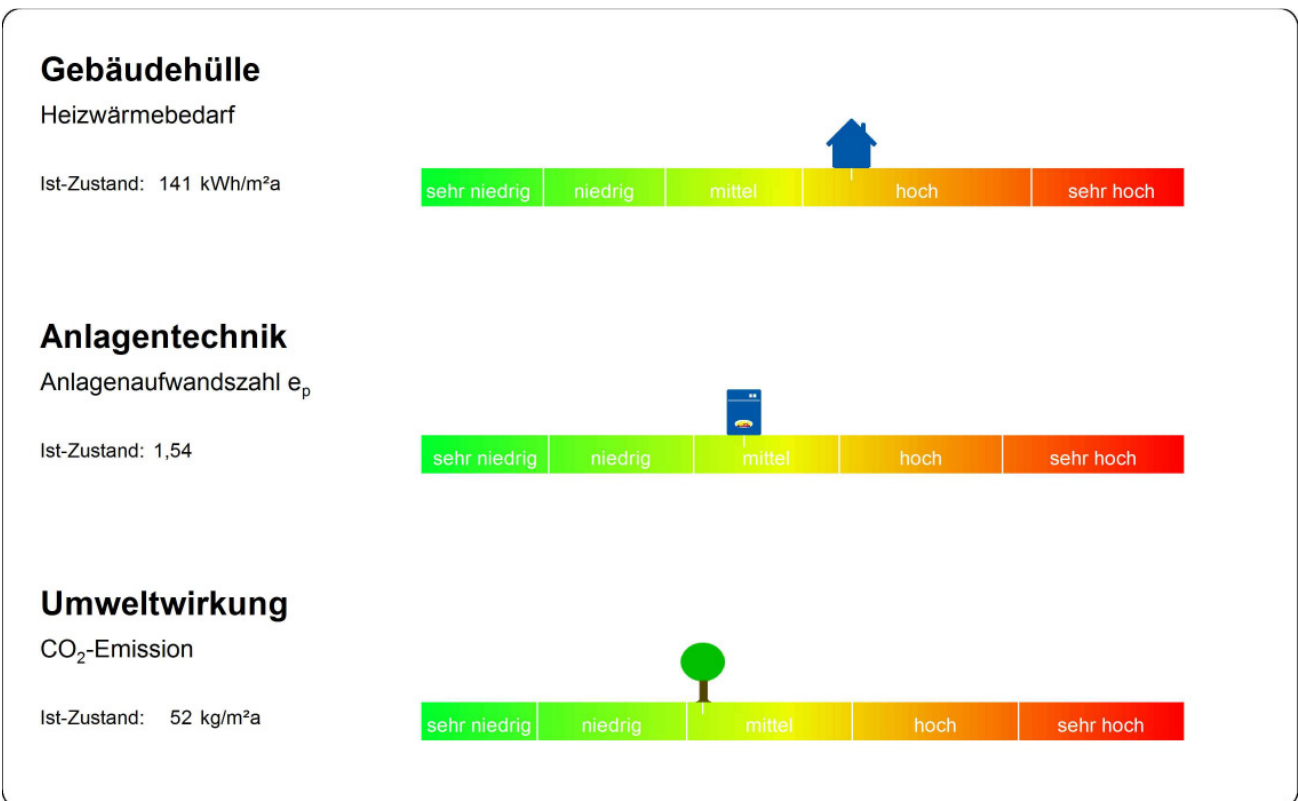
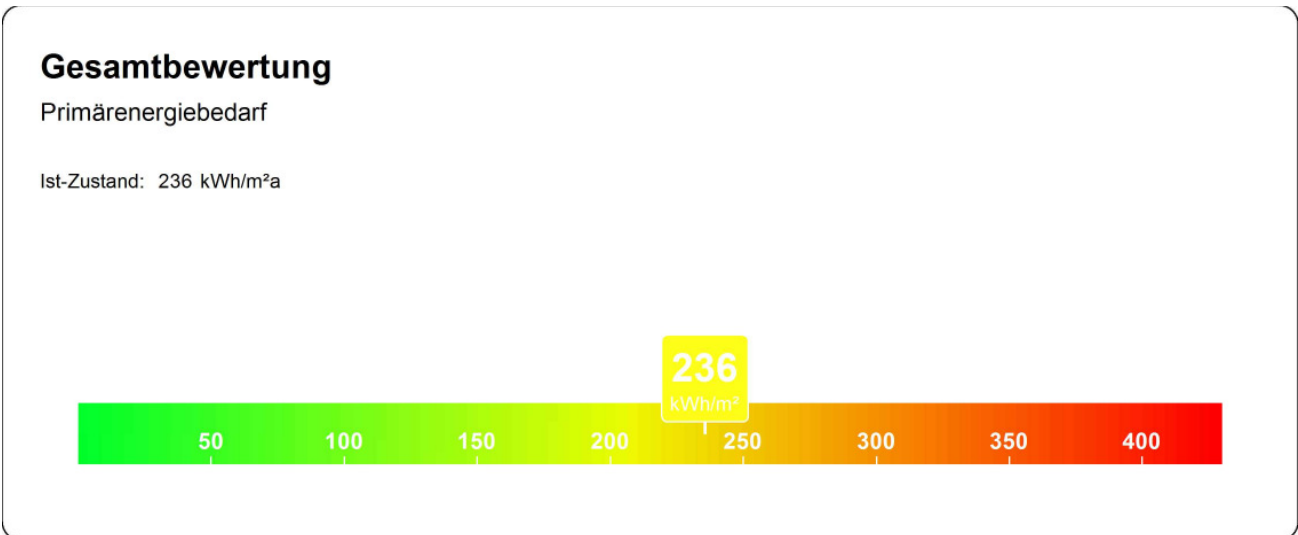


Die Aufteilung der Transmissionsverluste auf die Bauteilgruppen – Dach – Außenwand – Fenster – Keller – und der Anlagenverluste auf die Bereiche – Heizung – Warmwasser – Hilfsenergie (Strom) – können Sie den folgenden Diagrammen entnehmen.



### 2.3.2 Bewertung des Gebäudes

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



## 2.4 Beschreibung des Heiz- und Lüftungsverhaltens (Gewohnheit) der Bewohner

Das Gebäude wird mittels Fensterlüftung belüftet.

Die Bewohner beheizen einige Räume zum Teil niedriger oder gar nicht.

### 2.4.1 Nutzverhalten

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 der berechnete Wert mit den tatsächlichen Verbrauchswerten abgeglichen und dafür folgendes Nutzungsverhalten zu Grunde gelegt:

mittlere Innentemperatur: 18,0 °C,  
Luftwechselrate: 0,70 h<sup>-1</sup>,  
interne Wärmegewinne: 10865 kWh pro Jahr,  
Warmwasser-Wärmebedarf: 4754 kWh pro Jahr.

Der Anteil unbeheizter Bereiche wurde mit 35 % abgeschätzt.

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. (Brennstoffdaten siehe Anhang).

### 2.4.2 Heizenergieverbrauch und -kosten über drei Heizperioden (zur Mittelwertbildung)

#### Verbrauchsangaben

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

Bei der Berechnung der Ergebnisse dieses Berichts wurden Verbrauchsdaten berücksichtigt.

	berechneter Verbrauch	tatsächlicher Verbrauch
Erdgas E	7.772 m <sup>3</sup>	6.000 m <sup>3</sup>

## Erfasster Verbrauch - Heizenergie

Verbrauch im Jahr	Heizöl (Liter)	Erdgas (m <sup>3</sup> )	Erdgas (kWh)	Sonstige Brennstoffe	Kosten (€)
2009/ 10			64.720		
2010/ 11			58.782		
Mittelwert:			61.751		

Die Verbrauchsangaben stammen von der Eigentümerin und wurden auf Plausibilität geprüft.

Durch die teilweise recht großen Wohneinheiten werden einige Räume niedriger oder gar nicht beheizt. In der Berechnung bin ich davon ausgegangen, dass sich im Laufe der Zeit der Energieverbrauch durch Mieterwechsel ändern wird. Auch ein Gasverbrauch von über 80.000 kWh wäre dann möglich.

Durch nutzungs- und klimabedingte Einflüsse können die gemessenen Werte zusätzlich von den unter EnEV-Standard-Randbedingungen berechneten Werten abweichen.

## 3 Empfehlungen zur Energieeinsparung

### 3.1 Energetische Verbesserung der Gebäudehülle

#### 3.1.1 Dämmung der Außenwände

Beschreibung: Außenwanddämmung 14 cm WLG 032

Geschätzte Kosten: 49.408 €

Zu erwartende Einsparung: 22 %

Amortisation: 21 Jahre

Fördermöglichkeit: KfW- Förderbank

### 3.2 Minderung der Wärmebrücken

Um die Wärmebrücken des Flachdachanschlusses, den Geschossdecken, Hausecken, den Fensterstürzen und dem Dachanschluss abzumildern, könnte nur eine Außenwanddämmung Abhilfe schaffen.

