

Energieberatungsbericht

- Musterbericht -

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



Gebäude: freistehendes Einfamilienhaus
Musterstr. 15
12345 Berlin

Auftraggeber: Herr
Max Mustermann
Musterstr. 15
12345 Berlin

Erstellt von: Heinz Schöne
Diplom Ingenieur

Alberichstr. 36
12683 Berlin

BAFA Beraternummer 121442
Tel.: 030/5142586
E-Mail: heinz.schoene@t-online.de
Internet: www.schoene-energieberatung.de

Erstellt am: 30. November 2009

.....
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 Grafische Darstellung der Ergebnisse	6
1.3.3 Empfehlungen zur Energieeinsparung	8
1.3.4 Nachrüstpflichten nach EnEV	9
2 Analyse Istzustand	9
2.1 Gebäude	9
2.1.1 Grunddaten / Gebäude	9
2.1.1.1 Bauliche Besonderheiten.....	10
2.1.1.2 Bisher getätigte wärmetechnische Investitionen.....	10
2.1.1.3 Berechnungsgrundlagen	10
2.1.1.4 Lüftung	10
2.1.2 Energetische Einstufung der wärmeübertragenden Umfassungsflächen .	10
2.1.2.1 Außenwandflächen.....	11
2.1.2.2 Dachflächen	11
2.1.2.3 Oberste Geschossdecke	11
2.1.2.4 Kellerdecken.....	11
2.1.2.5 Fenster und Türen	11
2.1.2.6 Abseitenwände im Dachgeschoss.....	11
2.1.2.7 Innenwände zu nicht beheizten Gebäudebereichen.....	11
2.1.2.8 Offensichtliche Wärmebrücken.....	11
2.1.2.9 Offensichtliche Lüftungswärmeverluste	12
2.1.2.10 Nutzerverhalten	12
2.1.2.11 Verbrauchsangaben	12
2.1.3 Übersicht über die Bauteile der Gebäudehülle	13
2.2 Anlagentechnik	14
2.2.1 Heizung:	14
2.2.2 Daten aus Schornsteinfegerprotokoll:.....	14
2.2.3 Warmwasser:.....	14
2.3 Energiebilanz	14
2.4 Bewertung des Gebäudes	16
3 Sanierungsvarianten	17
Variante 1 : KD, BWT	17
Variante 2 : KD+AWD, BWT	21
Variante 3 : GH komplett, BWT, Solar Hz+WW.....	24
Variante 4 : GH komplett, WP Luft	28
Variante 5 : GH komplett, Pellets	32
4 Kosten der Sanierungsmaßnahmen.....	36
5 Allgemeine Grundsätze der Modernisierung.....	37
Anhang	39
A.1 Glossar	39
A.2 Brennstoffdaten	43
A.3 Hinweise zu Förderprogrammen.....	44

1 Zusammenfassende Darstellung

1.1 Allgemein

Für das freistehendes Einfamilienhaus mit Anbau von Familie 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 auf jeden Fall vorgesehen, die zweischaligen Außenwände durch Kerndämmung zu verbessern und ein modernes Erdgas-Brennwertgerät einzusetzen. In diesem Zusammenhang sollen weitere energetische Maßnahmen untersucht werden, zum Einen durch weitere Verbesserung der Gebäudehülle und zum Anderen durch den Einsatz regenerativer Energien. Außerdem ist zu ermitteln, welche staatliche Zuschüsse und KfW-Förderprogramme für die Sanierung bei den einzelnen Sanierungsvarianten in Anspruch genommen werden können

1.2 Kurzübersicht über die Sanierungsvarianten

Zur Reduzierung der Heizenergiekosten und Verbesserung von Wohnbehaglichkeit und Wohnkomfort wurden folgende Maßnahmen der energetischen Sanierung untersucht, die zur Erreichung der Zielstellung geeignet sind:

Variante 1: Kerndämmung, Brennwertgerät Erdgas

Kerndämmung der zweischaligen Außenwände durch Ausblasen des Luftspalts mit einem geeigneten Dämmstoff und Austausch des vorhandenen NT-Kessels (Heizöl) gegen eine moderne Brennwerttherme (Erdgas)

Variante 02: Kerndämmung mit Außendämmung, Brennwertgerät Erdgas

Kerndämmung der zweischaligen Außenwände durch Ausblasen des Luftspalts mit einem geeigneten Dämmstoff inklusive Außendämmung und Austausch des vorhandenen NT-Kessels (Heizöl) gegen eine moderne Brennwerttherme (Erdgas)

Variante 03: Dämmung komplett, Brennwertgerät Erdgas, Solaranlage

Kerndämmung der zweischaligen Außenwände durch Ausblasen des Luftspalts mit einem geeigneten Dämmstoff inklusive Außendämmung, Dämmung der Kellerdecke und der obersten Geschossdecke des Hauptgebäudes, Dämmung der Abseitenwände im 1. OG und Austausch des vorhandenen NT-Kessels (Heizöl) gegen eine moderne Brennwerttherme (Erdgas)

Variante 04: Dämmung komplett, Wärmepumpe Luft

Wie Variante 02, jedoch Einsatz einer Luft-Wasser-Wärmepumpe für Heizung und Warmwasserbereitung

Variante 05: Dämmung komplett, Biomasseheizung Pelles

Wie Variante 02, jedoch Einsatz einer Biomasseanlage auf der Basis Pellets

1.3 Gegenüberstellung Ist-Zustand – Sanierungsvarianten

1.3.1 Beschreibung der Einspareffekte

Das Gebäude besitzt im Istzustand ungedämmte zweischalige Außenwände und nur ein mäßig gedämmtes Dach sowie einen Heizöl-Niedertemperaturkessel für Heizung und Warmwasserbereitung. Die EnEV-Anforderungen an modernisierte Bestandsgebäude werden bei weitem nicht erfüllt. Es gibt demzufolge ein hohes Einsparpotenzial. Mit der Umsetzung der nachfolgend genannten Sanierungsvarianten ergeben sich die folgenden Einspareffekte.

Variante 1: Mit der Kerndämmung wird die energetische Qualität der zweischaligen Außenwände wesentlich verbessert. Die Kerndämmung bietet auch die Gewähr dafür, dass eine eventuell vorgesehene Außendämmung voll zur Wirkung kommen kann. Mit dem Einsatz einer Brennwerttherme erhöht sich der Wirkungsgrad der Heizungsanlage gegenüber dem Niedertemperaturkessel des Istzustands.

