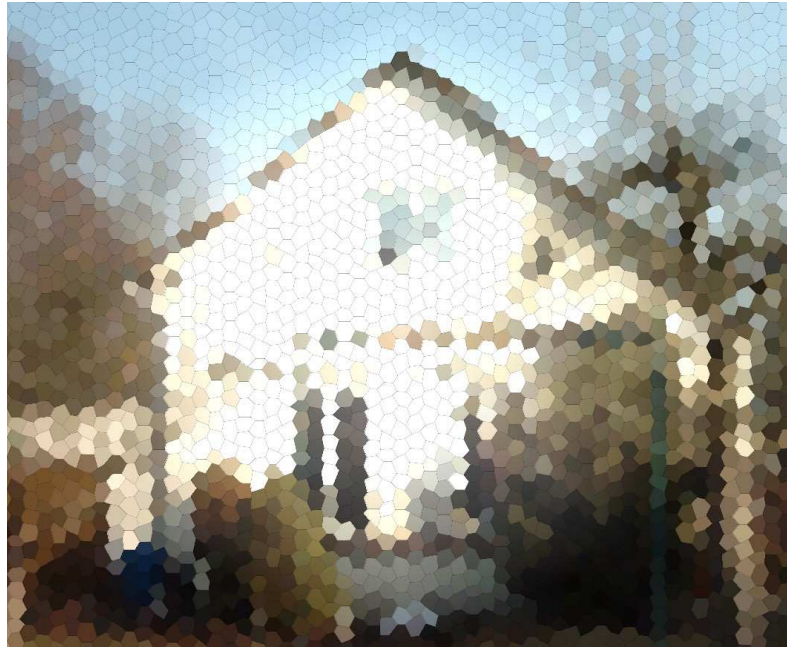


# Energieberatungsbericht

## Musterbericht

gemäß den Richtlinien über die Förderung  
der Beratung zur sparsamen und rationellen Energieverwendung in Wohnungen vor Ort



Gebäude: freistehendes Einfamilienhaus  
Musterstr.  
12345 Berlin

Auftraggeber: Herr  
Mustermann  
Musterstr.  
12345 Berlin

Erstellt von: Dipl. Ing. Olaf Müller  
  
Gehsener Str. 35  
12555 Berlin  
BAFA Beraternummer 104123  
  
Tel.: 030/34 33 90 12

Erstellt am: 29. Juni 2010

ING. BÜRO OLAF MÜLLER  
GEHSENER STR. 35  
12555 BERLIN  
☎ Fax: 0 3 0 / 3 4 3 3 9 0 1 2

Unterschrift/Stempel

# Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassende Darstellung.....	3
1.1	Allgemein .....	3
1.2	Kurzübersicht über die Sanierungsvarianten.....	3
1.3	Gegenüberstellung Ist-Zustand – Sanierungsvarianten .....	4
1.3.1	Beschreibung der Einspareffekte .....	4
1.3.2	Ergebnisse .....	5
1.3.3	Empfehlungen .....	8
1.3.4	Nachrüstpflichten nach EnEV.....	8
2	Ist-Zustand von Gebäude und Heizung .....	9
2.1	Gebäude .....	9
2.1.1	Grunddaten / Gebäude .....	9
2.1.1.1	Bauliche Besonderheiten .....	9
2.1.1.2	Bisher getätigte wärmetechnische Investitionen .....	9
2.1.1.3	Berechnungsgrundlagen.....	10
2.1.1.4	Lüftung.....	10
2.1.2	Wärmeschutztechnische Einstufung der wärmeübertragenden Umfassungsflächen.....	10
2.1.2.1	Außenwandflächen .....	10
2.1.2.2	Dachflächen .....	10
2.1.2.3	Decken unter nicht ausgebauten Dachgeschossen / oberste Geschossdecke .....	10
2.1.2.4	Kellerdecken .....	11
2.1.2.5	Fenster und Türen .....	11
2.1.2.6	Außenflächen beheizter Dach- und Kellerräume .....	11
2.1.2.7	Offensichtliche Wärmebrücken .....	11
2.1.2.8	Offensichtliche Lüftungswärmeverluste.....	11
2.1.2.9	Nutzverhalten.....	11
2.1.2.10	Verbrauchsangaben.....	12
2.1.3	Gebäudehülle.....	12
2.2	Anlagentechnik.....	12
2.2.1	Heizung:.....	12
2.2.2	Daten aus Schornsteinfegerprotokoll: .....	13
2.2.3	Warmwasser: .....	13
2.3	Energiebilanz.....	13
2.4	Bewertung des Gebäudes.....	15
3	Sanierungsvarianten.....	16
	Übersicht zu den Sanierungsvarianten siehe Punkt 1.2 .....	16
	Variante 1 : Dämmung Außenwand.....	16
	Variante 2 : Dämmung Außenwand, Fußboden .....	19
	Variante 3 : Dämmung Fußb., Wand, Brennwertt., Solaranlage mit 10% Heizung..	22
	Variante 4 : Dämmung Fußboden, Außenwand, Pelletstechnik, .....	25
	Variante 5 : Dämmung Fußb., Wand, Wärmepumpe, Solaranlage mit 10% Heizg..	28
4	Kosten der Sanierungsmaßnahmen .....	31
5	Allgemeine Grundsätze der Modernisierung .....	32
A.1	Glossar.....	35
A.2	Brennstoffdaten .....	38
A.3	Weitere Anhänge und Fotos.....	39
A.5	Hinweise zu Förderprogrammen .....	40

# 1 Zusammenfassende Darstellung

## 1.1 Allgemein

Für das freistehendes Einfamilienhaus von Herr Mustermann soll eine Energieberatung durchgeführt werden. Dabei wird die Gebäudehülle inklusive der Anlagen zur Raumheizung und zur Trinkwarmwasserbereitung mit Hilfe von Energiebilanzen untersucht. Das Energieeinsparpotential von Sanierungsmaßnahmen wird ermittelt und gegenüber gestellt. Weiterhin sollen eine Abschätzung der Investitionskosten und eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung erfolgen.

*Nach Maßgabe des Beratungsempfängers soll der Heizenergieverbrauch reduziert werden. Es ist vorgesehen das Mauerwerk von außen zu dämmen und alternative Heiztechnik einzubauen.*

*In diesem Zusammenhang sollen weitere energetische Maßnahmen untersucht werden, zum Teil durch Verbesserung der Gebäudehülle und zum anderen durch Einsatz regenerativer Energien. Staatliche Zuschüsse aus KfW-Förderprogrammen sind zu ermitteln.*

## 1.2 Kurzübersicht über die Sanierungsvarianten

### Variante 01:

*Dämmung der Fassade (d=16 cm, WLZ 035) und Dach (d=12 cm, WLZ 035)*

### Variante 02:

*VAR01 + Dämmung der Kellerdecke (d=12 cm, WLZ 035)*

### Variante 03:

*Sanierung auf Niveau modernisierter Altbau*

*Variante 02 und Brennwertgerät, Einbau einer Solaranlage mit 10% Heizungsunterstützung*

### Variante 04:

*Sanierung auf EnEV-Neubauniveau*

*Variante 02 + Erneuerung der Anlage mit erneuerbaren Energien (Heizungsanlage mit fester Biomasse)*

### Variante 05:

*Sanierung auf EnEV-Neubauniveau*

*Variante 02 + Erneuerung der Anlage mit erneuerbaren Energien (Solarthermie, Heizungsanlage Luft- Wasser Wärmepumpe mit 10% solarer Heizungsunterstützung)*

**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 Ist-Zustand – Sanierungsvarianten

Das Gebäude hat im Istzustand drei ungedämmte Außenwände, ein gedämmtes Dach sowie Fenster mit Wärmeschutzverglasung. Die EnEV - Anforderungen an modernisierte Bestandsgebäude werden nicht erfüllt. Es gibt ein großes Einsparpotential. Durch die Umsetzung der folgenden Sanierungsvarianten ergeben sich folgende Einspareffekte.

#### 1.3.1 Beschreibung der Einspareffekte

**Variante1:** Mit der Dämmung der Außenwand wird die energetische Qualität des Gebäudes wesentlich verbessert.

Ergebnisse Variante 1:

Anforderungen gemäß EnEV 2009	Modernisierter Altbau wird nicht erreicht
KfW-Standard	Kein
Senkung des Endenergiebedarfs im Vergleich zum Istzustand um	29,3%

**Variante2:** Zusätzlich zur Dämmung der Außenwand wird der Fußboden gedämmt.

Ergebnisse Variante 2:

Anforderungen gemäß EnEV 2009	Modernisierter Altbau wird nicht erreicht
KfW-Standard	Kein
Senkung des Endenergiebedarfs im Vergleich zum Istzustand um	37,6%

**Variante 3:** In Variante 3 wird der modernisierte Altbau erreicht, durch Dämmung der Gebäudehülle. Als Heizung wird Brennwerttechnik und Solaranlage mit 10 % Heizungsunterstützung vorgesehen.

Ergebnisse Variante 3:

Anforderungen gemäß EnEV 2009	Modernisierter Altbau wird erreicht
KfW-Standard	KfW.EH 130
Senkung des Endenergiebedarfs im Vergleich zum Istzustand um	73,7%

**Variante 4:** In Variante 4 wird der Neubaustandard erreicht, durch Dämmung der Gebäudehülle. Als Heizung wird Holzheiztechnik vorgesehen

Ergebnisse Variante 4:

Anforderungen gemäß EnEV 2009	Neubaustandard wird erreicht
KfW-Standard	KfW EH 100
Senkung des Endenergiebedarfs im Vergleich zum Istzustand um	50,8%

**Variante 5:** In Variante 5 wird der Neubaustandard erreicht, durch Dämmung der Gebäudehülle. Als Heizung wird eine Luft- Wasser- Wärmepumpe und eine Solaranlage mit 10% Heizungsunterstützung vorgesehen.