Bei dem Balkon empfehle ich einen Abriss und gegeben falls einen Aufbau mittels Vorstellbalkon.

### **3.3 Minderung von unkontrollierten Lüftungswärmeverlusten**

#### **3.3.1 Austausch der alten Fenster**

Beschreibung: Fenster (3 fach Verglasung) und Haustür

Geschätzte Kosten: 36.585 € (davon Restwert 11.828 €, bezogen auf ein noch zu erwartende Lebensdauer von 10 Jahren)

Zu erwartende Einsparung: 6 %

Amortisation: 20 Jahre

Fördermöglichkeit: KfW- Förderbank

#### **3.3.2 Rolladenkasten dämmen und abdichten**

Beschreibung: dämmen und abdichten

Geschätzte Kosten: 1.204 €

Zu erwartende Einsparung: 0,5 %

Amortisation: 19 Jahre

Fördermöglichkeit: keine (nur innerhalb des KfW- Effizienzhausprogramms)

Die Belüftung des Gebäudes erfolgt weiterhin über die Fenster (Kipp- und Stoßlüftung)

Durch das Austauschen der Fenster und der beiden Türen wäre der unkontrollierte Lüftungswärmeverlust deutlich reduziert.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass bei einer sanierten Gebäudehülle auch ein geändertes Lüftungsverhalten notwendig ist, um langfristig Schimmelpilzbildung zu verhindern.

Wohn- und Büroräume (außer Kellerräume) sind täglich regelmäßig bedarfsgerecht z.B. durch Stoßlüftung zu lüften. Fenster in Dauerkippstellung im Winter sind zu vermeiden.

Kellerräume oder erdberührte Wohn- und Büroräume sollten nur gelüftet werden, wenn die Außenluft kälter ist als die Innenraumluft.

Grundsätzlich gilt: keine warme Luft in unbeheizte Räume lüften!

Türen zu kühleren oder feuchteren Räumen sind geschlossen zu halten.

Der in der EnEV vorgesehene Mindestluftwechsel ist ggf. auch mittels einer selbstständig arbeitenden Lüftungsanlage zu gewährleisten.

### **3.4 Behaglichkeits- und Wertsteigerung des Gebäudes nach der Sanierung**

Bei ungedämmten Wänden und schlechten Fenstern entsteht das Gefühl, es würde „ziehen“. Dieser Effekt ist mit dem großen Temperaturgefälle zwischen Wandoberfläche und Zimmerluft zu erklären. Ein behagliches Gefühl kommt erst dann auf, wenn der Temperaturunterschied nur gering ist.

Durch die Gebäudesanierung erhalten und steigern Sie den Wert Ihrer Immobilie nachhaltig.

Hier würden normale Instandsetzungsarbeiten nicht ausreichen, da diese nur die vorhandene Bausubstanz sichern, aber nicht dauerhaft verbessern.

#### **3.4.1 Kellerdeckendämmung**

Beschreibung: 12cm Polystyrol (WLG 032)

Geschätzte Kosten: 12.618 €

Zu erwartende Einsparung: 18 %

Amortisation: 10 Jahre

Fördermöglichkeit: KfW- Förderbank

### **3.5 Höhe der Heizleistung der Heizungsanlage**

Momentan benötigt das Gebäude bei voller Auslastung eine Kesselleistung von insgesamt 42 KW. Durch das Durchführen der Varianten verringert sich teilweise auch die benötigte Kesselleistung deutlich.

Variante 1: 31 KW

Variante 2: 27 KW

Variante 3: 15 KW

Variante 4: 15 KW

Variante 5: 15 KW

Die Höhe der erforderlichen Heizleistung ist abhängig vom Heizwärmebedarf und damit auch von der entsprechenden Gebäudesanierungsmaßnahme.

#### **3.5.1 Reduzierung der Verluste durch Verbrennungsluftversorgung mittels Außenluft**

Der jetzige Brennwertkessel bezieht seine Verbrennungsluft aus dem Kamin. Eine zusätzliche Verbrennungsluftöffnung durch die Außenwand ist nicht notwendig und sollte verhindert werden.

### **3.6 Minderung von Schwachstellen und Verbesserung der vorhandenen Heizungsanlage und des Warmwasserversorgungssystems**

#### **3.6.1 Verbesserung der vorhandenen Heizungsanlage und des Heizungssystems**

Rohrsystem: hydraulischen Abgleich durchführen, nach EnEV dämmen

Heizkörperventile: neue Thermostatventile einbauen

Heizungspumpe: Hocheffizienzpumpe einbauen

Heizungsregelung: Einstellungen überprüfen und gegeben falls Nachtabsenkung, Heiztemperatur und Heizkennlinie absenken.

#### **3.6.2 Verbesserung der vorhandenen Warmwasserspeichers und des Warmwasserversorgungssystems**

Mangelhafte Speicher- und Rohrdämmung: eine Zusätzliche Dämmung des Speichers ist nicht möglich.

Legionellenbildung: Mindesttemperatur 55°C einstellen, regelmäßige Speicherreinigung

Rohrleitungen: nach EnEV dämmen

Zirkulationspumpe: Zeitschaltuhr takten

### **3.7 Austausch der Heizungsanlage und des Warmwasserversorgungssystems**

#### **3.7.1 Optimieren der bestehenden Heizungsanlage**

Beschreibung: neue Thermostatventile, Rohrleitungen dämmen, hyd. Abgleich

Geschätzte Kosten: 4.000 €

Zu erwartende Einsparung: 16 %

Amortisation: 4 Jahre

Fördermöglichkeit: keine (nur innerhalb des KfW- Effizienzhausprogramms)



## 3.8 Objektbezogene Vorschläge zur Nutzung erneuerbarer Energien

### 3.8.1 Bestehender Gasbrennwertkessel & Solar Warmwasser

Beschreibung: Solaranlage Warmwasser

Geschätzte Kosten: 5.000 €

Zu erwartende Einsparung: 6 %

Amortisation: 11 Jahre

Fördermöglichkeit: keine (nur innerhalb des KfW- Effizienzhausprogramms)

### 3.8.2 Bestehender Gasbrennwertkessel & Solar Heizung

Beschreibung: Solaranlage Heizung

Geschätzte Kosten: 14.000 €

Zu erwartende Einsparung: 21 %

Amortisation: 9 Jahre

Fördermöglichkeit: BAFA- Förderung

### 3.8.3 BHKW Bivalenzbetrieb

Beschreibung: BHKW zusätzlich zum Gasbrennwertkessel

Geschätzte Kosten: 30.000 €

Zu erwartende Einsparung: 40 %, incl. 2.390 € Einspeisevergütung

Amortisation: 10 Jahre

Fördermöglichkeit: KfW- Förderbank

Hinweis: Ein Warmwasseranschluss der Spülmaschine sollte erfolgen, da die hierfür notwendige Heizenergie über den bestehenden Wärmerezeuger genutzt werden kann und nicht über elektrischen Strom erzeugt werden muss (Herstellerhinweise beachten!). Der Anschluss der Waschmaschine würde sich auch lohnen.

### 3.9 Beschreibung der einzelnen Sanierungsvarianten mit Wirtschaftlichkeitsberechnung

#### Variante 1 : Sofortmaßnahmen

In dieser Variante werden die folgenden Modernisierungsmaßnahmen betrachtet.

#### Modernisierung der Gebäudehülle - Variante 1 -

**Rolladen-  
kästen:** dämmen & abdichten

**Keller:** 12cm WLG 032

#### U-Wert-Übersicht der modernisierten Bauteile

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-Wert Passiv- haus in W/m <sup>2</sup> K
RK	Rolladenkasten Ost - dämmen & abdichten	0,46	0,84	0,24	0,15-0,10
RK	Rolladenkasten Nord - dämmen & abdichten	1,30	0,84	0,24	0,15-0,10
RK	Rolladenkasten Süd - dämmen & abdichten	2,25	0,84	0,24	0,15-0,10
BK	Boden gegen Keller - 12cm WLG 032	246,86	0,24	0,30	0,15-0,10

#### Modernisierung der Anlagentechnik - Variante 1 -

Optimieren der Wärmeverteilung



## Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 1 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionskosten	:	17.822 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Kosten (Erhaltungsaufwand)	:	0 EUR

<b>Gesamtkosten für die Energiesparmaßnahmen</b>	:	<b>17.822 EUR</b>
--	---	-------------------

### Die Amortisationsdauer beträgt 8 Jahre

Betrachtung der Maßnahmen mit einer jährlichen Teuerungsrate von 8 Prozent

#### heutige Brennstoffkosten

aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	5.653 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	3.769 EUR/Jahr
<b>Ersparnis</b>	<b>1.884 EUR/Jahr</b>

#### Brennstoffkosten in 3 Jahren

jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	7.122 EUR/Jahr
jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	4.748 EUR/Jahr
<b>Ersparnis</b>	<b>2.373 EUR/Jahr</b>

#### Brennstoffkosten in 6 Jahren

jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	8.971 EUR/Jahr
jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	5.981 EUR/Jahr
<b>Ersparnis</b>	<b>2.990 EUR/Jahr</b>

#### Brennstoffkosten in 9 Jahren

jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	11.301 EUR/Jahr
jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	7.535 EUR/Jahr
<b>Ersparnis</b>	<b>3.766 EUR/Jahr</b>

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden folgende Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
Kalkulationszinssatz	2,50 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,00 %
Teuerungsrate für Brennstoff	8,00 %
Interner Zinsfuß	18,76 %

## Variante 2 : + Fenster

In dieser Variante werden die folgenden Modernisierungsmaßnahmen betrachtet.