Ergebnisse Variante 1:

Anforderung gemäß EnEV 2009	modernisierter Altbau wird nicht erreicht
KfW-Standard	kein
Senkung der Heizenergiekosten im Vergleich zum Istzustand um	34%

Variante 2: Zusätzlich zu den Maßnahmen der Variante 1 werden die Außenwände von außen gedämmt, damit verbessert sich die energetische Qualität der Außenwände erheblich.

Ergebnisse Variante 2:

Anforderung gemäß EnEV 2009	modernisierter Altbau wird nicht erreicht
KfW-Standard	kein
Senkung der Heizenergiekosten im Vergleich zum Istzustand um	40%

Variante 3: Die Variante 3 hat das Ziel, den Neubaustandard zu erreichen. Dazu wird die Gebäudehülle komplett gedämmt, d. h., zusätzlich zur Kern- und Außendämmung der Außenwände wird die Kellerdecke und oberste Geschossdecke des Hauptgebäudes gedämmt, die Abseitenwände im 1. OG des Hauptgebäudes werden ebenfalls durch Dämmung verbessert. Als Heizungstechnik kommt ein Erdgas-Brennwertgerät mit einer Solaranlage für Heizungsunterstützung und Warmwasserbereitung zum Einsatz.

Ergebnisse Variante 3:

Anforderung gemäß EnEV 2009	Neubau
KfW-Standard	Effizienzhaus 115
Senkung der Heizenergiekosten im Vergleich zum Istzustand um	67%

Variante 4: Wie Variante 3, jedoch Einsatz einer Luft-Wasser Wärmepumpe anstelle des Erdgas-Brennwertgeräts mit Solaranlage.

Ergebnisse Variante 4:

Anforderung gemäß EnEV 2009	Modernisierter Altbau
KfW-Standard	Effizienzhaus 130
Senkung der Heizenergiekosten im Vergleich zum Istzustand um	68%

Variante 5: Wie Variante 4, jedoch Einsatz einer Biomasse-Heizungsanlage auf Basis Pellets anstelle der Luft-Wasser Wärmepumpe.

Ergebnisse Variante 5:

Anforderung gemäß EnEV 2009	Neubau
KfW-Standard	Effizienzhaus 115
Senkung der Heizenergiekosten im Vergleich zum Istzustand um	56%

1.3.2 Grafische Darstellung der Ergebnisse

Im Folgenden sind die Ergebnisse der Berechnung und Bezug auf die unterschiedlichen Bewertungskriterien für den Ist-Zustand und für alle 5 Varianten zusammenfassend grafisch dargestellt:

Primärenergiebedarf

Primärenergiebedarf Q_p :

	kWh/a		Einsparung	
Ist-Zustand	55181			
Var.1 - KD, BWT	31854		23327	42,3%
Var.2 - KD+AWD, BWT	28435		26746	48,5%
Var.3 - GH komplett, BWT,Solar Hz+WW	14346		40835	74,0%
Var.4 - GH komplett, WP Luft	17896		37285	67,6%
Var.5 - GH komplett, Pellets	7646		47535	86,1%

Primärenergiebedarf q_p pro m^2 :

	kWh/m ² a		Einsparung	
Ist-Zustand	357			
Var.1 - KD, BWT	206		151	42,3%
Var.2 - KD+AWD, BWT	184		173	48,5%
Var.3 - GH komplett, BWT,Solar Hz+WW	93		264	74,0%
Var.4 - GH komplett, WP Luft	116		241	67,6%
Var.5 - GH komplett, Pellets	50		308	86,1%

Endenergiebedarf

Endenergiebedarf Q_E :

	kWh/a		Einsparung	
Ist-Zustand	48932			
Var.1 - KD, BWT	28000		20932	42,8%
Var.2 - KD+AWD, BWT	24949		23983	49,0%
Var.3 - GH komplett, BWT,Solar Hz+WW	12305		36627	74,9%
Var.4 - GH komplett, WP Luft	6883		42049	85,9%
Var.5 - GH komplett, Pellets	28696		20235	41,4%

Endenergiebedarf q_E pro m^2 :

	kWh/m ² a		Einsparung	
Ist-Zustand	317			
Var.1 - KD, BWT	181		136	42,8%
Var.2 - KD+AWD, BWT	162		155	49,0%
Var.3 - GH komplett, BWT,Solar Hz+WW	80		237	74,9%
Var.4 - GH komplett, WP Luft	45		272	85,9%
Var.5 - GH komplett, Pellets	186		131	41,4%

Heizwärmebedarf

Heizwärmebedarf Q_h :

	kWh/a		Einsparung	
Ist-Zustand	34712			
Var.1 - KD, BWT	21934		12779	36,8%
Var.2 - KD+AWD, BWT	18781		15931	45,9%
Var.3 - GH komplett, BWT,Solar Hz+WW	12774		21939	63,2%
Var.4 - GH komplett, WP Luft	12774		21939	63,2%
Var.5 - GH komplett, Pellets	12774		21939	63,2%

Heizwärmebedarf q_h pro m^2 :

	kWh/m ² a		Einsparung	
Ist-Zustand	225			
Var.1 - KD, BWT	142		83	36,8%
Var.2 - KD+AWD, BWT	122		103	45,9%
Var.3 - GH komplett, BWT,Solar Hz+WW	83		142	63,2%
Var.4 - GH komplett, WP Luft	83		142	63,2%
Var.5 - GH komplett, Pellets	83		142	63,2%

Anlagentechnische Verluste

Anlagentechnische Verluste Q_t :

	kWh/a		Einsparung	
Ist-Zustand	12289			
Var.1 - KD, BWT	4136		8153	66,3%
Var.2 - KD+AWD, BWT	4237		8052	65,5%
Var.3 - GH komplett, BWT,Solar Hz+WW	-2399		14688	119,5%
Var.4 - GH komplett, WP Luft	-7821		20110	163,6%
Var.5 - GH komplett, Pellets	13993		-1704	-13,9%