Ergebnisse Variante 5:

Anforderungen gemäß EnEV 2009	Neubaustandard wird erreicht
KfW-Standard	KfW EH 100
Senkung des Endenergiebedarfs im Vergleich zum Istzustand um	90,7%

### 1.3.2 Ergebnisse

## Zusammenfassung der Ergebnisse

#### Primärenergiebedarf

Primärenergiebedarf  $Q_p$ :

	kWh/a	Einsparung
Ist-Zustand	59500	
Var.1 - Außenwand	42071	17428 29,3%
Var.2 - Außenwand, Fußboden	37229	22271 37,4%
Var.3 - Brennw, Sol, Gebäudehülle	16114	43385 72,9%
Var.4 - Pellets, Gebäudehülle	6660	52840 88,8%
Var.5 - Wärmepumpe, Gebäudehülle	12914	46586 78,3%

Primärenergiebedarf  $q_p$  pro  $m^2$ :

	kWh/m <sup>2</sup> a	Einsparung
Ist-Zustand	352	
Var.1 - Außenwand	249	103 29,3%
Var.2 - Außenwand, Fußboden	220	132 37,4%
Var.3 - Brennw, Sol, Gebäudehülle	95	257 72,9%
Var.4 - Pellets, Gebäudehülle	39	312 88,8%
Var.5 - Wärmepumpe, Gebäudehülle	76	275 78,3%

#### Endenergiebedarf

Endenergiebedarf  $Q_E$ :

	kWh/a	Einsparung
Ist-Zustand	53268	
Var.1 - Außenwand	37594	15675 29,4%
Var.2 - Außenwand, Fußboden	33250	20018 37,6%
Var.3 - Brennw, Sol, Gebäudehülle	13996	39273 73,7%
Var.4 - Pellets, Gebäudehülle	26185	27083 50,8%
Var.5 - Wärmepumpe, Gebäudehülle	4967	48301 90,7%

Endenergiebedarf  $q_E$  pro  $m^2$ :

	kWh/m <sup>2</sup> a	Einsparung
Ist-Zustand	315	
Var.1 - Außenwand	222	93 29,4%
Var.2 - Außenwand, Fußboden	197	118 37,6%
Var.3 - Brennw, Sol, Gebäudehülle	83	232 73,7%
Var.4 - Pellets, Gebäudehülle	155	160 50,8%
Var.5 - Wärmepumpe, Gebäudehülle	29	286 90,7%

#### Heizwärmebedarf

Heizwärmebedarf  $Q_h$ :

	kWh/a	Einsparung
Ist-Zustand	28776	
Var.1 - Außenwand	15265	13511 47,0%

Var.2 - Außenwand, Fußboden	11633		17143	59,6%
Var.3 - Brennw, Sol, Gebäudehülle	11633		17143	59,6%
Var.4 - Pellets, Gebäudehülle	11633		17143	59,6%
Var.5 - Wärmepumpe, Gebäudehülle	11633		17143	59,6%

Heizwärmebedarf $q_h$ pro $m^2$ :	kWh/m <sup>2</sup> a	Einsparung	
Ist-Zustand	170		
Var.1 - Außenwand	90	80	47,0%
Var.2 - Außenwand, Fußboden	69	101	59,6%
Var.3 - Brennw, Sol, Gebäudehülle	69	101	59,6%
Var.4 - Pellets, Gebäudehülle	69	101	59,6%
Var.5 - Wärmepumpe, Gebäudehülle	69	101	59,6%

### Anlagentechnische Verluste

Anlagentechnische Verluste $Q_t$ :	kWh/a	Einsparung	
Ist-Zustand	22379		
Var.1 - Außenwand	20215	2164	9,7%
Var.2 - Außenwand, Fußboden	19504	2875	12,8%
Var.3 - Brennw, Sol, Gebäudehülle	249	22129	98,9%
Var.4 - Pellets, Gebäudehülle	12439	9940	44,4%
Var.5 - Wärmepumpe, Gebäudehülle	-8780	31158	139,2%

Anlagentechnische Verluste $q_t$ pro $m^2$ :	kWh/m <sup>2</sup> a	Einsparung	
Ist-Zustand	132		
Var.1 - Außenwand	120	13	9,7%
Var.2 - Außenwand, Fußboden	115	17	12,8%
Var.3 - Brennw, Sol, Gebäudehülle	1	131	98,9%
Var.4 - Pellets, Gebäudehülle	74	59	44,4%
Var.5 - Wärmepumpe, Gebäudehülle	-52	184	139,2%

### Anlagenaufwandszahl

Anlagenaufwandszahl $e_p$ :		Einsparung	
Ist-Zustand	1,93		
Var.1 - Außenwand	2,42		
Var.2 - Außenwand, Fußboden	2,71		
Var.3 - Brennw, Sol, Gebäudehülle	1,17		
Var.4 - Pellets, Gebäudehülle	0,48		
Var.5 - Wärmepumpe, Gebäudehülle	0,94		

### Schadstoff-Emissionen

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

CO <sub>2</sub> -Emissionen:	kg/a	Einsparung	
Ist-Zustand	13420		
Var.1 - Außenwand	9494	3926	29,3%
Var.2 - Außenwand, Fußboden	8403	5017	37,4%
Var.3 - Brennw, Sol, Gebäudehülle	3666	9754	72,7%
Var.4 - Pellets, Gebäudehülle	1505	11915	88,8%
Var.5 - Wärmepumpe, Gebäudehülle	3392	10028	74,7%

CO <sub>2</sub> -Emissionen pro $m^2$ :	kg/m <sup>2</sup> a	Einsparung	
Ist-Zustand	79		
Var.1 - Außenwand	56	23	29,3%
Var.2 - Außenwand, Fußboden	50	30	37,4%
Var.3 - Brennw, Sol, Gebäudehülle	22	58	72,7%
Var.4 - Pellets, Gebäudehülle	9	70	88,8%
Var.5 - Wärmepumpe, Gebäudehülle	20	59	74,7%

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

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

	kg/a	Einsparung	
Ist-Zustand	10,9		
Var.1 - Außenwand	7,7	3,2	29,2%
Var.2 - Außenwand, Fußboden	6,8	4,1	37,4%
Var.3 - Brennsw, Sol, Gebäudehülle	3,0	7,9	72,6%
Var.4 - Pellets, Gebäudehülle	20,8	-9,9	-91,0%
Var.5 - Wärmepumpe, Gebäudehülle	2,9	8,0	73,4%

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

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

	kg/a	Einsparung	
Ist-Zustand	8,9		
Var.1 - Außenwand	6,4	2,6	28,9%
Var.2 - Außenwand, Fußboden	5,6	3,3	36,9%
Var.3 - Brennsw, Sol, Gebäudehülle	2,7	6,3	70,3%
Var.4 - Pellets, Gebäudehülle	18,1	-9,1	-102,1%
Var.5 - Wärmepumpe, Gebäudehülle	5,5	3,4	38,3%

**Kosten / Wirtschaftlichkeit**

**Brennstoffkosten**

**Brennstoffkosten:**

	EUR/a	Einsparung	
Ist-Zustand	2902		
Var.1 - Außenwand	2105	797	27,5%
Var.2 - Außenwand, Fußboden	1884	1018	35,1%
Var.3 - Brennsw, Sol, Gebäudehülle	921	1981	68,3%
Var.4 - Pellets, Gebäudehülle	984	1918	66,1%
Var.5 - Wärmepumpe, Gebäudehülle	696	2206	76,0%

**Gesamtinvestitionskosten**

**Gesamtinvestitionskosten:**

	EUR
Var.1 - Außenwand	25577
Var.2 - Außenwand, Fußboden	28242
Var.3 - Brennsw, Sol, Gebäudehülle	37034
Var.4 - Pellets, Gebäudehülle	38199
Var.5 - Wärmepumpe, Gebäudehülle	43742

**Gesamtkosten der Energiesparmaßnahmen**

**Gesamtkosten der Energiesparmaßnahmen (ohne sowieso anfallende Kosten, Erhaltungsaufwand)**

	EUR
Var.1 - Außenwand	13463
Var.2 - Außenwand, Fußboden	16128
Var.3 - Brennsw, Sol, Gebäudehülle	20928
Var.4 - Pellets, Gebäudehülle	16128
Var.5 - Wärmepumpe, Gebäudehülle	20928

**Kosteneinsparung durch die Energiesparmaßnahmen**

**Gesamtkosteneinsparung in der Nutzungsdauer der Maßnahmen:**

	EUR
Var.1 - Außenwand	23970
Var.2 - Außenwand, Fußboden	32160
Var.3 - Brennsw, Sol, Gebäudehülle	69630
Var.4 - Pellets, Gebäudehülle	81030
Var.5 - Wärmepumpe, Gebäudehülle	81840

Mittlere Kosteneinsparung pro Jahr:	EUR/a	
Var.1 - Außenwand	799	
Var.2 - Außenwand, Fußboden	1072	
Var.3 - Brennw, Sol, Gebäudehülle	2321	
Var.4 - Pellets, Gebäudehülle	2701	
Var.5 - Wärmepumpe, Gebäudehülle	2728	

### 1.3.3 Empfehlungen

Für die Vorgehensweise bei der energetischen Sanierung können folgende Empfehlungen gegeben werden:

- Ausführen der Dämmung des Außenmauerwerks, der Kellerdecke, Einsatz moderner Holzheiztechnik in Kombination mit einer Solaranlage für Heizung- und Warmwasserbereitung.
- Komplette Sanierung der gesamten Gebäudehülle durch Dämmung der Außenwände und Dämmung der Kellerdecke.
- Alternativ zur Brennwerttechnik mit Solaranlage kann für Heizung- und Warmwasserbereitung auch eine Biomasseheizungsanlage auf der Basis von Pellets zum Einsatz kommen.

### 1.3.4 Nachrüstpflichten nach EnEV

Die Energieeinsparverordnung fordert für Wohngebäude gewisse Nachrüstpflichten.

Demzufolge müssen Eigentümer von Gebäuden dafür sorgen

- dass bei heizungstechnischen Anlagen bisher ungedämmte, zugängliche Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen sowie Armaturen, die sich nicht in beheizten Räumen befinden, nach Vorschrift gedämmt sind und dass bisher ungedämmte, nicht begehbare, aber zugängliche oberste Geschossdecken beheizter Räume so gedämmt sind, dass der Wärmedurchgangskoeffizient der Geschossdecke  $0,24 \text{ Watt}/(\text{m}^2\text{K})$  nicht überschreitet. Die Pflicht nach Satz 1 gilt als erfüllt, wenn anstelle der Geschossdecke das darüber liegende, bisher ungedämmte Dach entsprechend gedämmt ist. Bei der anstehenden energetischen Sanierung des Gebäudes sollten die Anforderungen berücksichtigt werden.



## 2 Ist-Zustand von Gebäude und Heizung

### 2.1 Gebäude

#### Beschreibung

Bei dem Gebäude handelt es sich um ein Einfamilienhaus, das zu Wohnzwecken genutzt wird. Das Gebäude wurde 1938 in Massivbauweise errichtet, und ist voll unterkellert, wobei dieses Untergeschoss nicht beheizt wird und im Bereich des Treppenhauses gegen das Erdgeschoss vollständig abgetrennt ist. Das Gebäude steht in einer geschlossenen Ortsbebauung.

#### 2.1.1 Grunddaten / Gebäude

Ort:	10318 Berlin	
Bundesland:	Berlin	
Gebäudetyp:	freistehendes Einfamilienhaus	
Baujahr:	1938	
Nutzung:	Wohngebäude	
Beheizbare Wohnfläche	140,93 m <sup>2</sup>	
Wohneinheiten:	1	
Personenzahl:	2	
Volumen:	$V_e =$	528,49 m <sup>3</sup>
Hüllfläche:	$A =$	385,33 m <sup>2</sup>
Kompaktheit:	$A/V =$	0,73 m <sup>-1</sup>
Energiebezugsfläche:	$A_N =$	169 m <sup>2</sup>
Mittlere Raumhöhe:	$H =$	2,60 m
Luftvolumen:	$V_L =$	401,65 m <sup>3</sup>
Luftwechsel:	$n =$	0,7 h <sup>-1</sup>

#### 2.1.1.1 Bauliche Besonderheiten

Die auskragenden Hauseingangsstufen sind zusammen mit der Obergeschossdecke monolithisch hergestellt worden und nicht thermisch getrennt. Dieses Detail stellt eine Wärmebrücke dar, die besonders untersucht werden muss.