### Modernisierung der Gebäudehülle - Variante 2 -

**Haustür:** 3 fach Verglasung

**Rolladenkassen:** dämmen & abdichten

**Keller:** 12cm WLG 032

**Fenster:** 3 fach Verglasung

#### U-Wert-Übersicht der modernisierten Bauteile

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-Wert Passivhaus in W/m <sup>2</sup> K
RK	Rolladenkasten Ost - dämmen & abdichten	0,46	0,84	0,24	0,15-0,10
RK	Rolladenkasten Nord - dämmen & abdichten	1,30	0,84	0,24	0,15-0,10
RK	Rolladenkasten Süd - dämmen & abdichten	2,25	0,84	0,24	0,15-0,10
TA	Haustür - 3 fach Verglasung	5,50	1,60	2,00	0,15-0,10
FA	Fenster Nord - 3 fach Verglasung	17,75	1,05	1,30	< 0,8
FA	Fenster Ost - 3 fach Verglasung	8,31	1,05	1,30	< 0,8
FA	Fenster Süd - 3 fach Verglasung	23,72	1,05	1,30	< 0,8
FA	Fenster West - 3 fach Verglasung	2,75	1,12	1,30	< 0,8
FA	Gaube Fenster Nord - 3 fach Verglasung	1,11	1,05	1,30	< 0,8
BK	Boden gegen Keller - 12cm WLG 032	246,86	0,24	0,30	0,15-0,10

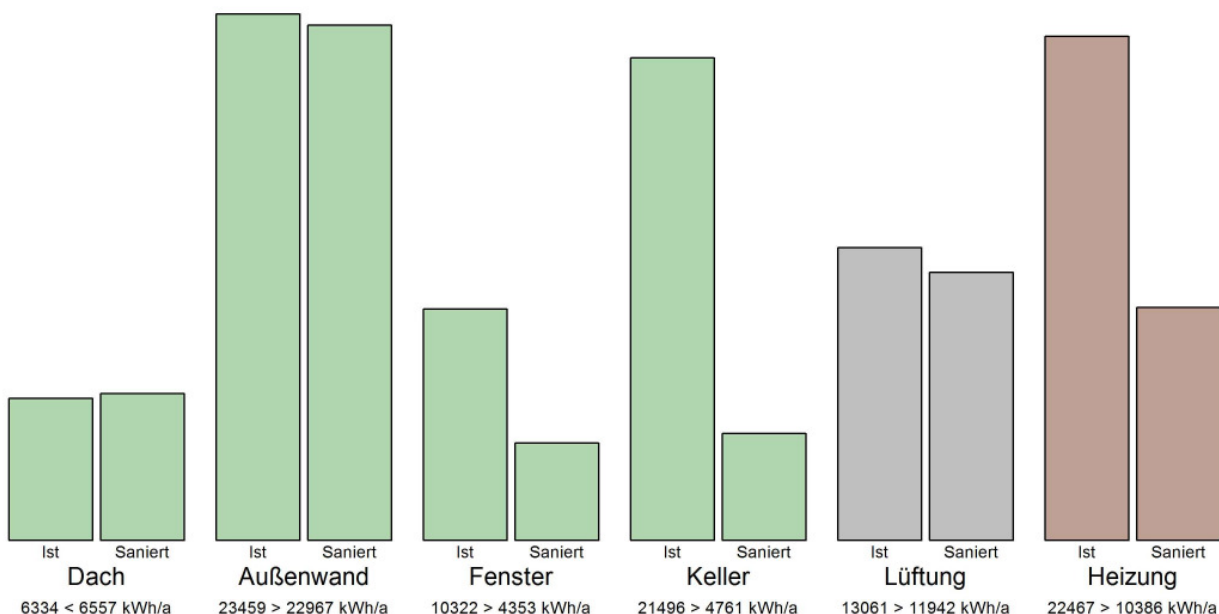
### Modernisierung der Anlagentechnik - Variante 2 -

Optimieren der Wärmeverteilung

## Energieeinsparung - Variante 2 -

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **41 %**.

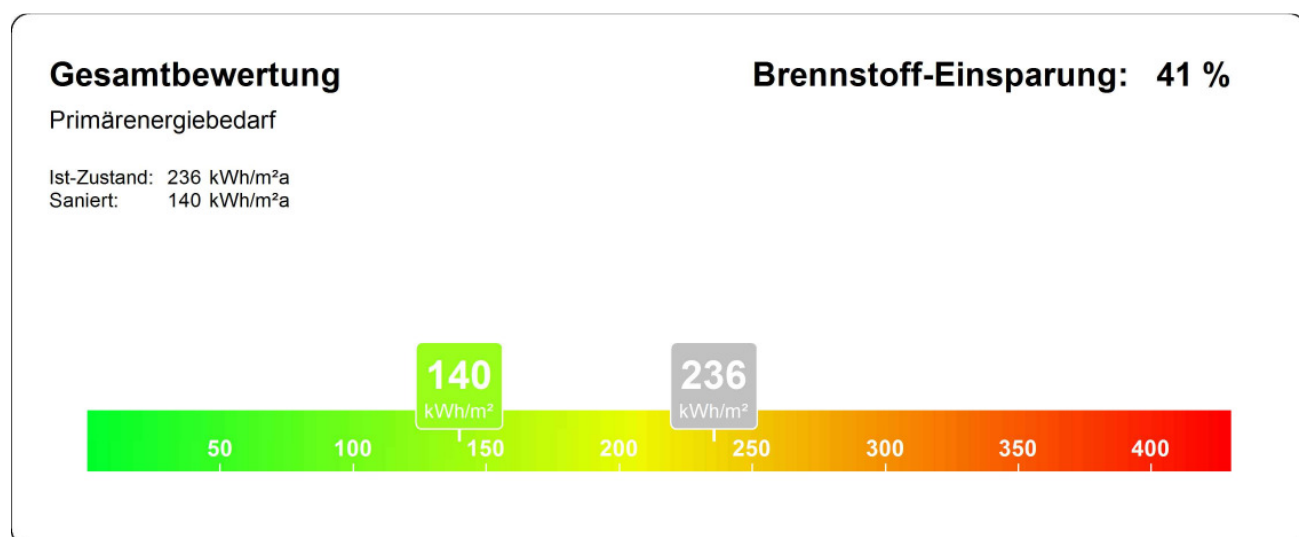
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 82294 kWh/Jahr reduziert sich auf 48854 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 33440 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen werden um 8309 kg CO<sub>2</sub>/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf **140 kWh/m<sup>2</sup>** pro Jahr.



## Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 2 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionskosten	:	53.307 EUR
Differenz zum Restwert der alten Fenster (Erhaltungsaufwand)	:	- 23.657 EUR

<b>Gesamtkosten für die Energiesparmaßnahmen</b>	:	<b>29.650 EUR</b>
--	---	-------------------

### Die Amortisationsdauer beträgt 10 Jahre

Betrachtung der Maßnahmen mit einer jährlichen Teuerungsrate von 8 Prozent

#### heutige Brennstoffkosten

aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	5.653 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	3.416 EUR/Jahr
<b>Ersparnis</b>	<b>2.237 EUR/Jahr</b>

#### Brennstoffkosten in 3 Jahren

jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	7.122 EUR/Jahr
jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	4.304 EUR/Jahr
<b>Ersparnis</b>	<b>2.818 EUR/Jahr</b>

#### Brennstoffkosten in 6 Jahren

jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	8.971 EUR/Jahr
jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	5.421 EUR/Jahr
<b>Ersparnis</b>	<b>3.550 EUR/Jahr</b>

#### Brennstoffkosten in 9 Jahren

jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	11.301 EUR/Jahr
jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	6.829 EUR/Jahr
<b>Ersparnis</b>	<b>4.472 EUR/Jahr</b>

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden folgende Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
Kalkulationszinssatz	2,50 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,00 %
Teuerungsrate für Brennstoff	8,00 %
Interner Zinsfuß	14,87 %

## Variante 3 : + Außenwanddämmung

In dieser Variante werden die folgenden Modernisierungsmaßnahmen betrachtet.