Anlagentechnische Verluste q_t pro m^2 :

	kWh/m ² a		Einsparung	
Ist-Zustand	80			
Var.1 - KD, BWT	27		53	66,3%
Var.2 - KD+AWD, BWT	27		52	65,5%
Var.3 - GH komplett, BWT,Solar Hz+WW	-16		95	119,5%
Var.4 - GH komplett, WP Luft	-51		130	163,6%
Var.5 - GH komplett, Pellets	91		-11	-13,9%

Anlagenaufwandszahl

Anlagenaufwandszahl e_P :

Ist-Zustand	1,51	
Var.1 - KD, BWT	1,33	
Var.2 - KD+AWD, BWT	1,37	
Var.3 - GH komplett, BWT,Solar Hz+WW	0,98	
Var.4 - GH komplett, WP Luft	1,22	
Var.5 - GH komplett, Pellets	0,52	

Schadstoff-Emissionen

CO₂-Emissionen

CO₂-Emissionen:

	kg/a		Einsparung	
Ist-Zustand	15554			
Var.1 - KD, BWT	7222		8332	53,6%
Var.2 - KD+AWD, BWT	6450		9104	58,5%
Var.3 - GH komplett, BWT,Solar Hz+WW	3275		12279	78,9%
Var.4 - GH komplett, WP Luft	4701		10853	69,8%
Var.5 - GH komplett, Pellets	1742		13812	88,8%

CO₂-Emissionen pro m^2 :

	kg/m ² a		Einsparung	
Ist-Zustand	101			
Var.1 - KD, BWT	47		54	53,6%
Var.2 - KD+AWD, BWT	42		59	58,5%
Var.3 - GH komplett, BWT,Solar Hz+WW	21		80	78,9%
Var.4 - GH komplett, WP Luft	30		70	69,8%
Var.5 - GH komplett, Pellets	11		89	88,8%

NO_x-Emissionen

NO_x-Emissionen:

	kg/a		Einsparung	
Ist-Zustand	11,4			
Var.1 - KD, BWT	5,9		5,6	48,6%
Var.2 - KD+AWD, BWT	5,2		6,2	54,1%
Var.3 - GH komplett, BWT,Solar Hz+WW	2,7		8,8	76,7%
Var.4 - GH komplett, WP Luft	4,0		7,4	64,9%
Var.5 - GH komplett, Pellets	22,8		-11,3	-99,1%

SO₂-Emissionen

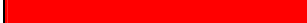
SO₂-Emissionen:

	kg/a		Einsparung	
Ist-Zustand	22,9			
Var.1 - KD, BWT	5,1		17,8	77,8%
Var.2 - KD+AWD, BWT	4,5		18,3	80,1%
Var.3 - GH komplett, BWT,Solar Hz+WW	2,4		20,4	89,3%
Var.4 - GH komplett, WP Luft	7,6		15,2	66,5%
Var.5 - GH komplett, Pellets	19,9		3,0	13,1%

Kosten / Wirtschaftlichkeit

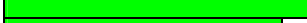
Brennstoffkosten

Brennstoffkosten:

	EUR/a		Einsparung	
Ist-Zustand	3054			
Var.1 - KD, BWT	2025		1029	33,7%
Var.2 - KD+AWD, BWT	1829		1225	40,1%
Var.3 - GH komplett, BWT,Solar Hz+WW	1022		2032	66,5%
Var.4 - GH komplett, WP Luft	983		2071	67,8%
Var.5 - GH komplett, Pellets	1340		1713	56,1%

Gesamtinvestitionskosten

Gesamtinvestitionskosten:

	EUR	
Var.1 - KD, BWT	10020	
Var.2 - KD+AWD, BWT	28112	
Var.3 - GH komplett, BWT,Solar Hz+WW	46705	
Var.4 - GH komplett, WP Luft	42705	
Var.5 - GH komplett, Pellets	46705	

1.3.3 Empfehlungen zur Energieeinsparung

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

- Ausführen der Kerndämmung des zweischaligen Außenmauerwerks
- Einsatz eines modernen Erdgas-Brennwertgerätes in Kombination mit einer Solaranlage für Heizung- und Warmwasserbereitung.
- Komplette Sanierung der gesamten Gebäudehülle durch Dämmung der Außenwände, Verbesserung der Dämmung der oberen Geschossdecke, Dämmung der Kellerdecke und Dämmung der Abseitenwände im Dachgeschoss
- Alternativ zur Brennwerttechnik mit Solaranlage kann für Heizung- und Warmwasserbereitung auch eine Luft-Wasser-Wärmepumpe oder eine Biomasseheizungsanlage auf der Basis von Pellets zum Einsatz kommen. Für Sole-Wasser-Wärmepumpen ist eine Genehmigung durch die Wasserschutzbehörde erforderlich.

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 $0,24 \text{ Watt}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 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 Analyse Istzustand

2.1 Gebäude

Beschreibung

Bei dem Gebäude handelt es sich um ein Einfamilienhaus, das zu Wohnzwecken genutzt wird. Das Gebäude wurde 1924 in Massivbauweise errichtet und ist voll unterkellert. Der Keller wird nicht beheizt. Das Gebäude steht in einer geschlossenen Ortsbebauung.

2.1.1 Grunddaten / Gebäude

Ort:	12621 Berlin
Bundesland:	Berlin
Gebäudetyp:	freistehendes Einfamilienhaus mit Anbau
Baujahr:	1924
Nutzung:	Wohngebäude
Beheizbare Wohnfläche	100,90 m ²
Wohneinheiten:	1
Personenzahl:	2
Volumen:	$V_e = 482,58 \text{ m}^3$
Hüllfläche:	$A = 427,82 \text{ m}^2$
Kompaktheit:	$A/V = 0,89 \text{ m}^{-1}$
Energiebezugsfläche:	$A_N = 154 \text{ m}^2$
Mittlere Raumhöhe:	$H = 2,80 \text{ m}$
Luftvolumen:	$V_L = 366,76 \text{ m}^3$
Luftwechsel:	$n = 0,7 \text{ h}^{-1}$

2.1.1.1 Bauliche Besonderheiten

Außenmauern in zweischaliger Bauweise mit Ziegelmauerwerk

2.1.1.2 Bisher getätigte wärmetechnische Investitionen

1991: Einbau eines Niedertemperatur Kessels Heizöl

1992: Erneuerung des Daches und Dämmung der oberen Geschossdecke

1996 bis 1998: Einbau neuer Fenster

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 2007 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 obersten Geschossdecke (Hauptgebäude) bzw. bis in die Dachspitze (Anbau)
- 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 Energetische Einstufung der wärmeübertragenden Umfassungsflächen

Fotos der Seitenansichten siehe Anhang 4.