#### 2.1.1.2 Bisher getätigte wärmetechnische Investitionen

Im Jahr 2002 wurden die Fenster erneuert, wobei eine Wärmeschutzverglasung mit  $U_g = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$  zum Einsatz kam.

Im Jahre 1996 wurde ein neuer Niedertemperaturkessel inklusive Warmwasserbereitung installiert.

### 2.1.1.3 Berechnungsgrundlagen

Das beheizte Volumen  $V_e$  wurde gemäß Energieeinsparverordnung (EnEV) unter Verwendung von Außenmaßen ermittelt.

Die Berechnung des Energiebedarfs wurden in Anlehnung an die DIN Normen (EN 832, DIN 4701-10+12, DIN 4108-6) und die EnEV 2009 in der derzeit gültigen Fassung durchgeführt.

Zur Bestimmung der Endenergieverbräuche wurden die Standardrandbedingungen der EnEV zugrunde gelegt.

Zur Bewertung der thermischen Hülle wurden folgende Parameter zugrunde gelegt:

- *unbeheizter Keller*
- *im Ist-Zustand ausgebautes Dachgeschoss bis zur Dachunterseite*
- *Das Treppenhaus zum Keller ist gegenüber dem beheizten Bereich vollständig abgeschlossen*

Die Bezugsfläche  $A_N$  in  $m^2$  wird aus dem Volumen des Gebäudes mit dem Faktor von 0,32 ermittelt. Dadurch unterscheidet sich die Bezugsfläche im Allgemeinen von der tatsächlichen Wohnfläche.

Zur Erläuterung der Fachbegriffe siehe Glossar im Anhang.

### 2.1.1.4 Lüftung

Das Gebäude wird mittels Fensterlüftung belüftet.

## 2.1.2 Wärmeschutztechnische Einstufung der wärmeübertragenden Umfassungsflächen

*Fotos der Seitenansichten siehe Anhang*

### 2.1.2.1 Außenwandflächen

*Die Außenwände sind bis auf eine ungedämmt und bestehen aus 24er Ziegelsteinen.*

### 2.1.2.2 Dachflächen

*Das Sparrendach (Sparrenabstand=...) ist mit Ziegel gedeckt und 10 cm stark gedämmt.*

### 2.1.2.3 Decken unter nicht ausgebauten Dachgeschossen / oberste Geschossdecke

*Die Decke unter nicht ausgebauten Dachgeschossen besteht aus einer Holzbalkendecke und ist 10 cm stark gedämmt.*

#### **2.1.2.4 Kellerdecken**

*Die Betonrippendecke ist ungedämmt.*

#### **2.1.2.5 Fenster und Türen**

*Die im Jahre 2002 eingebauten Fenster mit Wärmeschutzverglasung sind auf dem neuesten Stand, und entsprechen den heutigen Ansprüchen. der Technik. Hauseingangstür befinden sich im einwandfreien Zustand.*

#### **2.1.2.6 Außenflächen beheizter Dach- und Kellerräume**

*Die Außenwand des beheizten Kellerraumes ist ungedämmt. Es sind noch alte Holzfenster mit Einscheibenverglasung vorhanden.*

*Die Dachschrägen im beheizten Dachgeschoss sind innenseitig mit Holzfaserplatten verkleidet. Das Dach ist ungedämmt. Eine Dampfsperre ist nicht vorhanden.*

#### **2.1.2.7 Offensichtliche Wärmebrücken**

*Neben den für die Bauzeit üblichen Wärmebrücken, wie Einkragung der Betondecken im Außenwandbereich, sind hier besonders zu erwähnen,*

- *die Außentreppe zum Eingang und zum Kellereingang.*

*auf die bei der Gebäudesanierung besonders zu achten sind.*

#### **2.1.2.8 Offensichtliche Lüftungswärmeverluste**

*Durch offensichtliche Undichtigkeiten im Dachgeschoss hat das Gebäude erhebliche Energieverluste. Hierbei ist zu prüfen, ob eine Dampfsperre vorhanden und diese schadhaft ist.*

#### **2.1.2.9 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 Nutzerverhalten zu Grunde gelegt:

mittlere Innentemperatur:	19,0 °C,
Luftwechselrate:	0,70 h <sup>-1</sup> ,
interne Wärmegewinne:	6264 kWh pro Jahr,
Warmwasser-Wärmebedarf:	2114 kWh pro Jahr.

### 2.1.2.10 Verbrauchsangaben

Als Mittelwert für den Energieverbrauch der letzten 3 Jahre für die Heizung und Warmwasserverbrauch wurde anhand der Jahresabrechnungen ein Gasverbrauch von 22.306 kWh pro Jahr ermittelt. Die nachfolgende Tabelle zeigt die Gegenüberstellung von berechnetem Bedarf und tatsächlichem Verbrauch.

	berechneter Bedarf	tatsächlicher Verbrauch
Erdgas pro Jahr	22.306 kWh/a	49.339 kWh/a

### 2.1.3 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	U-Wert in W/m <sup>2</sup> K	U <sub>max</sub> EnEV* in W/m <sup>2</sup> K
	DA	Dachfläche	0,31	0,24
	OG	Oberste Geschossdecke	0,27	0,24
X	TA	Tür	3,00	2,00
	WA	Außenwand	0,44	0,24
X	WA	Außenwand	1,36	0,24
	FA	Wärmeschutzverglasung	1,30	1,30
	FA	Wärmeschutzverglasung Dach	1,30	1,40
X	BK	Kellerdecke	0,93	0,30

\*) 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 erhöht sich der Maximalwert um 0,10 W/m<sup>2</sup>K. Bei Kerndämmung eines mehrschaligen Mauerwerks reicht es aus, wenn der Hohlraum vollständig mit Dämmstoff ausgefüllt wird. Wird bei vorhandenen Fenstern nur die Verglasung ersetzt, so gilt für die Verglasung der Maximalwert 1,50 W/m<sup>2</sup>K.

Für die Ermittlung der einzelnen U-Werte, soweit sie berechnet wurden, siehe U-Wert Berechnung im Anhang.

## 2.2 Anlagentechnik

### 2.2.1 Heizung:

**Heizung:**

Erzeugung	Zentrale Wärmeerzeugung Gas-Therme - Baujahr vor 1995, 20 kW, Erdgas E
Verteilung	Auslegungstemperaturen 70/55°C Dämmung der Leitungen: mäßig (Altbau) Altbau-typischer Betrieb (kein hydraul. Abgleich, flachere Heizkurve)
Übergabe	Umwälzpumpe nicht leistungsgeregt freie Heizfläche, Anordnung im Außenwandbereich Thermostatventil mit Auslegungsproportionalbereich 2 K

**2.2.2 Daten aus Schornsteinfegerprotokoll:**

<i>Sauerstoff – Wert</i>	10,0 %
<i>Abgasverlust:</i>	7,5 %
<i>Abgastemperatur:</i>	95 °C

**2.2.3 Warmwasser:**

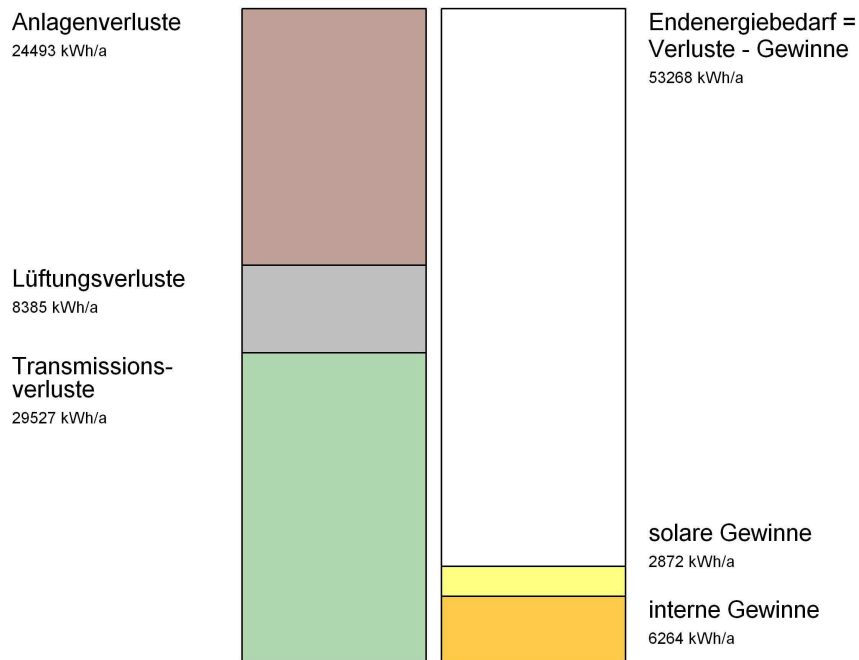
Erzeugung	Zentrale Warmwasserbereitung Warmwassererzeugung über die Heizungsanlage
Speicherung	Indirekt beheizter Speicher - 150 Liter, Dämmung mäßig (1995)
Verteilung	Dämmung der Leitungen: mäßig (Altbau)

**2.3 Energiebilanz**

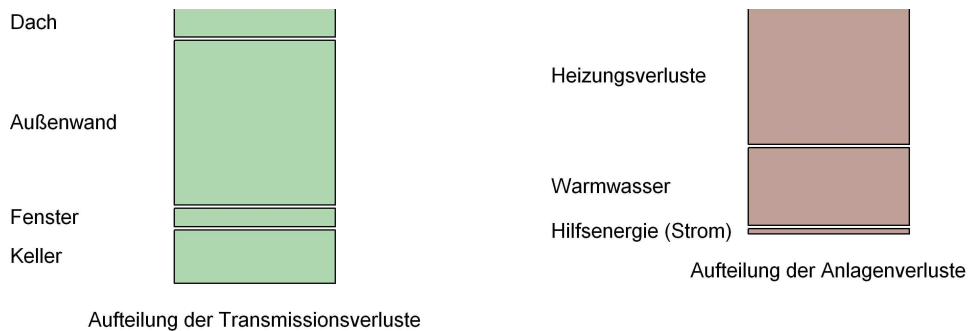
Um ein Gebäude energetisch zu bewerten, muss man den vorhandenen Energieverbrauch beurteilen können. Verbraucht mein Haus viel oder wenig? Durch welche Maßnahmen lässt sich wie viel Energie einsparen?