### Modernisierung der Gebäudehülle - Variante 3 -

- Außenwände:** 14cm WLG 032
- Haustür:** 3 fach Verglasung
- Rolladen-  
kasten:** dämmen & abdichten
- Keller:** 12cm WLG 032
- Fenster:** 3 fach Verglasung

#### U-Wert-Übersicht der modernisierten Bauteile

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-Wert Passiv- haus in W/m <sup>2</sup> K
RK	Rolladenkasten Ost - dämmen & abdichten	0,46	0,84	0,24	0,15-0,10
RK	Rolladenkasten Nord - dämmen & abdichten	1,30	0,84	0,24	0,15-0,10
RK	Rolladenkasten Süd - dämmen & abdichten	2,25	0,84	0,24	0,15-0,10
TA	Haustür - 3 fach Verglasung	5,50	1,60	2,00	0,15-0,10
WA	Außenwand Nord - 14cm WLG 032	73,14	0,20	0,24	0,15-0,10
WA	Außenwand Ost - 14cm WLG 032	61,14	0,20	0,24	0,15-0,10
WA	Außenwand Süd - 14cm WLG 032	80,96	0,20	0,24	0,15-0,10
WA	Außenwand West - 14cm WLG 032	69,14	0,20	0,24	0,15-0,10
FA	Fenster Nord - 3 fach Verglasung	17,75	1,05	1,30	< 0,8
FA	Fenster Ost - 3 fach Verglasung	8,31	1,05	1,30	< 0,8
FA	Fenster Süd - 3 fach Verglasung	23,72	1,05	1,30	< 0,8
FA	Fenster West - 3 fach Verglasung	2,75	1,12	1,30	< 0,8
FA	Gaube Fenster Nord - 3 fach Verglasung	1,11	1,05	1,30	< 0,8
BA	Boden gegen Außenluft - 14cm WLG 032	8,40	0,21	0,24	0,15-0,10
BK	Boden gegen Keller - 12cm WLG 032	246,86	0,24	0,30	0,15-0,10

### Modernisierung der Anlagentechnik - Variante 3 -

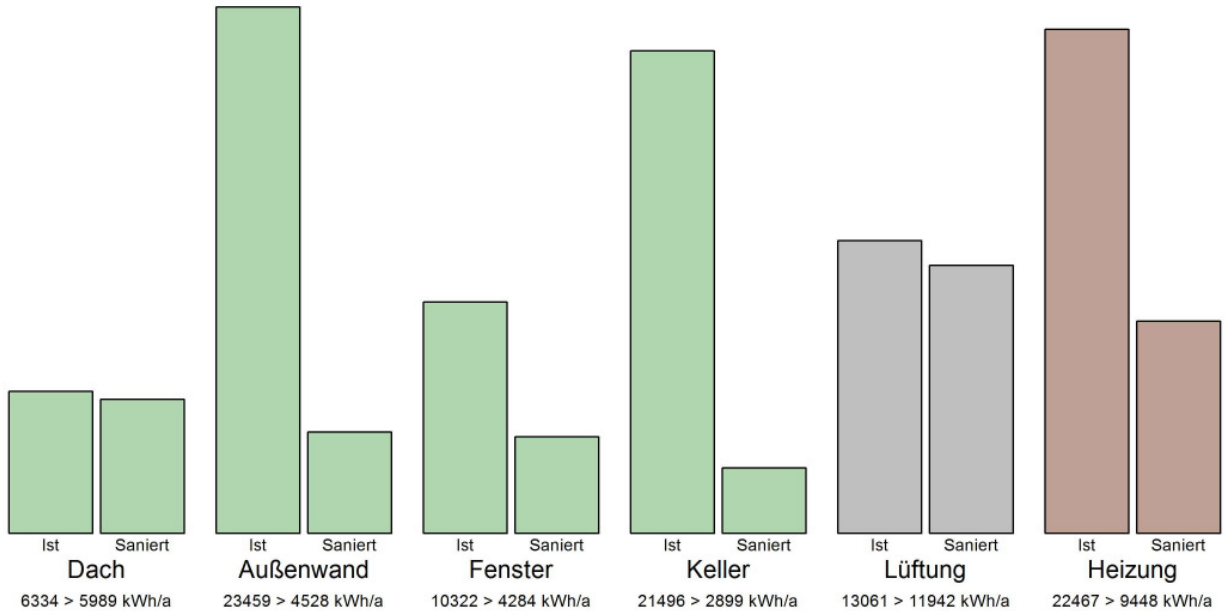
Optimieren der Wärmeverteilung



## Energieeinsparung - Variante 3 -

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **65 %**.

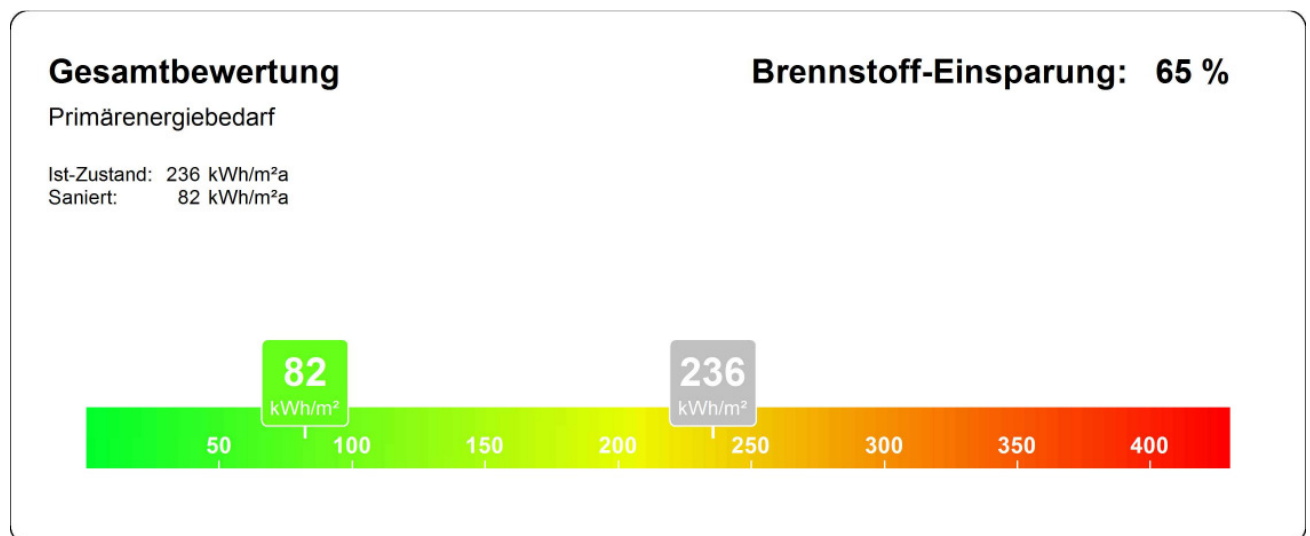
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 82294 kWh/Jahr reduziert sich auf 28638 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 53657 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen werden um 13308 kg CO<sub>2</sub>/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf **82 kWh/m<sup>2</sup>** pro Jahr.



## Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 3 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionskosten	:	102.715 EUR
Differenz zum Restwert der alten Fenster (Erhaltungsaufwand)	:	- 23.657 EUR

<b>Gesamtkosten für die Energiesparmaßnahmen</b>	:	<b>79.058 EUR</b>
--	---	-------------------

### Die Amortisationsdauer beträgt 15 Jahre

Betrachtung der Maßnahmen mit einer jährlichen Teuerungsrate von 8 Prozent

#### heutige Brennstoffkosten

aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	5.653 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	2.074 EUR/Jahr
<b>Ersparnis</b>	<b>3.579 EUR/Jahr</b>

#### Brennstoffkosten in 3 Jahren

jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	7.122 EUR/Jahr
jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	2.613 EUR/Jahr
<b>Ersparnis</b>	<b>4.509 EUR/Jahr</b>

#### Brennstoffkosten in 6 Jahren

jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	8.971 EUR/Jahr
jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	3.292 EUR/Jahr
<b>Ersparnis</b>	<b>5.679 EUR/Jahr</b>

#### Brennstoffkosten in 9 Jahren

jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	11.301 EUR/Jahr
jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	4.146 EUR/Jahr
<b>Ersparnis</b>	<b>7.155 EUR/Jahr</b>

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden folgende Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
Kalkulationszinssatz	2,50 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,00 %
Teuerungsrate für Brennstoff	8,00 %
Interner Zinsfuß	10,27 %

## Variante 4 : + Solar Heizung

In dieser Variante werden die folgenden Modernisierungsmaßnahmen betrachtet.