2.1.2.1 Außenwandflächen

Die ca. 35 cm starken Außenwände aus Ziegelmauerwerk sind zweischalig aufgebaut, innen und außen verputzt. Der Sockel ist als Klinkermauerwerk ausgeführt und nachträglich verputzt worden. Die Außenfassade hat Risse und muss instand gesetzt werden, wenn möglich, im Zusammenhang mit einer Außendämmung.

2.1.2.2 Dachflächen

Das Sparrendach ist mit Ziegel gedeckt und ungedämmt

2.1.2.3 Oberste Geschossdecke

Die obere Geschossdecke ist eine Holzbalkendecke und ist gedämmt.

2.1.2.4 Kellerdecken

Die Betonrippendecke im Anbau ist ungedämmt. Die Holzbalkendecke des Hauptgebäudes ist zum Teil gedämmt.

2.1.2.5 Fenster und Türen

Die im Jahre 1996 bis 1998 eingebauten Fenster mit Wärmeschutzverglasung sind noch voll funktionsfähig, entsprechen aber mit ihren Dämmeigenschaften nicht mehr den heutigen Anforderungen. Die Hauseingangstür befindet sich in gutem Zustand.

2.1.2.6 Abseitenwände im Dachgeschoss

Holzfaserzementplatten mit (nicht ausreichender) Dämmung

2.1.2.7 Innenwände zu nicht beheizten Gebäudebereichen

Die Innenwand zur nicht beheizten Veranda ist ein zweischaliges ungedämmtes Ziegelmauerwerk

2.1.2.8 Offensichtliche Wärmebrücken

Wärmebrücken treten am Anschluss des Anbaues an das Hauptgebäude und an der Eingangstreppe auf. Das Gebäude besitzt Heizkörpernischen, die deutlich als Wärmebrücken in Erscheinung treten, siehe auch Ergebnisse der thermografischen Untersuchungen gemäß Punkt 2.1.4.1.

2.1.2.9 Offensichtliche Lüftungswärmeverluste

Offensichtliche Lüftungswärmeverluste sind im Dachgeschoss und an den Dachanschlüssen der Außenwände vorhanden. Auch die Risse in den Außenwänden werden auf Grund der zweischaligen Bauweise Lüftungswärmeverluste verursachen.

2.1.2.10 Nutzerverhalten

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

Für die Berechnung dieses Berichts wurde der berechnete Wert mit den tatsächlichen Verbrauchswerten abgeglichen und dafür folgendes Nutzerverhalten zu Grunde gelegt:

mittlere Innentemperatur:	19,0 °C,
Luftwechselrate:	0,70 h ⁻¹ ,
interne Wärmegewinne:	5824 kWh pro Jahr,
Warmwasser-Wärmebedarf:	1930 kWh pro Jahr.

2.1.2.11 Verbrauchsangaben

Als Mittelwert für den Energieverbrauch der letzten 3 Jahre für Heizung und Warmwasserbereitung wurde anhand der Jahresabrechnungen ein Heizölverbrauch von 3600 Liter pro Jahr ermittelt. Die nachfolgende Tabelle zeigt die Gegenüberstellung von berechnetem Bedarf und tatsächlichem Verbrauch

	berechneter Bedarf	tatsächlicher Verbrauch
Heizöl pro Jahr	4765 Liter	3600 Liter

Mit dem obigen Nutzerverhalten liegt der berechnete Bedarf über dem tatsächlichen Verbrauch. Dies lässt auf einen sparsamen Umgang mit Heizenergie schließen. Der berechnete Bedarf setzt eine komplette Beheizung des gesamten Gebäudes voraus. Dies ist aber im vorliegenden Fall offensichtlich nicht gegeben. Auch der Warmwasserverbrauch spielt eine wesentliche Rolle. Eine Korrektur des tatsächlichen Verbrauchs mit den Klimafaktoren der letzten 3 Jahre ergibt einen berichtigten Verbrauch von ca. 4000 Liter.

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.

2.1.3 Übersicht über die Bauteile 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 ²	U-Wert in W/m ² K	U _{max} EnEV* in W/m ² K	U-Wert Passiv- haus in W/m ² K
	DA	Anbau: Dachfläche	32	0,34	0,24	0,15-0,10
	OG	Oberste Geschossdecke	69	0,36	0,24	0,15-0,10
	TA	Hauseingangstür	2	2,00	2,00	0,15-0,10
X	WA	Anbau: Außenwand	36	1,48	0,24	0,15-0,10
X	WA	Anbau: Außenwand an Veranda	11	1,48	0,24	0,15-0,10
X	WA	Außenwand Gaube	8	1,48	0,24	0,15-0,10
X	WA	Außenwand	119	1,48	0,24	0,15-0,10
X	WA	Außenwand 1.OG	45	0,67	0,24	0,15-0,10
X	FA	2-Scheiben-Wärmeschutzvergl. - Kunststoff-Rahmen	11	1,60	1,30	< 0,8
X	FA	Anbau: Doppelverglasung Dach	1	2,70	1,40	< 0,8
X	FA	Glasbausteine	1	2,80	1,30	< 0,8
X	FA	Verbundfenster aus Holz, 2x 1 - Scheibenverglasung	2	2,50	1,30	< 0,8
X	BK	Anbau: Kellerdecke	22	1,00	0,30	0,15-0,10
X	BK	Kellerdecke	69	1,20	0,30	0,15-0,10

2.2 Anlagentechnik

Baujahr der Heizungsanlage: 1991

2.2.1 Heizung:

Erzeugung	Zentrale Wärmeerzeugung NT-Kessel - 24 kW, Heizöl EL
Verteilung	Auslegungstemperaturen 70/55°C Dämmung der Leitungen: halbe EnEV Altbau-typischer Betrieb (kein hydraul. Abgleich, flachere Heizkurve)
Übergabe	Umwälzpumpe nicht leistungsgeregelt freie Heizfläche, Anordnung im Außenwandbereich Thermostatventil mit Auslegungsproportionalbereich 2 K