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

Berücksichtigt werden dabei die Wärmeverluste und Wärmegewinne der Gebäudehülle, sowie die Verluste der Anlagen zur Raumheizung, Trinkwarmwasserbereitung und Lüftungstechnik. Der Haushaltsstrom wird in dieser Bilanz nicht berücksichtigt.



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.



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

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

## 2.4 Bewertung des Gebäudes

### Bewertung des Gebäudes

Die Gesamtbewertung des Gebäudes erfolgt aufgrund des jährlichen Primärenergiebedarfs pro m<sup>2</sup> Nutzfläche – zurzeit beträgt dieser 352 kWh/m<sup>2</sup>a.

#### Gesamtbewertung

Primärenergiebedarf

Ist-Zustand: 352 kWh/m<sup>2</sup>a



#### Gebäudehülle

Heizwärmebedarf

Ist-Zustand: 170 kWh/m<sup>2</sup>a



#### Anlagentechnik

Anlagenverluste

Ist-Zustand: 169 kWh/m<sup>2</sup>a



#### Umweltwirkung

CO<sub>2</sub>-Emission

Ist-Zustand: 79 kg/m<sup>2</sup>a



### 3 Sanierungsvarianten

Übersicht zu den Sanierungsvarianten siehe Punkt 1.2

#### Variante 1 : Dämmung Außenwand

In dieser Variante werden die folgenden Modernisierungsmaßnahmen betrachtet.

#### Modernisierung der Gebäudehülle - Variante 1 -

**Außenwände:** Außendämmung 16 cm WLZ 035

**Keller:** Dämmung 12 cm WLZ 035

#### U-Wert-Übersicht der einzelnen Bauteile im modernisierten Zustand

Typ	Bauteil	U-Wert in W/m <sup>2</sup> K	U <sub>max</sub> EnEV* in W/m <sup>2</sup> K
DA	Dachfläche	0,31	0,24
OG	Oberste Geschossdecke	0,27	0,24
TA	Tür	3,00	2,00
WA	Außenwand - Außendämmung 16 cm WLZ 035	0,15	0,24
WA	Außenwand - Außendämmung 16 cm WLZ 035	0,19	0,24
FA	Wärmeschutzverglasung	1,30	1,30
FA	Wärmeschutzverglasung Dach	1,30	1,40
BK	Kellerdecke	0,93	0,30

\*) 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 erhöht sich der Maximalwert um 0,10 W/m<sup>2</sup>K. Bei Kerndämmung eines mehrschaligen Mauerwerks reicht es aus, wenn der Hohlraum vollständig mit Dämmstoff ausgefüllt wird. Wird bei vorhandenen Fenstern nur die Verglasung ersetzt, so gilt für die Verglasung der Maximalwert 1,50 W/m<sup>2</sup>K.

#### Modernisierung der Anlagentechnik - Variante 1 -

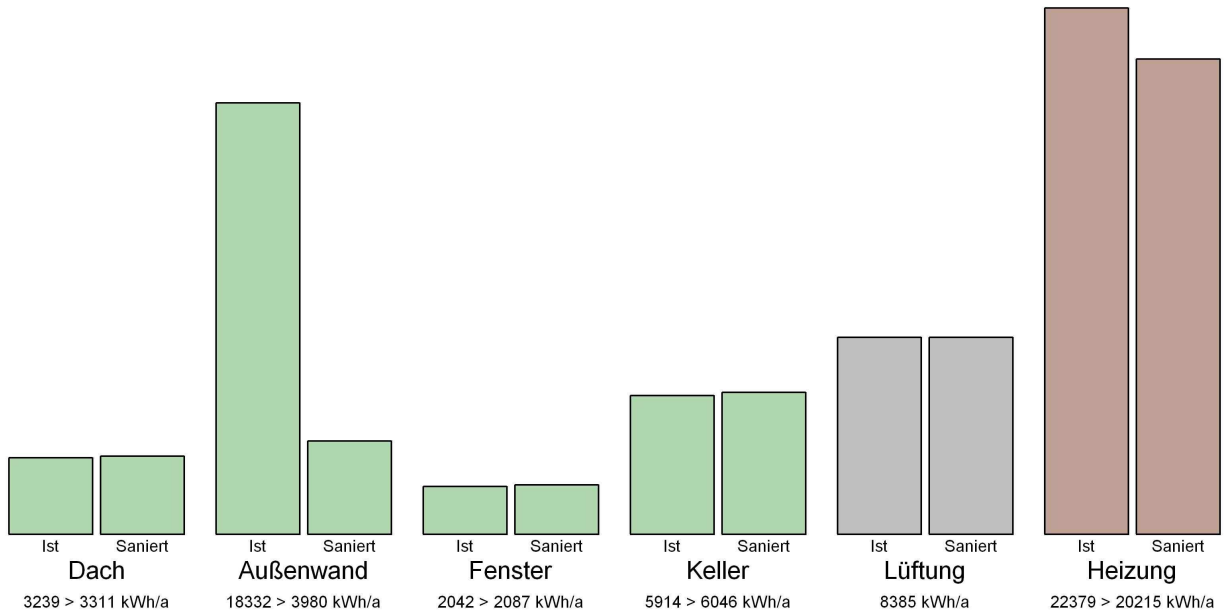
keine Maßnahme



## Energieeinsparung - Variante 1 -

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **29 %**.

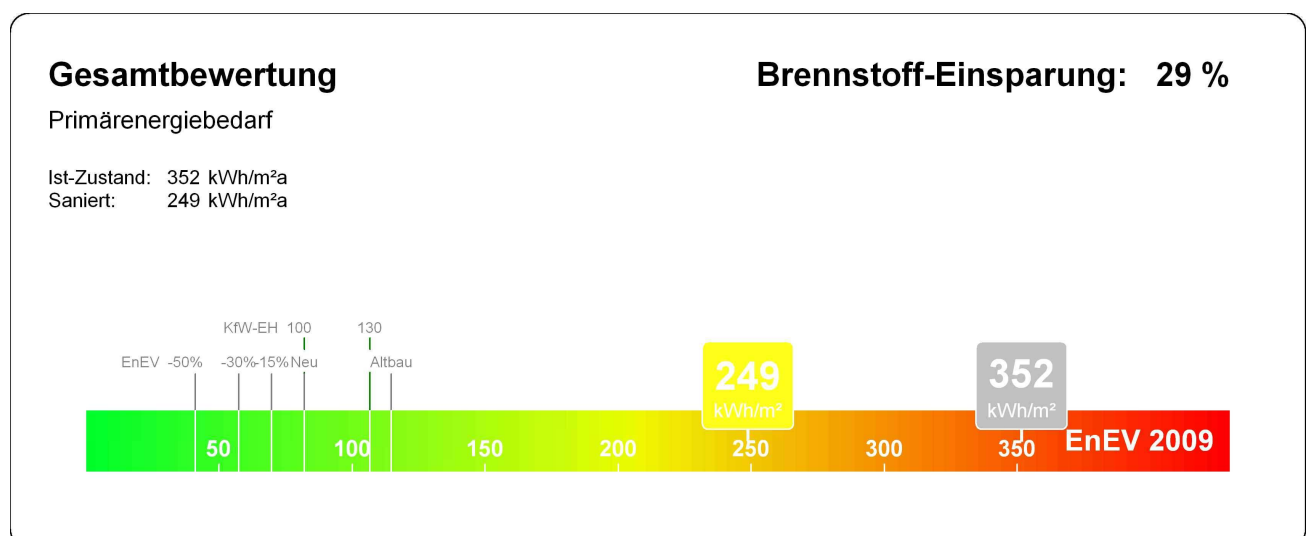
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 53268 kWh/Jahr reduziert sich auf 37594 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 15675 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen werden um 3926 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 **249 kWh/m<sup>2</sup>** pro Jahr.



## Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 1 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionskosten	:	25.577 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Kosten (Erhaltungsaufwand)	:	12.114 EUR

<b>Gesamtkosten für die Energiesparmaßnahmen</b>	<b>:</b>	<b>13.463 EUR</b>
--	----------	-------------------

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

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	643 EUR/Jahr	19.290 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 3.810 EUR/Jahr	+ 114.300 EUR
	<u>4.453 EUR/Jahr</u>	<u>133.590 EUR</u>
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	5.252 EUR/Jahr	157.560 EUR
<b>Einsparung</b>	<b>799 EUR/Jahr</b>	<b>23.970 EUR</b>

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	2.902 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	2.105 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	2,50 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	4,00 %

<b>Amortisationszeit: 19 Jahre</b>
------------------------------------

## Variante 2 : Dämmung Außenwand, Fußboden

In dieser Variante werden die folgenden Modernisierungsmaßnahmen betrachtet.

### Modernisierung der Gebäudehülle - Variante 2 -

**Außenwände:** Außendämmung 16 cm WLZ 035

**Keller:** Dämmung 12 cm WLZ 035

#### U-Wert-Übersicht der einzelnen Bauteile im modernisierten Zustand

Typ	Bauteil	U-Wert in W/m <sup>2</sup> K	U <sub>max</sub> EnEV* in W/m <sup>2</sup> K
DA	Dachfläche	0,31	0,24
OG	Oberste Geschossdecke	0,27	0,24
TA	Tür	3,00	2,00
WA	Außenwand - Außendämmung 16 cm WLZ 035	0,15	0,24
WA	Außenwand - Außendämmung 16 cm WLZ 035	0,19	0,24
FA	Wärmeschutzverglasung	1,30	1,30
FA	Wärmeschutzverglasung Dach	1,30	1,40
BK	Kellerdecke - Dämmung 12 cm WLZ 035	0,22	0,30

\*) 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 erhöht sich der Maximalwert um 0,10 W/m<sup>2</sup>K. Bei Kerndämmung eines mehrschaligen Mauerwerks reicht es aus, wenn der Hohlraum vollständig mit Dämmstoff ausgefüllt wird. Wird bei vorhandenen Fenstern nur die Verglasung ersetzt, so gilt für die Verglasung der Maximalwert 1,50 W/m<sup>2</sup>K.