### Modernisierung der Gebäudehülle - Variante 4 -

siehe Variante 3

### Modernisierung der Anlagentechnik - Variante 4 -

#### Heizung:

Erzeugung	Zentrale Wärmeerzeugung, 2 Wärmeerzeuger Wärmeerzeuger 1 - 84% Deckungsanteil Brennwert-Kessel - 33 kW, Erdgas E Wärmeerzeuger 2 - 16% Deckungsanteil Solare Heizungsunterstützung - Sonnen-Energie
Speicherung	Solarpufferspeicher - 1000 Liter, Dämmung nach EnEV
Verteilung	Auslegungstemperaturen 55/45°C Dämmung der Leitungen: nach EnEV optimierter Betrieb (optimale Heizkurve, hydraul. Abgleich) Umwälzpumpe leistungsgeregelt
Übergabe	freie Heizfläche, Anordnung im Außenwandbereich Thermostatventil mit Auslegungsproportionalbereich 2 K

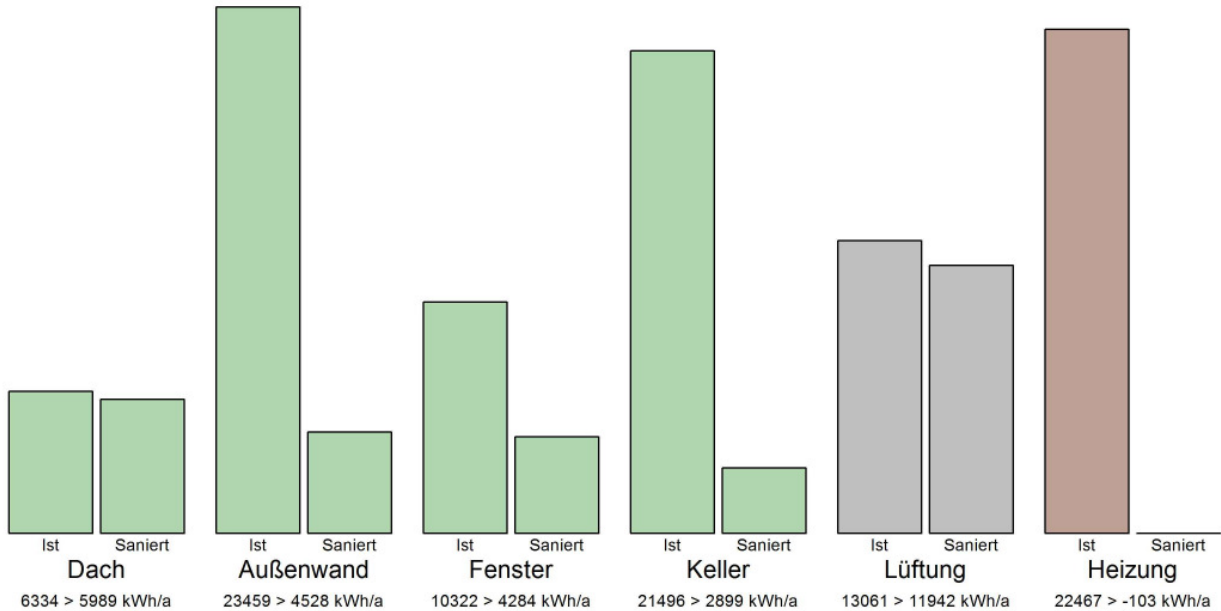
#### Warmwasser:

Erzeugung	Zentrale Warmwasserbereitung, 2 Wärmeerzeuger Wärmeerzeuger 1 - 65% Deckungsanteil Solaranlage - Sonnen-Energie Wärmeerzeuger 2 - 35% Deckungsanteil Brennwert-Kessel - 26 kW, Erdgas E
Speicherung	Speicher - 300 Liter, Dämmung nach EnEV
Verteilung	Verteilung mit Zirkulation Dämmung der Leitungen: nach EnEV

### Energieeinsparung - Variante 4 -

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **77 %**.

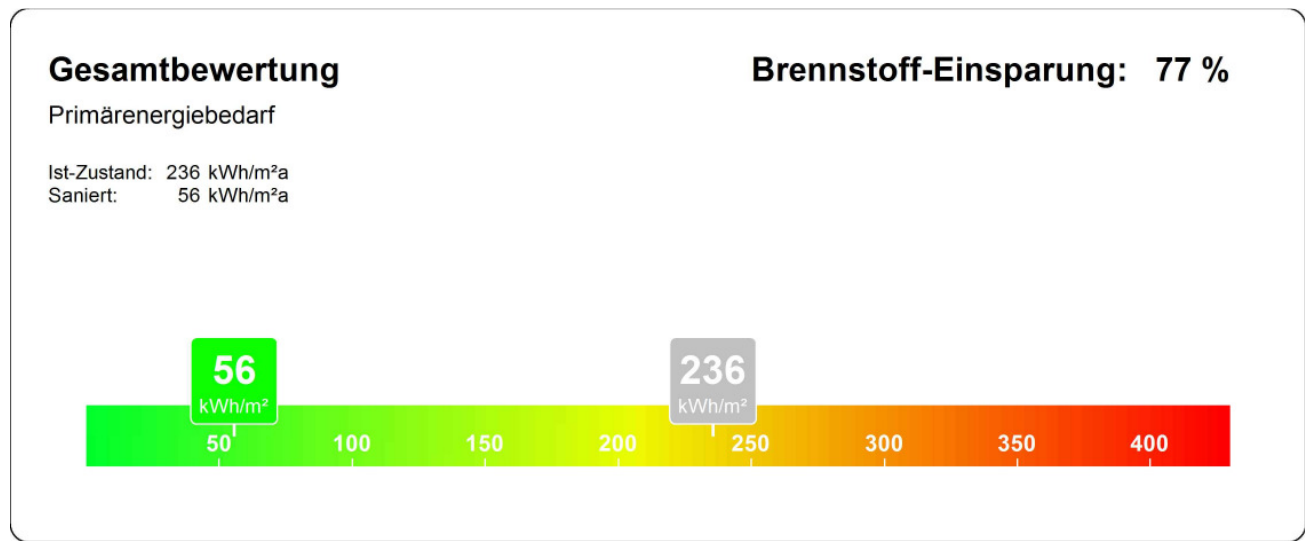
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 82294 kWh/Jahr reduziert sich auf 19086 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 63208 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen werden um 15621 kg CO<sub>2</sub>/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf **56 kWh/m<sup>2</sup>** pro Jahr.



## Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 4 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionskosten	:	116.715 EUR
Differenz zum Restwert der alten Fenster (Erhaltungsaufwand)	:	- 23.657 EUR

<b>Gesamtkosten für die Energiesparmaßnahmen</b>	:	<b>93.058 EUR</b>
--	---	-------------------

### Die Amortisationsdauer beträgt 15 Jahre

Betrachtung der Maßnahmen mit einer jährlichen Teuerungsrate von 8 Prozent

#### heutige Brennstoffkosten

aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	5.653 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	1.461 EUR/Jahr
<b>Ersparnis</b>	<b>4.193 EUR/Jahr</b>

#### Brennstoffkosten in 3 Jahren

jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	7.122 EUR/Jahr
jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	1.840 EUR/Jahr
<b>Ersparnis</b>	<b>5.282 EUR/Jahr</b>

#### Brennstoffkosten in 6 Jahren

jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	8.971 EUR/Jahr
jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	2.318 EUR/Jahr
<b>Ersparnis</b>	<b>6.653 EUR/Jahr</b>

#### Brennstoffkosten in 9 Jahren

jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	11.301 EUR/Jahr
jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	2.920 EUR/Jahr
<b>Ersparnis</b>	<b>8.381 EUR/Jahr</b>

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden folgende Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
Kalkulationszinssatz	2,50 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,00 %
Teuerungsrate für Brennstoff	8,00 %
Interner Zinsfuß	10,23 %

## Variante 5 : + BHKW

In dieser Variante werden die folgenden Modernisierungsmaßnahmen betrachtet.