2.2.2 Daten aus Schornsteinfegerprotokoll:

Messdatum: 29.01.2009

Brennstoff: Heizöl EL

Sauerstoff – Wert	4,6 %
Abgasverlust:	7,2 %
Abgastemperatur:	163,8 °C
CO ₂ :	12,03%

2.2.3 Warmwasser:

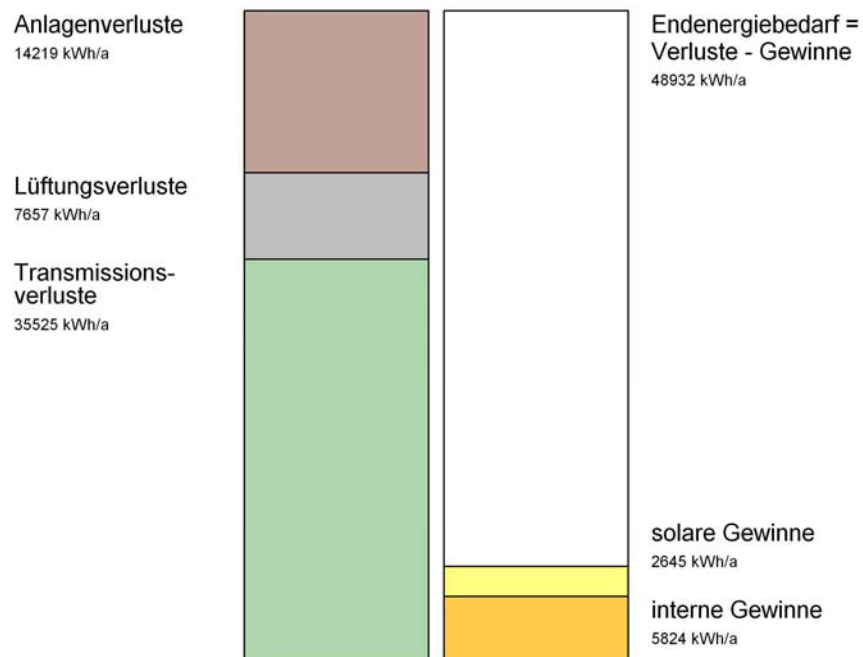
Erzeugung	Zentrale Warmwasserbereitung Warmwassererzeugung über die Heizungsanlage
Speicherung	Indirekt beheizter
Verteilung	Verteilung mit Zirkulation Dämmung der Leitungen: halbe EnEV, muss verbessert werden

2.3 Energiebilanz

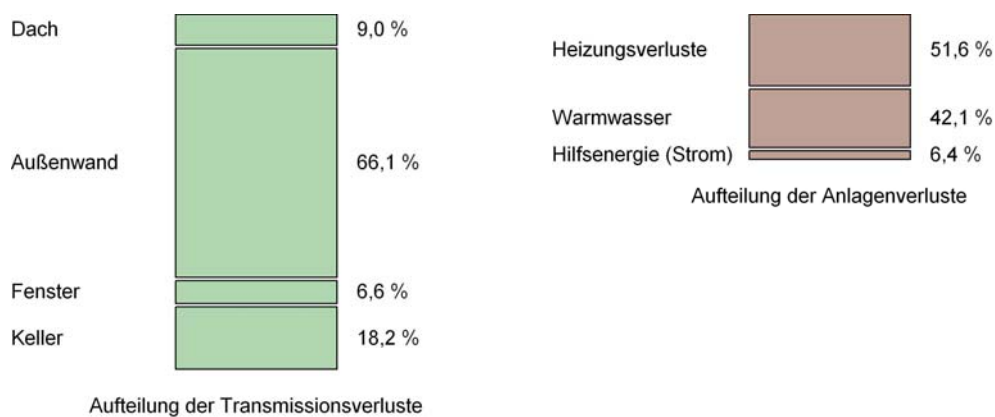
Um ein Gebäude energetisch zu bewerten, muss man den vorhandenen Energieverbrauch beurteilen können. Verbraucht mein Haus viel oder wenig? Durch welche Maßnahmen lässt sich wie viel Energie einsparen?

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

Die Gesamtbewertung des Gebäudes erfolgt aufgrund des jährlichen Primärenergiebedarfs pro m² Nutzfläche – zurzeit beträgt dieser 357 kWh/m²a.

Gesamtbewertung

Primärenergiebedarf

Ist-Zustand: 357 kWh/m²a



Gebäudehülle

Heizwärmebedarf

Ist-Zustand: 225 kWh/m²a



Anlagentechnik

Anlagenaufwandszahl e_p

Ist-Zustand: 1,51



Umweltwirkung

CO₂-Emission

Ist-Zustand: 101 kg/m²a



3 Sanierungsvarianten

Übersicht zu den Sanierungsvarianten und verwendeten Abkürzungen siehe Punkt 1.2

Bedeutung der verwendeten Abkürzungen:

KD:	Kerndämmung der zweischaligen Außenwände
AD:	Außenwanddämmung
BWT:	Brennwert-Technik
Solar Hz+WW	Solaranlage für Heizungsunterstützung und Warmwasserbereitung
GH komplett:	Kerndämmung und Außendämmung der Außenwände Dämmung der Kellerdecke und obersten Geschossdecke des Hauptgebäudes Dämmung der Abseitenwände im 1. OG des Hauptgebäudes
WP Luft:	Luft-Wasser Wärmepumpe
Pellets:	Biomasse Heizung auf der Basis Pellets

Variante 1 : KD, BWT

In dieser Variante werden die folgenden Modernisierungsmaßnahmen betrachtet.