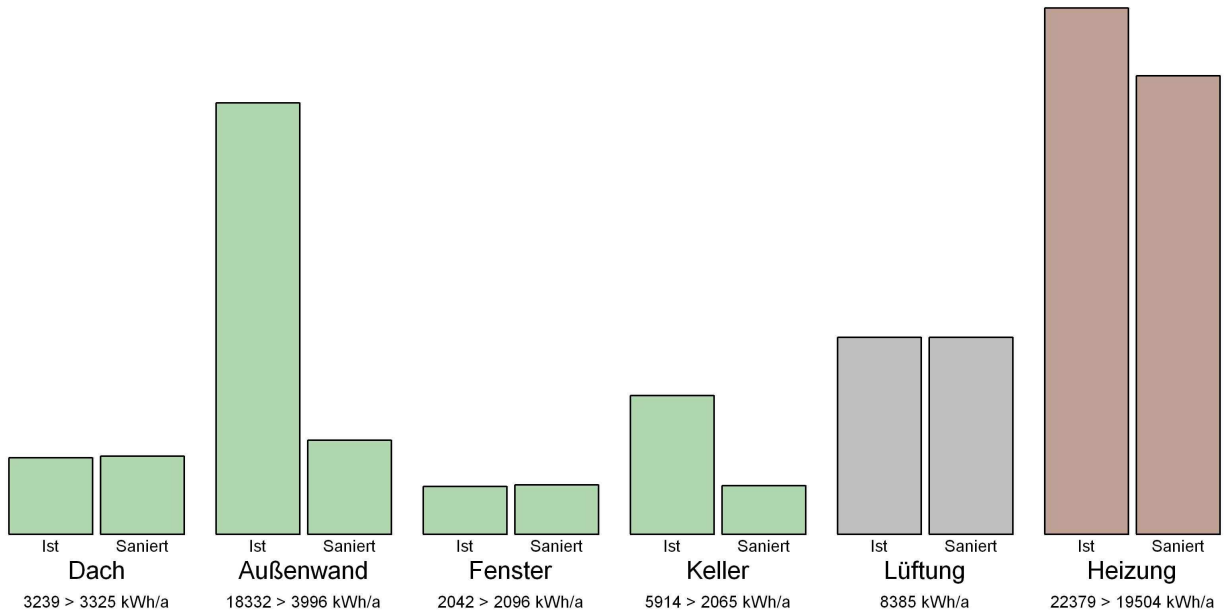
### Modernisierung der Anlagentechnik - Variante 2 -

keine Maßnahme

## Energieeinsparung - Variante 2 -

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **38 %**.

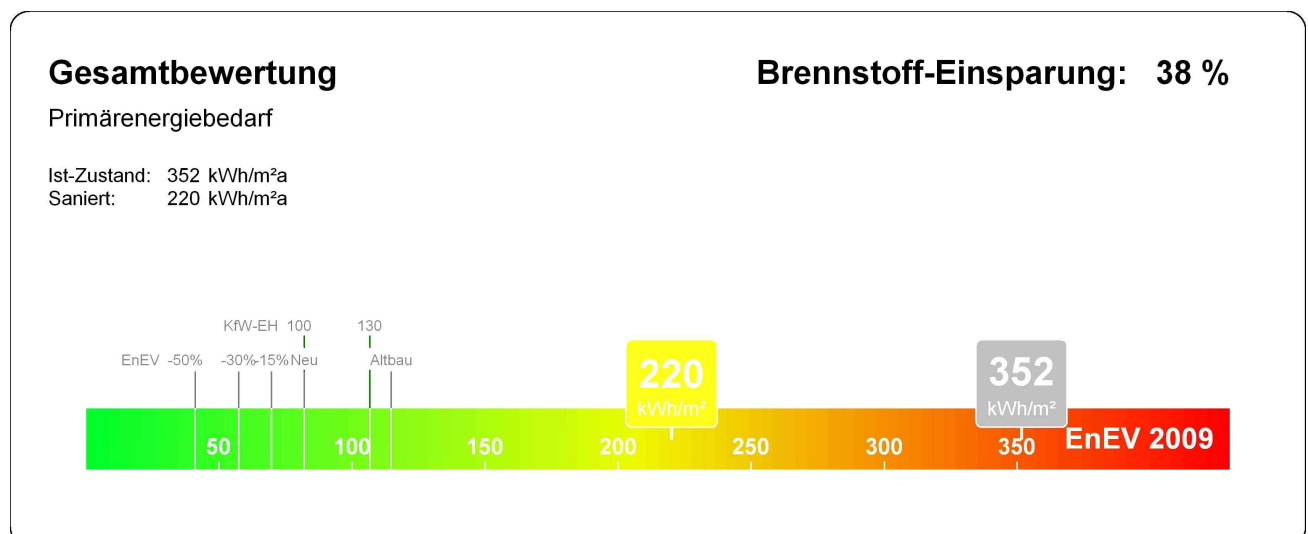
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 53268 kWh/Jahr reduziert sich auf 33250 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 20018 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen werden um 5017 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 **220 kWh/m<sup>2</sup>** pro Jahr.



## Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 2 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionskosten	:	28.242 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Kosten (Erhaltungsaufwand)	:	12.114 EUR

<b>Gesamtkosten für die Energiesparmaßnahmen</b>	<b>:</b>	<b>16.128 EUR</b>
--	----------	-------------------

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

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	771 EUR/Jahr	23.130 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 3.409 EUR/Jahr	+ 102.270 EUR
	<u>4.180 EUR/Jahr</u>	<u>125.400 EUR</u>
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	5.252 EUR/Jahr	157.560 EUR
<b>Einsparung</b>	<b>1.072 EUR/Jahr</b>	<b>32.160 EUR</b>

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	2.902 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	1.884 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	2,50 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	4,00 %

<b>Amortisationszeit: 17 Jahre</b>
------------------------------------

## Variante 3 : Dämmung Fußb., Wand, Brennwertt., Solaranlage mit 10% Heizung

In dieser Variante werden die folgenden Modernisierungsmaßnahmen betrachtet.

### Modernisierung der Gebäudehülle - Variante 3 -

**Außenwände:** Außendämmung 16 cm WLZ 035

**Keller:** Dämmung 12 cm WLZ 035

#### U-Wert-Übersicht der einzelnen Bauteile im modernisierten Zustand

Typ	Bauteil	U-Wert in W/m <sup>2</sup> K	U <sub>max</sub> EnEV* in W/m <sup>2</sup> K
DA	Dachfläche	0,31	0,24
OG	Oberste Geschossdecke	0,27	0,24
TA	Tür	3,00	2,00
WA	Außenwand - Außendämmung 16 cm WLZ 035	0,15	0,24
WA	Außenwand - Außendämmung 16 cm WLZ 035	0,19	0,24
FA	Wärmeschutzverglasung	1,30	1,30
FA	Wärmeschutzverglasung Dach	1,30	1,40
BK	Kellerdecke - Dämmung 12 cm WLZ 035	0,22	0,30

\*) 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 erhöht sich der Maximalwert um 0,10 W/m<sup>2</sup>K. Bei Kerndämmung eines mehrschaligen Mauerwerks reicht es aus, wenn der Hohlraum vollständig mit Dämmstoff ausgefüllt wird. Wird bei vorhandenen Fenstern nur die Verglasung ersetzt, so gilt für die Verglasung der Maximalwert 1,50 W/m<sup>2</sup>K.

### Modernisierung der Anlagentechnik - Variante 3 -

#### Heizung:

**Erzeugung** Zentrale Wärmeerzeugung, 2 Wärmeerzeuger  
 Wärmeerzeuger 1 - 90% Deckungsanteil  
 Brennwert-Kessel - 15 kW, Erdgas E  
 Wärmeerzeuger 2 - 10% Deckungsanteil  
 Solare Heizungsunterstützung - Sonnen-Energie

**Verteilung** Auslegungstemperaturen 55/45°C  
 Dämmung der Leitungen: nach EnEV  
 Altbau-typischer Betrieb (kein hydraul. Abgleich, flachere Heizkurve)  
 Umwälzpumpe leistungsgeregel

**Übergabe** freie Heizfläche, Anordnung im Außenwandbereich  
 Thermostatventil mit Auslegungsproportionalbereich 2 K

#### Warmwasser:

**Erzeugung** Zentrale Warmwasserbereitung, 2 Wärmeerzeuger  
 Warmwassererzeugung über die Heizungsanlage

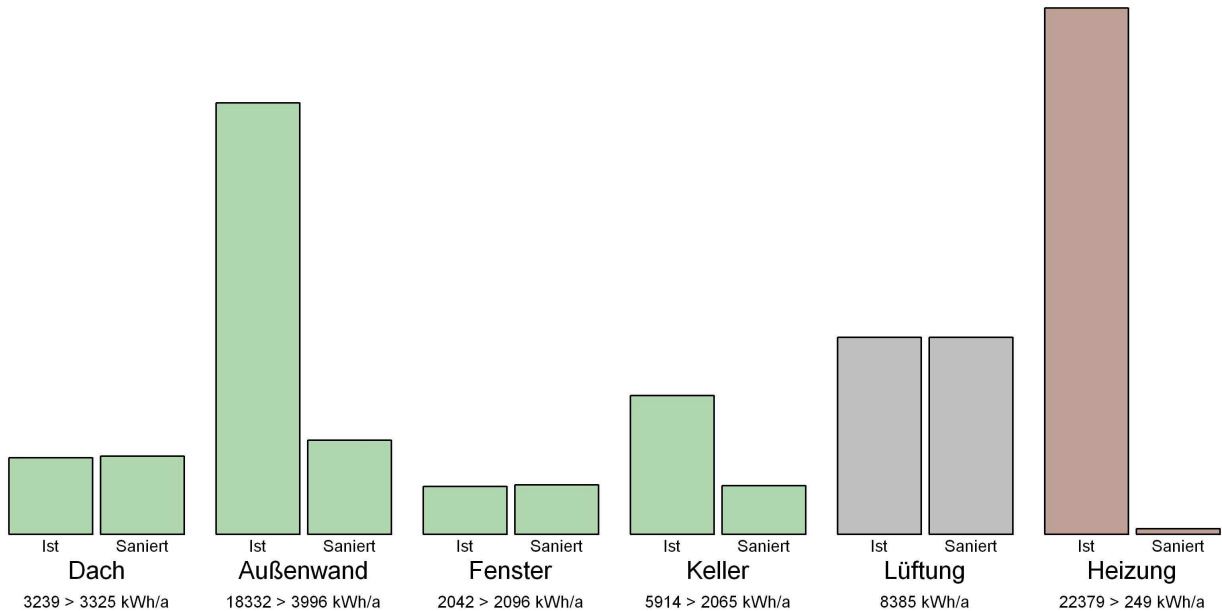
**Speicherung** Speicher + separater Solarpuffer - 420 Liter, Dämmung nach EnEV

**Verteilung** Dämmung der Leitungen: nach EnEV

## Energieeinsparung - Variante 3 -

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **74 %**.