### Modernisierung der Gebäudehülle - Variante 5 -

siehe Variante 3

### Modernisierung der Anlagentechnik - Variante 5 -

#### Heizung:

Erzeugung	Zentrale Wärmeerzeugung, 2 Wärme-Erzeuger, bivalent-parallel Wärmeerzeuger 1 - 97% Deckungsanteil Kraft-Wärme-Kopplung, fossil Wärmeerzeuger 2 - 3% Deckungsanteil Brennwert-Kessel - 33 kW, Erdgas E
Speicherung	Pufferspeicher - 600 Liter, Dämmung nach EnEV
Verteilung	Auslegungstemperaturen 55/45°C Dämmung der Leitungen: nach EnEV optimierter Betrieb (optimale Heizkurve, hydraul. Abgleich) Umwälzpumpe leistungsgeregt
Übergabe	freie Heizfläche, Anordnung im Außenwandbereich Thermostatventil mit Auslegungsproportionalbereich 2 K

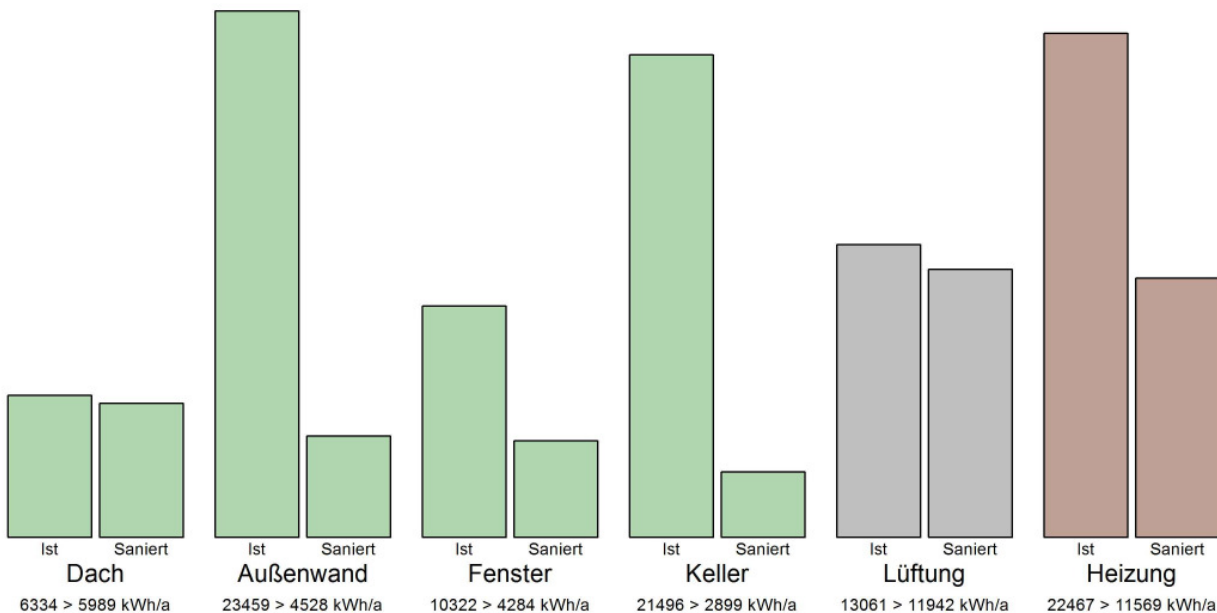
#### Warmwasser:

Erzeugung	Zentrale Warmwasserbereitung Kraft-Wärme-Kopplung, fossil
Speicherung	Indirekt beheizter Speicher - 300 Liter, Dämmung nach EnEV
Verteilung	Verteilung mit Zirkulation Dämmung der Leitungen: nach EnEV

**Energieeinsparung - Variante 5 -**

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **63 %**.

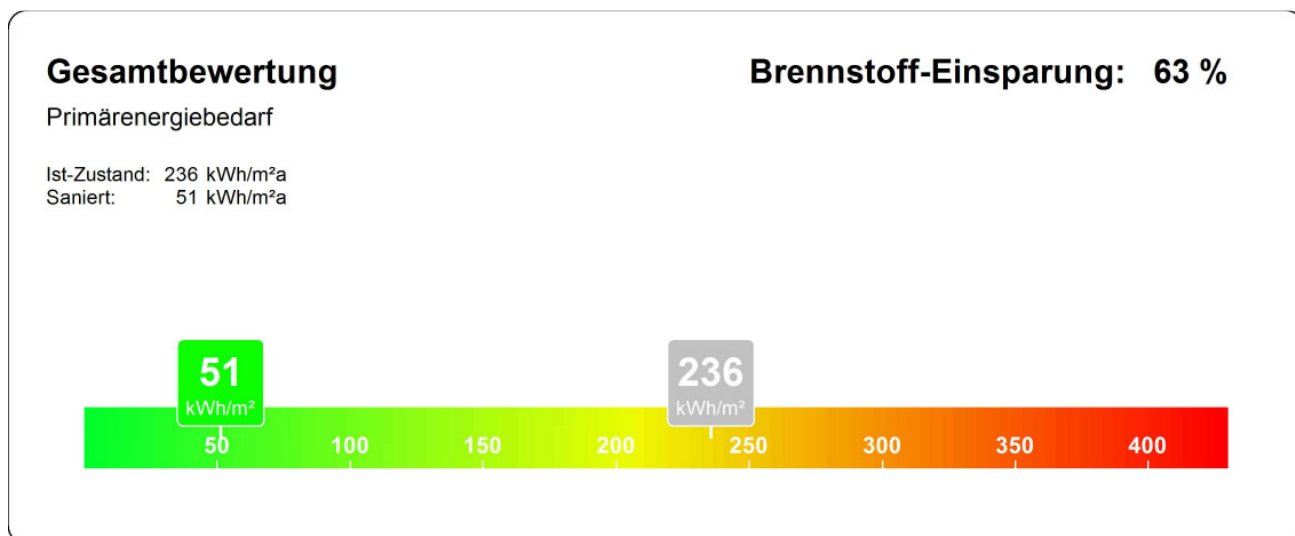
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 82294 kWh/Jahr reduziert sich auf 30759 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 51536 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen werden um 12867 kg CO<sub>2</sub>/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf **51 kWh/m<sup>2</sup>** pro Jahr.



## Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 5 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionskosten	:	132.715 EUR
Differenz zum Restwert der alten Fenster (Erhaltungsaufwand)	:	- 23.657 EUR

<b>Gesamtkosten für die Energiesparmaßnahmen</b>	:	<b>109.058 EUR</b>
--	---	--------------------

### Die Amortisationsdauer beträgt 16 Jahre

Betrachtung der Maßnahmen mit einer jährlichen Teuerungsrate von 8 Prozent

Bei dieser Maßnahme wird davon ausgegangen, dass der selbst erzeugte Strom eingespeist wird. Die Vergütung von 1.093 € im Jahr wird von den Heizkosten abgezogen.

#### heutige Brennstoffkosten

aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	5.653 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	1.124 EUR/Jahr
<b>Ersparnis</b>	<b>4.529 EUR/Jahr</b>

#### Brennstoffkosten in 3 Jahren

jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	7.122 EUR/Jahr
jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	1.416 EUR/Jahr
<b>Ersparnis</b>	<b>5.706 EUR/Jahr</b>

#### Brennstoffkosten in 6 Jahren

jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	8.971 EUR/Jahr
jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	1.784 EUR/Jahr
<b>Ersparnis</b>	<b>7.188 EUR/Jahr</b>

#### Brennstoffkosten in 9 Jahren

jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	11.301 EUR/Jahr
jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	2.247 EUR/Jahr
<b>Ersparnis</b>	<b>9.054 EUR/Jahr</b>

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden folgende Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
Kalkulationszinssatz	2,50 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,00 %
Teuerungsrate für Brennstoff	8,00 %
Interner Zinsfuß	9,60 %



### 3.10 Kosten für die vorgeschlagenen Einzelmaßnahmen bzw. Maßnahmenpakete

Aufstellung der Maßnahmen unter Berücksichtigung der marktüblichen Preise.