Modernisierung der Gebäudehülle - Variante 1 -

Außenwände: Kerndämmung

U-Wert-Übersicht der einzelnen Bauteile im modernisierten Zustand

Typ	Bauteil	Fläche in m ²	U-Wert in W/m ² K	U _{max} EnEV* in W/m ² K	U-Wert Passiv- haus in W/m ² K
DA	Anbau: Dachfläche	32	0,34	0,24	0,15-0,10
OG	Oberste Geschossdecke	69	0,36	0,24	0,15-0,10
TA	Hauseingangstür	2	2,00	2,00	0,15-0,10
WA	Anbau: Außenwand - Kerndämmung	36	0,45	0,24	0,15-0,10
WA	Anbau: Außenwand an Veranda - Kerndämmung	11	0,45	0,24	0,15-0,10
WA	Außenwand Gaube - Kerndämmung	8	0,45	0,24	0,15-0,10
WA	Außenwand - Kerndämmung	119	0,45	0,24	0,15-0,10
WA	Außenwand 1.OG	45	0,67	0,24	0,15-0,10
FA	2-Scheiben-Wärmeschutzvergl. - Kunststoff-Rahmen	11	1,60	1,30	< 0,8
FA	Anbau: Doppelverglasung Dach	1	2,70	1,40	< 0,8
FA	Glasbausteine	1	2,80	1,30	< 0,8
FA	Verbundfenster aus Holz, 2x 1 - Scheibenverglasung	2	2,50	1,30	< 0,8
BK	Anbau: Kellerdecke	22	1,00	0,30	0,15-0,10
BK	Kellerdecke	69	1,20	0,30	0,15-0,10

Modernisierung der Anlagentechnik - Variante 1 -

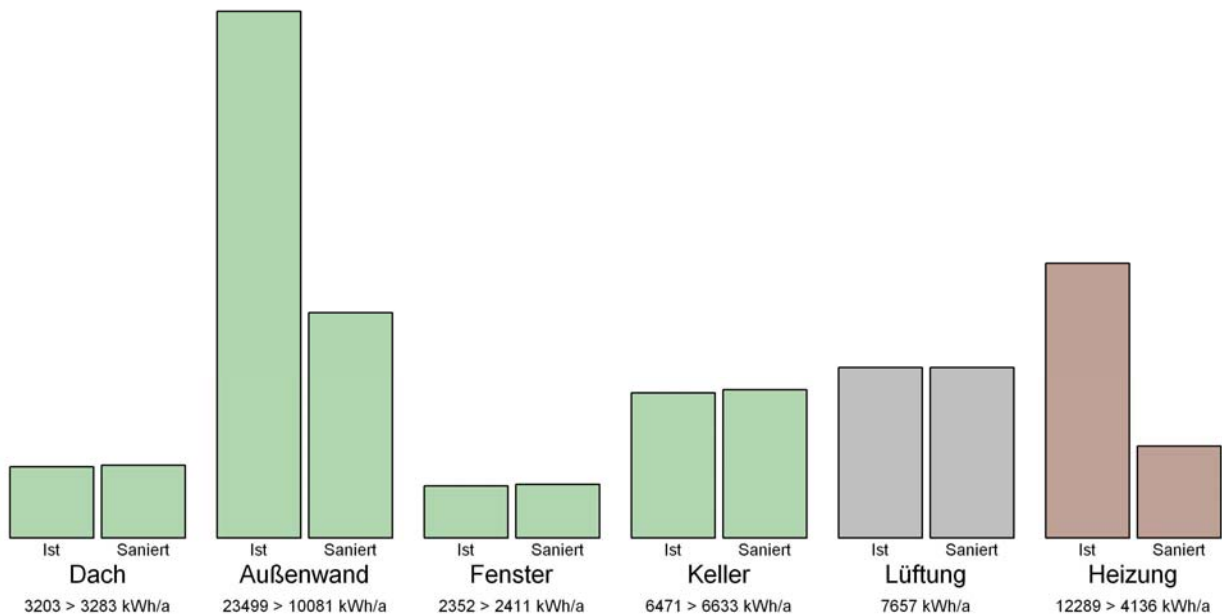
Heizung:

Erzeugung	Zentrale Wärmeerzeugung Brennwert-Kessel - 20 kW, Erdgas E
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 1 K

Energieeinsparung - Variante 1 -

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **43 %**.

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



Der derzeitige Endenergiebedarf von 48932 kWh/Jahr reduziert sich auf 28000 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 20932 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 8332 kg CO₂/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 **206 kWh/m²** pro Jahr.

Gesamtbewertung

Primärenergiebedarf

Ist-Zustand: 357 kWh/m²a
Saniert: 206 kWh/m²a



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 1 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionskosten	:	10.020 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Kosten (Erhaltungsaufwand)	:	2.000 EUR

Gesamtkosten für die Energiesparmaßnahmen	:	8.020 EUR
--	---	------------------

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	842 EUR/Jahr	25.260 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 4.903 EUR/Jahr	+ 147.090 EUR
	5.745 EUR/Jahr	172.350 EUR
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	7.393 EUR/Jahr	221.790 EUR
Einsparung	1.648 EUR/Jahr	49.440 EUR

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	3.054 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	2.025 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	7,00 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	7,00 %

Amortisationszeit: 8 Jahre

Variante 2 : KD+AWD, BWT

In dieser Variante werden die folgenden Modernisierungsmaßnahmen betrachtet.

Modernisierung der Gebäudehülle - Variante 2 -

Außenwände: Kerndämmung und Außendämmung

U-Wert-Übersicht der einzelnen Bauteile im modernisierten Zustand

Typ	Bauteil	Fläche in m ²	U-Wert in W/m ² K	U _{max} EnEV* in W/m ² K	U-Wert Passiv- haus in W/m ² K
DA	Anbau: Dachfläche	32	0,34	0,24	0,15-0,10
OG	Oberste Geschossdecke	69	0,36	0,24	0,15-0,10
TA	Hauseingangstür	2	2,00	2,00	0,15-0,10
WA	Anbau: Außenwand - Kerndämmung und Außendämmung	36	0,19	0,24	0,15-0,10
WA	Anbau: Außenwand an Veranda - Kerndämmung und Außendämmung	11	0,19	0,24	0,15-0,10
WA	Außenwand Gaube - Kerndämmung und Außendämmung	8	0,19	0,24	0,15-0,10
WA	Außenwand - Kerndämmung und Außendämmung	119	0,19	0,24	0,15-0,10
WA	Außenwand 1.OG	45	0,67	0,24	0,15-0,10
FA	2-Scheiben-Wärmeschutzvergl. - Kunststoff-Rahmen	11	1,60	1,30	< 0,8
FA	Anbau: Doppelverglasung Dach	1	2,70	1,40	< 0,8
FA	Glasbausteine	1	2,80	1,30	< 0,8
FA	Verbundfenster aus Holz, 2x 1 - Scheibenverglasung	2	2,50	1,30	< 0,8
BK	Anbau: Kellerdecke	22	1,00	0,30	0,15-0,10
BK	Kellerdecke	69	1,20	0,30	0,15-0,10