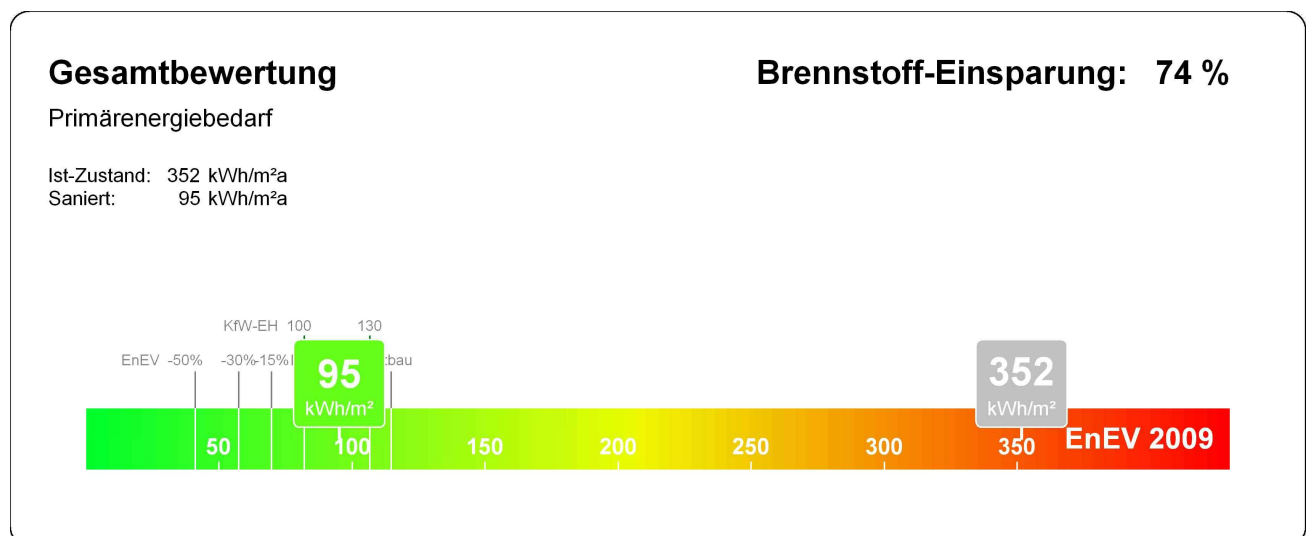
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 53268 kWh/Jahr reduziert sich auf 13996 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 39273 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen werden um 9754 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 **95 kWh/m<sup>2</sup>** pro Jahr.



## Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 3 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionskosten	:	37.034 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Kosten (Erhaltungsaufwand)	:	16.106 EUR

<b>Gesamtkosten für die Energiesparmaßnahmen</b>	<b>:</b>	<b>20.928 EUR</b>
--	----------	-------------------

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

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	1.265 EUR/Jahr	37.950 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 1.666 EUR/Jahr	+ 49.980 EUR
	<u>2.931 EUR/Jahr</u>	<u>87.930 EUR</u>
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	5.252 EUR/Jahr	157.560 EUR
<b>Einsparung</b>	<b>2.321 EUR/Jahr</b>	<b>69.630 EUR</b>

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	2.902 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	921 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	2,50 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	4,00 %

<b>Amortisationszeit: 11 Jahre</b>
------------------------------------



## Variante 4 : Dämmung Fußboden, Außenwand, Pelletstechnik,

In dieser Variante werden die folgenden Modernisierungsmaßnahmen betrachtet.

### Modernisierung der Gebäudehülle - Variante 4 -

**Außenwände:** Außendämmung 16 cm WLZ 035

**Keller:** Dämmung 12 cm WLZ 035

#### U-Wert-Übersicht der einzelnen Bauteile im modernisierten Zustand

Typ	Bauteil	U-Wert in W/m <sup>2</sup> K	U <sub>max</sub> EnEV* in W/m <sup>2</sup> K
DA	Dachfläche	0,31	0,24
OG	Oberste Geschossdecke	0,27	0,24
TA	Tür	3,00	2,00
WA	Außenwand - Außendämmung 16 cm WLZ 035	0,15	0,24
WA	Außenwand - Außendämmung 16 cm WLZ 035	0,19	0,24
FA	Wärmeschutzverglasung	1,30	1,30
FA	Wärmeschutzverglasung Dach	1,30	1,40
BK	Kellerdecke - Dämmung 12 cm WLZ 035	0,22	0,30

\*) 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 erhöht sich der Maximalwert um 0,10 W/m<sup>2</sup>K. Bei Kerndämmung eines mehrschaligen Mauerwerks reicht es aus, wenn der Hohlraum vollständig mit Dämmstoff ausgefüllt wird. Wird bei vorhandenen Fenstern nur die Verglasung ersetzt, so gilt für die Verglasung der Maximalwert 1,50 W/m<sup>2</sup>K.

### Modernisierung der Anlagentechnik - Variante 4 -

#### Heizung:

Erzeugung: Zentrale Wärmeerzeugung  
Biomasse-Wärmeerzeuger - Holzpellets

Verteilung: Auslegungstemperaturen 55/45°C  
Dämmung der Leitungen: nach EnEV  
Altbau-typischer Betrieb (kein hydraul. Abgleich, flachere Heizkurve)  
Umwälzpumpe leistungsgeregelt

Übergabe: freie Heizfläche, Anordnung im Außenwandbereich  
Thermostatventil mit Auslegungsproportionalbereich 2 K

#### Warmwasser:

Erzeugung: Zentrale Warmwasserbereitung  
Biomasse-Wärmeerzeuger - Holzpellets

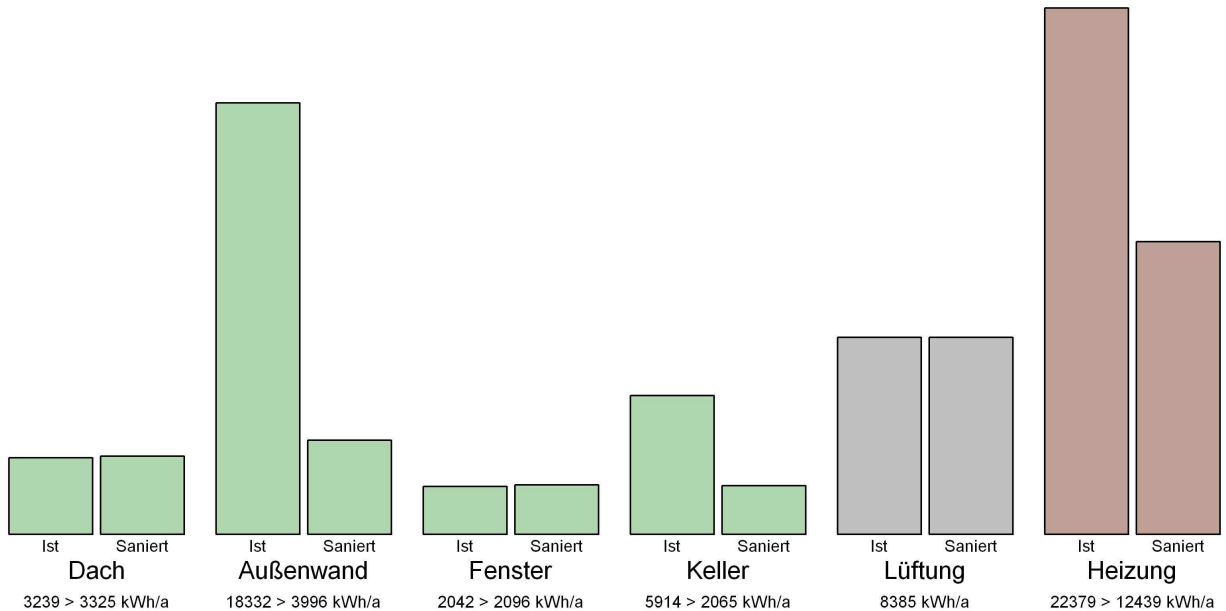
Speicherung: Indirekt beheizter Speicher - 220 Liter, Dämmung nach EnEV

Verteilung: Dämmung der Leitungen: nach EnEV

## Energieeinsparung - Variante 4 -

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **51 %**.

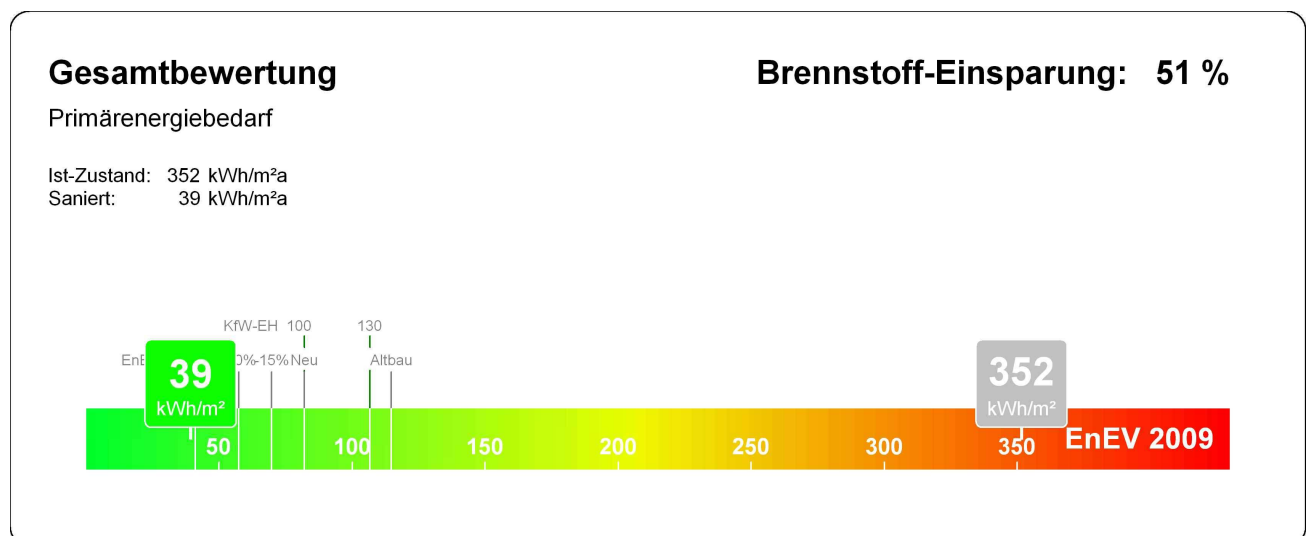
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 53268 kWh/Jahr reduziert sich auf 26185 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 27083 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen werden um 11915 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 **39 kWh/m<sup>2</sup>** pro Jahr.



## Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 4 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionskosten	:	38.199 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Kosten (Erhaltungsaufwand)	:	22.071 EUR

<b>Gesamtkosten für die Energiesparmaßnahmen</b>	<b>:</b>	<b>16.128 EUR</b>
--	----------	-------------------

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

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	771 EUR/Jahr	23.130 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 1.780 EUR/Jahr	+ 53.400 EUR
	<u>2.551 EUR/Jahr</u>	<u>76.530 EUR</u>
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	5.252 EUR/Jahr	157.560 EUR
<b>Einsparung</b>	<b>2.701 EUR/Jahr</b>	<b>81.030 EUR</b>

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	2.902 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	984 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	2,50 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	4,00 %

<b>Amortisationszeit: 9 Jahre</b>
-----------------------------------

## Variante 5 : Dämmung Fußb., Wand, Wärmepumpe, Solaranlage mit 10% Heizg

In dieser Variante werden die folgenden Modernisierungsmaßnahmen betrachtet.