	Variante 01	Variante 02	Variante 03	Variante 04	Variante 05
Variantenbezeichnung	Sofortmaßnahmen	+ Fenster	+ Außenwanddämmung	+ solare Heizung	+ BHKW
Brennstoffart nach Sanierung	Erdgas	Erdgas	Erdgas	Erdgas	Erdgas
Brennstoffkosten nach Sanierung (incl. Betriebsstrom)	3.769 €	3.416 €	2.074 €	1.461 €	1.124 €
Kosten Dämmung der Fassade	-	-	49.408 €	49.408 €	49.408 €
Kosten Fenster / Türen	-	36.585 €	36.585 €	36.585 €	36.585 €
Kosten Dämmung Fußboden	12.618 €	12.618 €	12.618 €	12.618 €	12.618 €
Kosten Dämmung Dach	-	-	-	-	-
Kosten Sanierung Anlage	4.000 €	4.000 €	4.000 €	18.000 €	34.000 €
Sonstige Kosten zur energetischen Verbesserung	1.204 €	1.204 €	1.204 €	1.204 €	1.204 €
KfW- Standard	-	-	-	EH 115	EH 100
Gesamtkosten	17.822	53.307	102.715	116.715	132.715
Kalkulationszins	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
Amortisation in Jahren (interner Zinsfuß)	8 (0,19)	10 (0,15)	15 (0,10)	15 (0,10)	16 (0,10)
Bewertung	sehr sinnvoll	sehr sinnvoll	sinnvoll	sinnvoll	sinnvoll

Hinweis:

\*Zusätzliche Kosten können Schornsteinsanierung, Gasanschluss, Dampfsperre, Vergrößerung des Dachüberstandes, neue Fensterbänke, Änderung der Dachentwässerung, Regenfallrohre, neue Regenrinne, Gerüststellung etc. sein

## 4 Zusätzliche Mindestanforderungen

Zusätzliche Mindestanforderungen für Stromeinsparberatung (Anlage 2 der BAFA-Richtlinie), Thermografie und Blower-Door.

### 4.1 Empfehlungen zur Stromeinsparung

- *wurde nicht durchgeführt*

### 4.2 Thermografischen Untersuchungen

- *wurde nicht durchgeführt*

### 4.3 Luftdichtigkeitsprüfungen nach DIN 13829 (Blower-Door-Tests)

- *wurde nicht durchgeführt*

### 4.4 Allgemeine Grundsätze der Modernisierung

Der Stand der Technik erlaubt es heutzutage Wohn- und Nichtwohngebäude zu bauen, die bis zu 70% weniger Energie verbrauchen als der Gebäudebestand. So liegt z.B. der spezifische Heizenergiebedarf bei Altbauten bei ca. 18-30 Liter Heizöl pro m<sup>2</sup> Wohn-/Nutzfläche und Jahr.

Ein Neubau, errichtet nach den Anforderungen der EnEV verbraucht nur noch 7-12 Liter Heizöl pro m<sup>2</sup> und Jahr.

Ein Niedrigenergiehaus kommt bei entsprechender Dämmung und geeigneter Wärmeschutzverglasung mit 2-7 Liter Heizöl/m<sup>2</sup> und Jahr aus. So genannte Passivhäuser schaffen es sogar auf 0-2 Liter Heizöl pro m<sup>2</sup> und Jahr.

Hierbei weisen zahlreiche Maßnahmen eine hohe Wirtschaftlichkeit auf. Dennoch setzen sich energieeffiziente Techniken im Wohnungsbau nur sehr langsam durch. Mögliche Gründe hierfür sind:

- Fehlendes Problembewusstsein
- Investition als einzige Entscheidungsgrundlage für Baumaßnahmen
- Keine Einbeziehung von Betriebskosten, fehlende Vollkostenrechnung
- Mangelnde Transparenz über Förderprogramme und immer noch unzureichender finanzieller Anreiz für den Hausbesitzer.

### Energetische Modernisierung und Sanierung im Bestand

Im Altbau ist es ungleich anspruchsvoller als im Neubau, den Heizwärmebedarf zu minimieren, da alte Gebäude nicht auf den energiesparenden Einsatz ausgelegt

sind. Ein großer Erfolg sind 3- oder 4-Liter-Häuser nach der Sanierung. Um dieses Ziel zu erreichen, werden die im Neubau erprobten Passivhauskomponenten eingesetzt.

Die Anforderungen der EnEV im Altbau sind vergleichsweise gering, der technische Standard liegt sehr viel höher. In der Verordnung wird zwischen den so genannten „bedingten Anforderungen“ und den „Nachrüstpflichten“ unterschieden.

Die Nachrüstpflichten beziehen sich auf die Heizungsanlage und deren Verteilleitungen. Unter den „bedingten Anforderungen“ versteht der Verordnungsgeber bauliche Veränderungen während der Lebenszeit der Gebäude. Damit sind z.B. die Beseitigung von Mängel und Schäden, Verschönerungen, Anbauten, Fassaden- und Dachsanierungen etc. gemeint.

Im Zuge dieser „Ohnehin Maßnahmen“ soll auch die energetische Qualität deutlich verbessert werden. Um einen Anreiz zu schaffen, gibt es für diesen Bereich auch Fördermittel der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW). Außerdem fördert der Bund energetische Gutachten von Wohngebäuden im Rahmen des „Vor-Ort-Programms“, um einen Anreiz für derartige Maßnahmen zu schaffen und damit mehr Sensibilität für die eigene Immobilie zu wecken.

Bei der energetischen Sanierung und Modernisierung besteht großer Handlungsbedarf.

Oft wird bei sowieso anstehenden Fassaden- oder Dachsanierungen kein zusätzlicher Wärmeschutz angebracht. Einem großen Teil der Hausbesitzer sind die positiven Auswirkungen des Wärmeschutzes auf Wohnkomfort und Kosten nicht bekannt.

Dämmmaßnahmen, die an eine ohnehin geplante Instandsetzung gekoppelt sind, führen in aller Regel zu einem deutlichen Gewinn. Das wirtschaftliche Optimum liegt zwischen 9 und 18 cm Dämmstärke.

### **Vor Beginn der Maßnahmen:**

- Ausarbeiten eines technisch und zeitlich abgestimmten Konzeptes für alle Komponenten: Fenster, Außenwand, Dach, Heizung und Warmwasserbereitung.
- Prüfen von Förder- und Finanzierungsmöglichkeiten: KfW, BAFA, Energieeffizient Bauen, Energieeffizient Sanierung, ggf. Programme stadteigener Stadtwerke, kommunale Programme, Landesbodenkreditanstalt.
- Bei technischen Detailproblemen empfiehlt sich vor Durchführung der Maßnahmen eine „Energiesparberatung vor Ort“, - ein umfassendes Gutachten zur energetischen Sanierung. Ein solches Gutachten haben Sie bei uns in Auftrag gegeben und halten es in Ihren Händen.

### **Außendämmung:**

Bei einer anstehenden Sanierung sollte auf jeden Fall eine Außendämmung mit einem Wärmedurchgangswiderstand (U-Wert) auf mindestens  $0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$  verwendet werden.

Eine Verlängerung der Außenwanddämmung nach unten über die Unterkante der Kellerdecke (Perimeterdämmung) vermeidet eine Wärmebrücke im Sockelbereich. Betonplatten und andere Auskragungen sind separat zu dämmen.

**Fenster:**

Bauphysikalisch optimal ist eine zeitgleiche Fenstererneuerung im Zuge der Sanierungsarbeit. Die Position des Fensters wird soweit als möglich nach außen in die Dämmebene verlagert. Die Fensterlaibung wird, soweit technisch möglich, im Zuge der Außendämmung gedämmt. Luftdichte Anschlussdetails verhindern unerwünschte Kondensation im Inneren durch einströmende Kaltluft. Neue Fenster dürfen einen U-Wert von 1,3 W/m<sup>2</sup>K mit Rahmen nicht überschreiten.

Dieser Bericht soll den Beratungsempfänger dabei unterstützen, Möglichkeiten für Energiesparmaßnahmen zu erkennen. Ihre Umsetzung 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.

- Der erstellte Energiebericht, und die darin gemachten Angaben unterliegen dem Datenschutz, und werden nicht an Dritte weitergeben
- Dieser Beratungsbericht wurde nach bestem Wissen aufgrund der verfügbaren Daten erstellt. Die Durchführung und der Erfolg einzelner Maßnahmen bleibt in der Verantwortung der durchführenden Fachfirmen. Die Kostenangaben basieren auf marktüblichen Vergleichspreisen zum Zeitpunkt der Berichtserstellung. Bei künftigen Investitionen sollten immer mehrere Vergleichsangebote eingeholt werden.
- 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.
- Der Beratungsbericht ist urheberrechtlich geschützt und alle Rechte bleiben dem Unterzeichner vorbehalten. Der Beratungsbericht ist nur für den Auftraggeber und nur für den angegebenen Zweck bestimmt.
- Eine Vervielfältigung oder Verwertung durch Dritte ist nur mit der schriftlichen Genehmigung des Verfassers gestattet.
- 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.
- Der Beratungsbericht wurde dem Auftraggeber in einem Exemplar überreicht.

**Steigende Energiekosten treffen jeden Haushalt. Daher ist es sinnvoll, jetzt durch gezielte Energiesparmaßnahmen am und im Haus unnötige Mehrkosten zu vermeiden. Außerdem leisten Sie damit einen wichtigen Beitrag, unsere Umwelt zu entlasten.**

## 5. Fazit

An Ihrem Gebäude sollten einige Punkte umgesetzt werden. Dies betrifft zunächst die Maßnahmen der Variante 1.