### Modernisierung der Gebäudehülle - Variante 5 -

**Außenwände:** Außendämmung 16 cm WLZ 035

**Keller:** Dämmung 12 cm WLZ 035

#### U-Wert-Übersicht der einzelnen Bauteile im modernisierten Zustand

Typ	Bauteil	U-Wert in W/m <sup>2</sup> K	U <sub>max</sub> EnEV* in W/m <sup>2</sup> K
DA	Dachfläche	0,31	0,24
OG	Oberste Geschossdecke	0,27	0,24
TA	Tür	3,00	2,00
WA	Außenwand - Außendämmung 16 cm WLZ 035	0,15	0,24
WA	Außenwand - Außendämmung 16 cm WLZ 035	0,19	0,24
FA	Wärmeschutzverglasung	1,30	1,30
FA	Wärmeschutzverglasung Dach	1,30	1,40
BK	Kellerdecke - Dämmung 12 cm WLZ 035	0,22	0,30

\*) 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 erhöht sich der Maximalwert um 0,10 W/m<sup>2</sup>K. Bei Kerndämmung eines mehrschaligen Mauerwerks reicht es aus, wenn der Hohlraum vollständig mit Dämmstoff ausgefüllt wird. Wird bei vorhandenen Fenstern nur die Verglasung ersetzt, so gilt für die Verglasung der Maximalwert 1,50 W/m<sup>2</sup>K.

### Modernisierung der Anlagentechnik - Variante 5 -

#### Heizung:

**Erzeugung** Zentrale Wärmeerzeugung, 2 Wärmeerzeuger  
 Wärmeerzeuger 1 - 90% Deckungsanteil  
 Luft-Wasser-Wärmepumpe - Strom  
 Wärmeerzeuger 2 - 10% Deckungsanteil  
 Solare Heizungsunterstützung - Sonnen-Energie

**Verteilung** Auslegungstemperaturen 55/45°C  
 Dämmung der Leitungen: nach EnEV  
 Altbau-typischer Betrieb (kein hydraul. Abgleich, flachere Heizkurve)  
 Umwälzpumpe leistungsgeregel

**Übergabe** freie Heizfläche, Anordnung im Außenwandbereich  
 Thermostatventil mit Auslegungsproportionalbereich 2 K

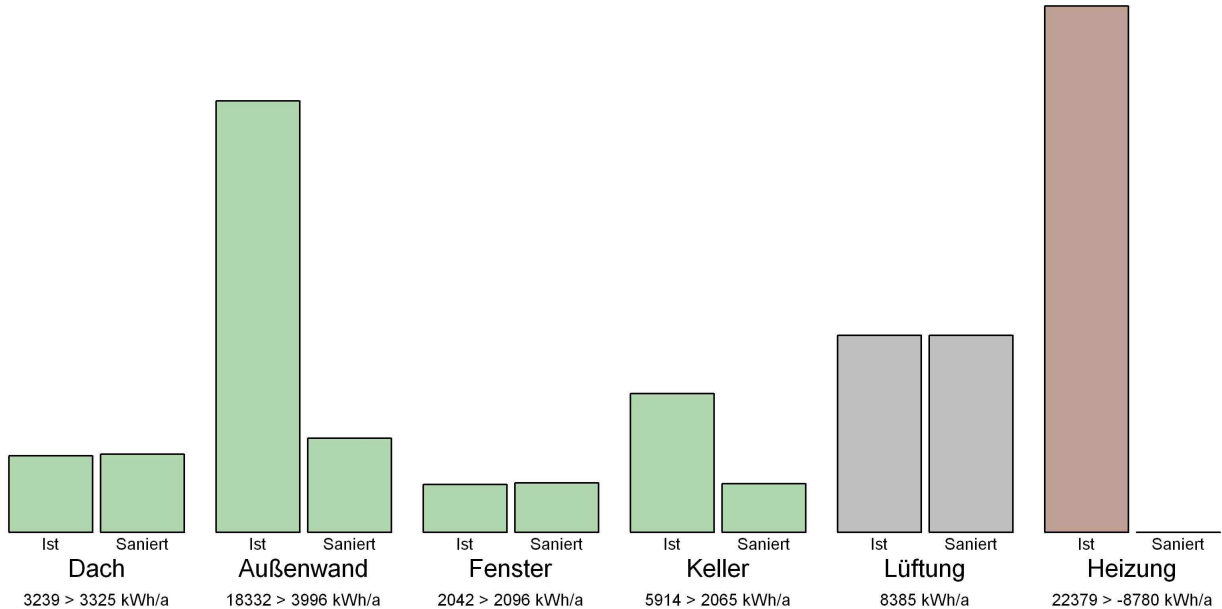
#### Warmwasser:

**Erzeugung** Zentrale Warmwasserbereitung, 2 Wärmeerzeuger Wärmeerzeuger 1 - 72%  
 Deckungsanteil Solaranlage - Sonnen-Energie Wärmeerzeuger 2 - 28% Deckungsanteil  
 Warmwassererzeugung über die Heizungsanlage Speicherung Speicher + separater Solarpuffer - 420  
 Liter, Dämmung nach EnEV Verteilung Dämmung der Leitungen: nach EnEV

## Energieeinsparung - Variante 5 -

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **91 %**.

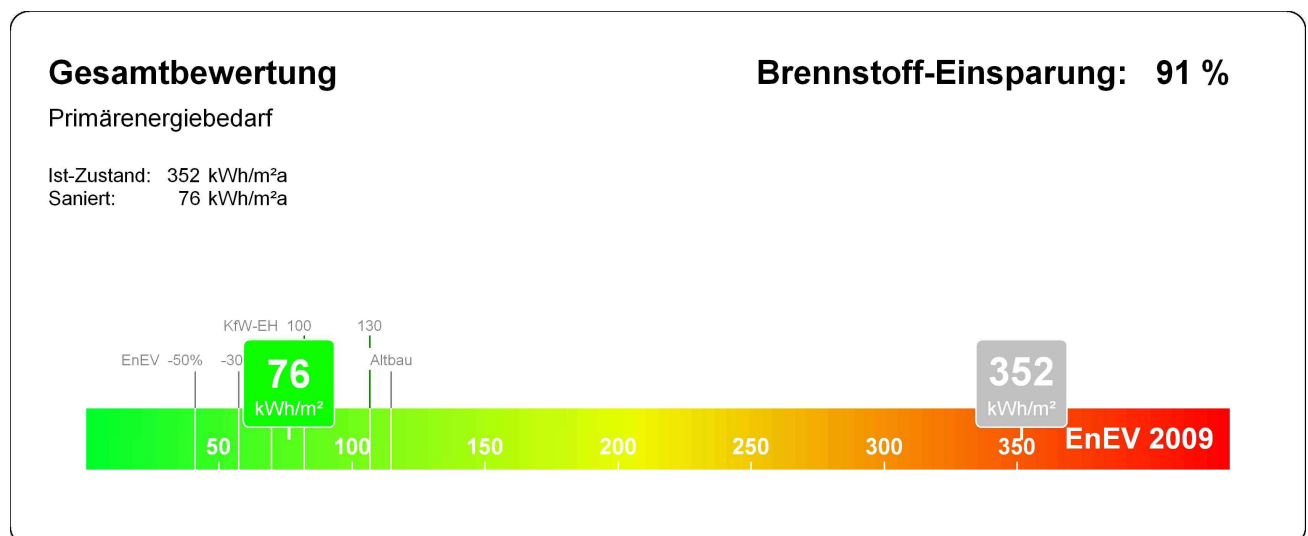
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 53268 kWh/Jahr reduziert sich auf 4967 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 48301 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen werden um 10028 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 **76 kWh/m<sup>2</sup>** pro Jahr.



## Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 5 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionskosten	:	43.742 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Kosten (Erhaltungsaufwand)	:	22.814 EUR

<b>Gesamtkosten für die Energiesparmaßnahmen</b>	<b>:</b>	<b>20.928 EUR</b>
--	----------	-------------------

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

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	1.265 EUR/Jahr	37.950 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 1.259 EUR/Jahr	+ 37.770 EUR
	<u>2.524 EUR/Jahr</u>	<u>75.720 EUR</u>
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	5.252 EUR/Jahr	157.560 EUR
<b>Einsparung</b>	<b>2.728 EUR/Jahr</b>	<b>81.840 EUR</b>

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	2.902 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	696 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	2,50 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	4,00 %

<b>Amortisationszeit: 10 Jahre</b>
------------------------------------

## 4 Kosten der Sanierungsmaßnahmen

Kostenaufstellung	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4	Variante 5
Dämmung Außenwand	25.577€				
Dämmung Fußboden, Dachschrägen		28.242€			
Dämmung Fußboden Außenwand, Brennwerttechnik, Solaranlage 10% Heizungsunterstützung.			37.034€		
Dämmung Fußboden Außenwand, Holzheiztechnik, Pellets				38.199€	
Dämmung Fußboden Außenwand, Luft-Wasser-Wärmepumpe, Solaranlage 10% Heizungsunterstützung					43.742€
<b>Summe</b>	<b>25.577€</b>	<b>28.242€</b>	<b>37.034€</b>	<b>38.199€</b>	<b>43.742€</b>

Eigenleistungen können bei der Dämmung des Fußbodens erbracht werden.

## 5 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 Verteilungen. 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 stadt-eigener 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  $1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$  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 kann 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 Bericht-

erstellung. 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.

# Anhang

## A.1 Glossar

Im Folgenden werden die einzelnen Fachbegriffe erläutert:

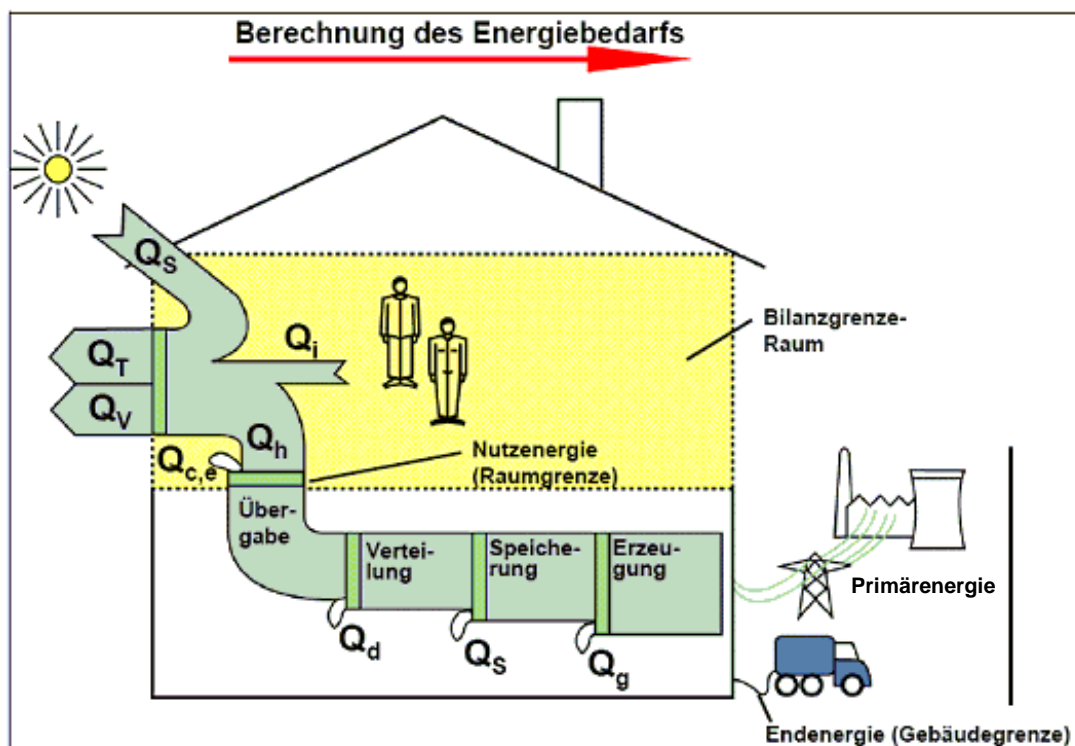
### Energiebedarf

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 Wärmegewinne.

## 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 Wärmegewinne $Q_S$

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

### **Interne Wärmegewinne $Q_i$**

Im 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 Geschosdecke oder Dach. Diese Gebäudeteile sollten möglichst gut gedämmt sein, weil über sie die Wärme aus dem Rauminnen 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>	10,42	11,57	1,11
Holzpellets	kg	4,90	5,29	1,08
Strom	kWh	1,00		

	Arbeitspreis Cent/kWh	Arbeitspreis Cent/Einheit	Grundpreis Euro/Jahr	Lagerver- zinsung**
Erdgas E	6,26	65,2	182	
Holzpellets	4,20	20,6		2,5%
Strom	19,20	19,2	50	

\*\* aufgrund der notwendigen Brennstofflagerung liegt zwischen dem Einkauf und dem Verbrauch ein Zeitraum, in dem die Zinsverluste durch die Vorfinanzierung mit dem obigen Zinssatz berücksichtigt werden.

	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	247	0,157	0,200
Holzpellets	0,2	43	0,680	0,799
Strom	2,6	683	1,111	0,583

### A.3 Weitere Anhänge und Fotos

	Südansicht	
	Südostansicht	
	Westansicht	
	Nordansicht	

## A.5 Hinweise zu Förderprogrammen

### Übersicht der KfW-Förderprogramme ab 01.10.2009

		Energieeffizient Sanieren			Energieeffizient Bauen		
Förderstufe KfW-Effizienzhaus (EnEV 2009)	KfW-130	KfW 115	KfW 100	KfW 85	KfW 70	KfW 55**	
<b>Q<sub>P</sub></b> Referenzgebäude EnEV 2009	130 %	115 %	100 %	85 %	70 %	55 %	
<b>H<sub>t</sub>'</b> Referenzgebäude EnEV 2009	145 %	130 %	115 %	100 %	85 %	70 %	
<b>H<sub>t</sub>'</b> Höchstwert nach Tab. 2, Anlage 1 EnEV 2009							
Förderstufe KfW-Effizienzhaus (EnEV 2007)*	KfW 100		KfW 70	KfW 70	KfW 55		
<b>Q<sub>P</sub></b> Wert nach EnEV 2007	100 %		70 %	70 %	55 %		
<b>H<sub>t</sub>'</b> Wert nach EnEV 2007	100 %		70 %	70 %	55 %		
<b>Q<sub>P</sub></b> Absolutwert bezogen auf die Gebäudenutzfläche A <sub>N</sub>				60 kWh/m <sup>2</sup>	40 kWh/m <sup>2</sup>		

\* gültig bis 31.12.2009

\*\*3: ab Anfang 2010

Modernisierungsmaßnahmen für Wohngebäude, technische Maßnahmen zur Energieeinsparung und Schonung der Ressourcen werden von öffentlicher Hand gefördert. Im Rahmen des **C02-Gebäudesanierungsprogramms des Bundes** stehen für Wohnimmobilien folgende KfW-Programme zur Verfügung:

- Energieeffizient Bauen
- Energieeffizient Sanieren
- Wohnraum Modernisieren

Neben diesen Programmen 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.

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.

Das **Programm „Energieeffizient Sanieren“** ist als Kredit oder Investitionszuschuss erhältlich (Programmnummer: Kredit 151, 152 - Investitionszuschuss 430). Gefördert wird die energetische Sanierung von Wohngebäuden. Dabei gilt: je energieeffizienter das Gebäude nach der Sanierung, desto höher die Förderung.

#### **Gefördert werden:**

- der Ersterwerb eines sanierten Gebäudes (auch Eigentumswohnung)
- alle Maßnahmen, die zur Erreichung eines KfW-Effizienzhauses beitragen (Dämmung, Heizungserneuerung, Fensteraustausch, Lüftungseinbau)
- Einzelmaßnahmen bzw. freie Einzelmaßnahmenkombinationen, die den technischen Mindestanforderungen entsprechen (Dämmung, Heizungserneuerung, Fensteraustausch, Lüftungseinbau)

#### **Voraussetzungen:**

Es handelt sich um ein Wohngebäude und für das zu sanierende Gebäude wurde vor dem 01.01.1995 der Bauantrag gestellt oder die Bauanzeige erstattet.

#### **Besonderheiten Kredit (151,152)**

##### **Wer kann Anträge stellen:**

- Privatpersonen
- Wohnungsunternehmen und Wohnungsgenossenschaften

Gemeinden, Kreise, Gemeindeverbände sowie sonstige Körperschaften und Anstalten des öffentlichen Rechts

Der Antrag muss vor Vorhabensbeginn bei einer Hausbank Ihrer Wahl gestellt werden.

##### **Finanzierungsanteil**

- Basis: 100 % der förderfähigen Kosten
- maximal 75.000 Euro pro Wohneinheit bei Sanierung zum KfW-Effizienzhaus
- maximal 50.000 Euro pro Wohneinheit bei Einzelmaßnahmen oder Einzelmaßnahmenkombinationen

#### **Besonderheiten Investitionszuschuss (430) Wer**

##### **kann Anträge stellen:**

- Eigentümer (Privatpersonen)

- bei Sanierung selbst genutzter oder vermieteter Ein- und Zweifamilienhäuser (maximal 2 Wohneinheiten) bzw. beim Erwerb neu sanierter Ein- und Zweifamilienhäuser
- bei Sanierung von selbst genutzten oder vermieteten Eigentumswohnungen in Wohnungseigentümergeinschaften bzw. beim Erwerb sanierter Eigentumswohnungen
- Wohnungseigentümergeinschaften (mit natürlichen Personen als Wohnungseigentümer)

**Der Antrag muss vor Vorhabensbeginn direkt bei der KfW gestellt werden**

### **Sonderförderung: Zuschuss für qualifizierte Baubegleitung**

Wird ein Sachverständiger mit der qualifizierten Baubegleitung während der Sanierungsphase beauftragt oder Nachtstromspeicherheizungen ausgetauscht oder die Heizungsanlage optimiert können zusätzlich Zuschüsse aus dem Programm Energieeffizient Sanieren - Sonderförderung (Programmnummer 431) bei der KfW beantragt werden.

### **Was wird durch diesen Zuschuss gefördert?**

- qualifizierte Baubegleitung durch einen Sachverständigen während der Sanierungsphase, Zuschuss: 50 % der Kosten für die Baubegleitung, maximal 2.000 Euro pro Vorhaben
- Ersatz von Nachtstromspeicherheizungen, Zuschuss: 200 Euro pro abgebautem Gerät. Die Gewährung des Zuschusses ist an die Erneuerung der Heizungsanlage gebunden.
- Optimierung der Wärmeverteilung im Rahmen bestehender Heizungsanlagen, sofern die Heizung nicht erneuert wird. Zuschuss: 25 % der Kosten für die Optimierung der Heizungsanlage, mindestens 100 Euro Zuschuss. Bei Optimierungskosten unter 100 Euro wird kein Zuschuss ausgezahlt.

Nähere Informationen erhalten Sie bei Ihrer Hausbank oder der KfW unter:

KfW Bankengruppe  
Palmengartenstraße 5-9  
60325 Frankfurt am Main

Internet: [www.kfW-foerderbank.de](http://www.kfW-foerderbank.de)  
Tel.: 01801 335577 (zum Ortstarif)

Das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) fördert Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Rahmen des **Marktanreizprogramms des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit**.

Im Interesse einer zukunftsfähigen, nachhaltigen Energieversorgung, angesichts der nur begrenzten Verfügbarkeit fossiler Energieressourcen sowie aus Gründen des Umwelt- und Klimaschutzes fördert die Bundesregierung den Ausbau erneuerbarer Energien im Energiemarkt. Das Ziel der Förderung ist, den Absatz von Technologien

der erneuerbaren Energien im Markt durch Investitionsanreize zu stärken und deren Wirtschaftlichkeit zu verbessern.

Über das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) sind förderfähig:

Die Errichtung und Erweiterung von

- Solarkollektoranlagen bis 40 m<sup>2</sup> **Bruttokollektorfläche**,
- Solarkollektoranlagen mit mehr als 40 m<sup>2</sup> Bruttokollektorfläche auf Ein- und Zweifamilienhäusern mit hohen Pufferspeichervolumina,
- automatisch beschickten Anlagen zur Verbrennung von fester Biomasse für die thermische Nutzung bis einschließlich 100 kW Nennwärmeleistung,
- handbeschickten Anlagen zur Verbrennung von fester Biomasse für die thermische Nutzung von 15 bis 50 kW Nennwärmeleistung (Scheitholzvergaserkessel),
- effizienten Wärmepumpen,
- besonders **innovativen** Technologien zur Wärme- und Kälteerzeugung aus erneuerbaren Energien nach Maßgabe dieser Richtlinien:
  - Große Solarkollektoranlagen von 20 bis 40 m<sup>2</sup> Bruttokollektorfläche,
  - Sekundärmaßnahmen zur Emissionsminderung und Effizienzsteigerung bei Anlagen zur Verfeuerung fester Biomasse bis einschließlich 100 kW Nennwärmeleistung
- besonders effiziente Wärmepumpen.

Neben den eben beschriebenen Fördertatbeständen gibt es ein Bonussystem, das für deutlich höhere Förderbeträge sorgen kann. Wer z. B. Solarkollektoren und Biomassekessel besonders energieeffizient einsetzt oder erneuerbare Energien miteinander kombiniert, wird zusätzlich mit einem Bonus belohnt.

Nähere Informationen unter

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)  
Frankfurter Straße 29-35  
65760 Eschborn  
oder  
Postfach 51 60  
65726 Eschborn  
Internet: <http://www.bafa.de>, Tel.: (06196) 908-625

### **Innovationsförderung**

Erläuterungen zu den besonderen Fördertatbeständen werden unter der Rubrik Innovationsförderung aufgeführt.

Ansprechpartner  
Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)  
Referate 433-436  
Frankfurter Straße 29-35  
65760 Eschborn  
Telefon: +49 6196 908-625  
Internet: <http://www.bafa.de>