Die Rolladenkästen und die Kellerdecke sorgen momentan nicht nur für einen hohen Energieverbrauch, sondern auch für Unbehaglichkeit und Zugluft.

Auch der Austausch der Fenster und der Haustür sollte vorgenommen werden.

Das Optimieren der Heizungsanlage ist ebenfalls eine sehr sinnvolle Maßnahme.

Die Fassade des Hauses verliert ebenfalls zu viel Energie. Spätestens bei einem neuen Fassadenanstrich sollte eine Außenwanddämmung mit ausgeführt werden.

Im Anschlussbereich des Flachdaches wäre eine Außenwanddämmung heute schon dringend erforderlich. Durch die 2009 aufgebrachte Flachdämmung hat sich an den äußeren Kanten der Betondecke eine starke Wärmebrücke gebildet. Hier kommt es heute bereits zu Feuchtigkeitsschäden durch eine Taupunktunterschreitung auf der Wandinnenseite.

Bei der Beheizung sehe ich das bestehende Gasbrennwertgerät gut aufgestellt. Mit einer Solaranlage, die nicht nur das Warmwasser sondern auch die Heizung mit Sonnenenergie versorgen kann, könnte der Gasverbrauch weiter reduziert werden.

Für eine Solaranlage zur Heizungsunterstützung vergibt die Bafa einen Zuschuss von 90 € pro Quadratmeter Kollektorfläche.

Mit der Variante 4 wäre dann sogar der KfW- Effizienzhausstandard 115 erreicht. Mit einer zinsgünstigen Finanzierung (ab 1,01%) und einem Tilgungszuschuss von 2,5 %, vergibt die KfW- Förderbank günstige Fördermittel.

Bei der Variante 5 wäre dann sogar der KfW- Effizienzhausstandard 100 erreicht. Hier läge der Tilgungszuschuss dann bei 5 %.

Ein Mini- BHKW würde neben der Grundbeheizung auch Strom erzeugen. Eine Einspeisung ist möglich, jedoch wäre eine Eigenverbrauch, zB. für den Allgemeinstrom, noch sinnvoller.

Notwendig ist bei den Fördermitteln der KfW eine Bestätigung von mir als Sachverständigen.

Denken Sie bei Ihrer Entscheidung auch an den ökologischen Aspekt.

# Anhang

## A.1 Glossar

Im Folgenden werden die einzelnen Fachbegriffe erläutert:

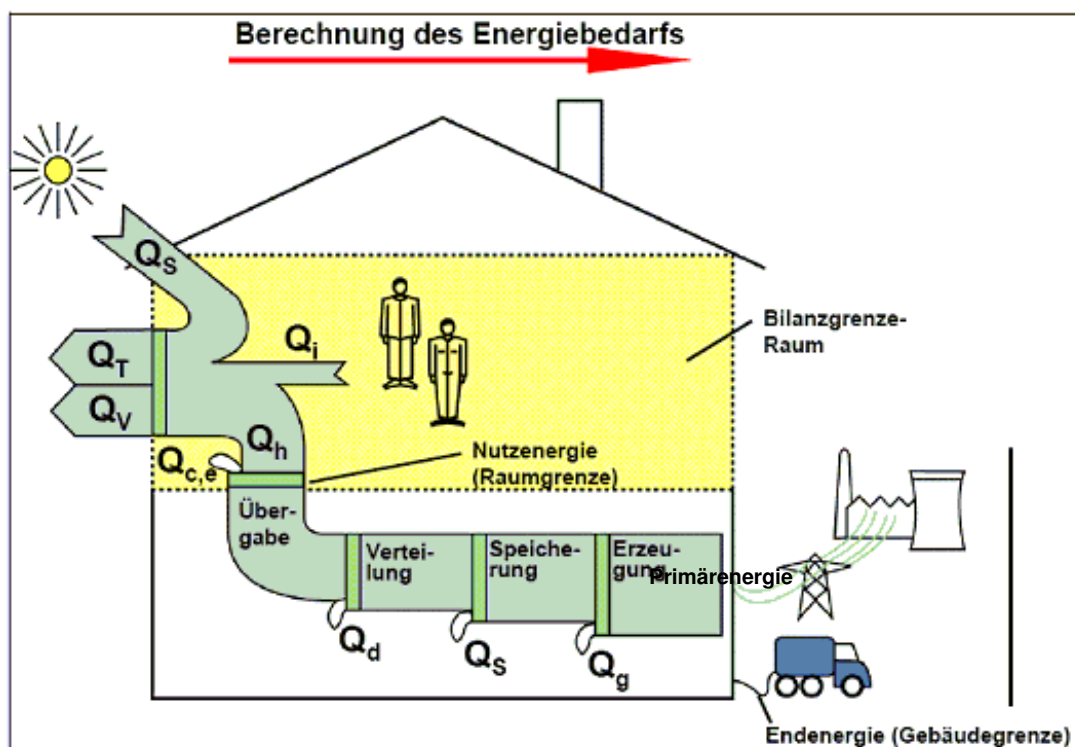
### Energiebedarf

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.

### 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.



## 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 Wärmegevinne.

## Transmissionswärmeverluste $Q_T$

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.

## Lüftungswärmeverluste $Q_V$

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)

Wärmedurchgangskoeffizient, 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 Wärmegevinne $Q_S$

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

**Interne Wärmegewinne  $Q_i$** 

Im Innern 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. Balkonplatten, Attiken, Betonstützen im Bereich eines Luftgeschosses, Fensteranschlüsse an Laibungen.

**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.

**Kompaktheit  $A/V$** 

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

**Gebäudenutzfläche  $A_N$** 

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.

## A.2 Brennstoffdaten

	Einheit	Heizwert Hi kWh/Einheit	Brennwert Hs kWh/Einheit	Verhältnis Hs/Hi *
Erdgas E	m <sup>3</sup>	10,46	11,35	1,09
Strom	kWh	1,00		

	Einheit	Arbeitspreis Cent/Einheit	Arbeitspreis Cent/kWh	Grundpreis Euro/Jahr
Erdgas E	m <sup>3</sup>	68,0	6,50	140
Strom	kWh	23,0	23,00	84

	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	2,6	633	1,111	0,583

## A.3 Hinweise zu Förderprogrammen

Modernisierungsmaßnahmen für Wohngebäude, technische Maßnahmen zur Energieeinsparung und Schonung der Ressourcen werden von öffentlicher Hand gefördert. Prüfen Sie, ob die von Ihnen geplanten Maßnahmen gefördert werden können. Neben den Förderprogrammen des Bundes, „KfW-Energieeffizient Bauen“, „KfW-Energieeffizient Sanieren“ und der BAFA, haben zum Teil auch Länder, Kommunen und Energieversorgungsunternehmen (EVU) Förderprogramme entwickelt.

Die Fördermittel sind im Allgemeinen nicht unbegrenzt vorhanden. Die Programme der Kommunen und Länder haben häufig geringe Laufzeiten, oft durch die geringen Budgets bedingt.

Achten Sie bitte darauf, dass bei fast allen Förderprogrammen der **Antrag auf Förderung vor Beginn der Maßnahme zu stellen ist**. Sie sollten vor Baubeginn anfragen ob es Förderangebote für die von Ihnen angestrebten Maßnahmen gibt.

Als Maßnahme gilt bereits die Unterschrift unter einen Kaufvertrag oder Auftrag. Nachträglich gestellte Anträge sind aus haushaltsrechtlichen Gründen von der Förderung ausgeschlossen.

Folgend die Adressen der Förderstellen:

### **A.3.1 EOR- Energieoffensive Rheinland-Pfalz**

EffizienzOffensive Energie  
Rheinland-Pfalz (EOR) e.V.  
Paul-Ehrlich-Straße Gebäude 29  
67663 Kaiserslautern  
<http://www.eor.de/foerderprogramme>

### **A.3.2 KfW- Förderbank**

KfW Bankengruppe  
Palmengartenstraße 5-9  
60325 Frankfurt am Main

Internet: <http://www.kfw.de/>

Tel.: 01801 335577\*

\* (39 Cent/Minute aus dem Festnetz der Deutschen Telekom, Mobilfunk maximal 42 Cent/Minute)

oder Ihrer Hausbank.

### **A.3.2 Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)**

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)  
Referate 511 – 515, 521, 524, 525  
Frankfurter Straße 29 – 35  
65760 Eschborn

Telefon: +49 6196 908-625

Telefon: +49 6196 908-800

Internet: <http://www.bafa.de>

Hinweis: Wenn Sie sich für die Umsetzung einer Maßnahme entscheiden, so kontaktieren Sie vorab Ihren Energieberater, ob es Neuigkeiten gibt.

Förderprogramme und deren Konditionen können sich ändern!