Modernisierung der Anlagentechnik - Variante 2 -

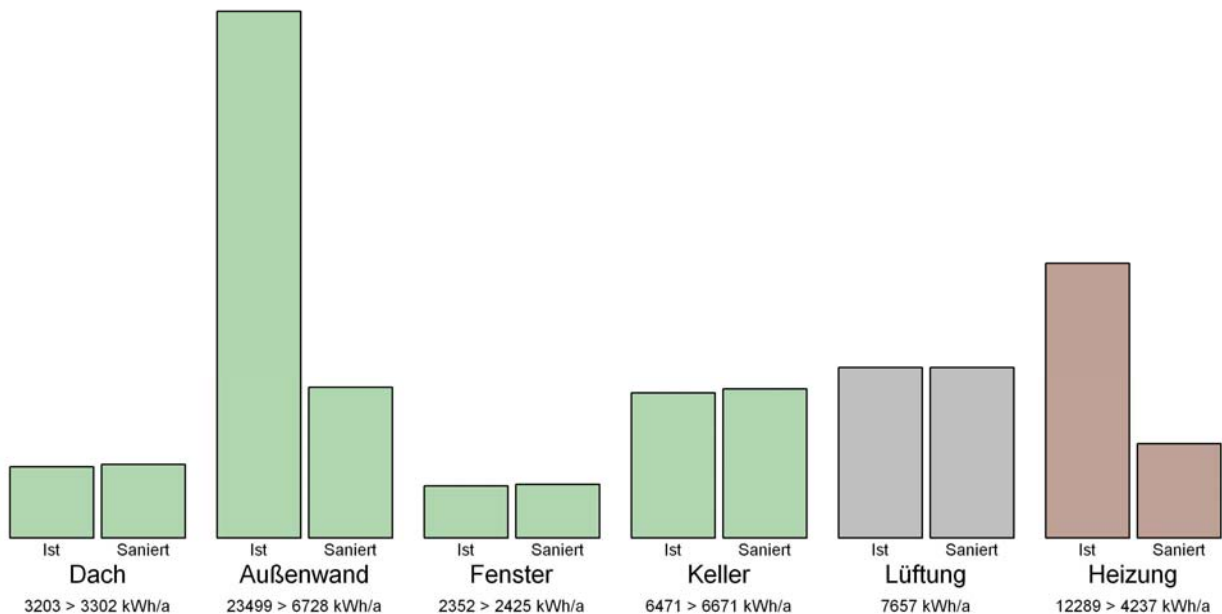
Heizung:

Erzeugung	Zentrale Wärmeerzeugung Brennwert-Kessel - 20 kW, Erdgas E
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 1 K

Energieeinsparung - Variante 2 -

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **49 %**.

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



Der derzeitige Endenergiebedarf von 48932 kWh/Jahr reduziert sich auf 24949 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 23983 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 9104 kg CO₂/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 **184 kWh/m²** pro Jahr.

Gesamtbewertung

Primärenergiebedarf

Ist-Zustand: 357 kWh/m²a
Saniert: 184 kWh/m²a



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 2 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionskosten	:	28.112 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Kosten (Erhaltungsaufwand)	:	10.041 EUR

Gesamtkosten für die Energiesparmaßnahmen	:	18.071 EUR
--	----------	-------------------

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	1.652 EUR/Jahr	49.560 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 4.427 EUR/Jahr	+ 132.810 EUR
	6.079 EUR/Jahr	182.370 EUR
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	7.393 EUR/Jahr	221.790 EUR
Einsparung	1.314 EUR/Jahr	39.420 EUR

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	3.054 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	1.829 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	7,00 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	7,00 %

Amortisationszeit: 17 Jahre

Variante 3 : GH komplett, BWT, Solar Hz+WW

In dieser Variante werden die folgenden Modernisierungsmaßnahmen betrachtet.

Modernisierung der Gebäudehülle - Variante 3 -

Außenwände: Innendämmung 10 cm
Kerndämmung und Außendämmung

Dach / oberste Decke: Wärmedämmung von oben, begehbar, 10cm

Keller: Kellerdecke, Wärmedämmung von unten, 8cm

U-Wert-Übersicht der einzelnen Bauteile im modernisierten Zustand

Typ	Bauteil	Fläche in m ²	U-Wert in W/m ² K	U _{max} EnEV* in W/m ² K	U-Wert Passiv- haus in W/m ² K
DA	Anbau: Dachfläche	32	0,34	0,24	0,15-0,10
OG	Oberste Geschossdecke - Wärmedämmung von oben, begehbar, 10cm	69	0,19	0,24	0,15-0,10
TA	Hauseingangstür	2	2,00	2,00	0,15-0,10
WA	Anbau: Außenwand - Kerndämmung und Außendämmung	36	0,19	0,24	0,15-0,10
WA	Anbau: Außenwand an Veranda - Kerndämmung und Außendämmung	11	0,19	0,24	0,15-0,10
WA	Außenwand Gaube - Kerndämmung und Außendämmung	8	0,19	0,24	0,15-0,10
WA	Außenwand - Kerndämmung und Außendämmung	119	0,19	0,24	0,15-0,10
WA	Außenwand 1.OG - Innendämmung 10 cm	45	0,23	0,24	0,15-0,10
FA	2-Scheiben-Wärmeschutzvergl. - Kunststoff-Rahmen	11	1,60	1,30	< 0,8
FA	Anbau: Doppelverglasung Dach	1	2,70	1,40	< 0,8
FA	Glasbausteine	1	2,80	1,30	< 0,8
FA	Verbundfenster aus Holz, 2x 1 - Scheibenverglasung	2	2,50	1,30	< 0,8
BK	Anbau: Kellerdecke	22	1,00	0,30	0,15-0,10
BK	Kellerdecke - Kellerdecke, Wärmedämmung von unten, 8cm	69	0,32	0,30	0,15-0,10

Modernisierung der Anlagentechnik - Variante 3 -

Heizung:

Erzeugung	Zentrale Wärmeerzeugung, 2 Wärmeerzeuger Wärmeerzeuger 1 - 83% Deckungsanteil Brennwert-Kessel - 21 kW, Erdgas E Wärmeerzeuger 2 - 17% Deckungsanteil Solare Heizungsunterstützung - Sonnen-Energie
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 1 K

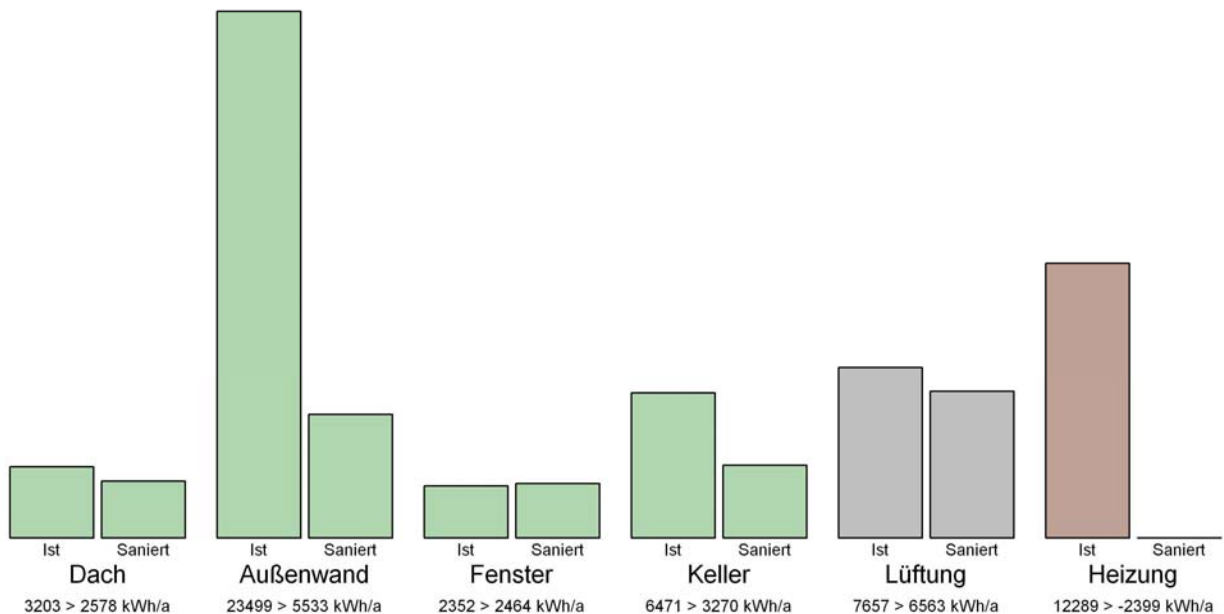
Warmwasser:

Erzeugung	Zentrale Warmwasserbereitung, 2 Wärmeerzeuger Wärmeerzeuger 1 - 76% Deckungsanteil Solaranlage - Sonnen-Energie Wärmeerzeuger 2 - 24% Deckungsanteil Warmwassererzeugung über die Heizungsanlage
Speicherung	bivalenter Solarspeicher - 640 Liter, Dämmung nach EnEV
Verteilung	Verteilung mit Zirkulation Dämmung der Leitungen: nach EnEV

Energieeinsparung - Variante 3 -

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **75 %**.

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



Der derzeitige Endenergiebedarf von 48932 kWh/Jahr reduziert sich auf 12305 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 36627 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 12279 kg CO₂/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 **93 kWh/m²** pro Jahr.

Gesamtbewertung

Primärenergiebedarf

Ist-Zustand: 357 kWh/m²a
Saniert: 93 kWh/m²a



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 3 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionskosten	:	46.705 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Kosten (Erhaltungsaufwand)	:	10.040 EUR

Gesamtkosten für die Energiesparmaßnahmen	:	36.665 EUR
--	---	-------------------

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	3.835 EUR/Jahr	115.050 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 2.474 EUR/Jahr	+ 74.220 EUR
	6.309 EUR/Jahr	189.270 EUR
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	7.393 EUR/Jahr	221.790 EUR
Einsparung	1.084 EUR/Jahr	32.520 EUR

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	3.054 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	1.022 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	7,00 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	7,00 %

Amortisationszeit: 24 Jahre

Variante 4 : GH komplett, WP Luft

In dieser Variante werden die folgenden Modernisierungsmaßnahmen betrachtet.

Modernisierung der Gebäudehülle - Variante 4 -

Außenwände: Innendämmung 10 cm
Kerndämmung und Außendämmung

Dach / oberste Decke: Wärmedämmung von oben, begehbar, 10cm

Keller: Kellerdecke, Wärmedämmung von unten, 8cm

U-Wert-Übersicht der einzelnen Bauteile im modernisierten Zustand

Typ	Bauteil	Fläche in m ²	U-Wert in W/m ² K	U _{max} EnEV* in W/m ² K	U-Wert Passiv- haus in W/m ² K
DA	Anbau: Dachfläche	32	0,34	0,24	0,15-0,10
OG	Oberste Geschossdecke - Wärmedämmung von oben, begehbar, 10cm	69	0,19	0,24	0,15-0,10
TA	Hauseingangstür	2	2,00	2,00	0,15-0,10
WA	Anbau: Außenwand - Kerndämmung und Außendämmung	36	0,19	0,24	0,15-0,10
WA	Anbau: Außenwand an Veranda - Kerndämmung und Außendämmung	11	0,19	0,24	0,15-0,10
WA	Außenwand Gaube - Kerndämmung und Außendämmung	8	0,19	0,24	0,15-0,10
WA	Außenwand - Kerndämmung und Außendämmung	119	0,19	0,24	0,15-0,10
WA	Außenwand 1.OG - Innendämmung 10 cm	45	0,23	0,24	0,15-0,10
FA	2-Scheiben-Wärmeschutzvergl. - Kunststoff-Rahmen	11	1,60	1,30	< 0,8
FA	Anbau: Doppelverglasung Dach	1	2,70	1,40	< 0,8
FA	Glasbausteine	1	2,80	1,30	< 0,8
FA	Verbundfenster aus Holz, 2x 1 - Scheibenverglasung	2	2,50	1,30	< 0,8
BK	Anbau: Kellerdecke	22	1,00	0,30	0,15-0,10
BK	Kellerdecke - Kellerdecke, Wärmedämmung von unten, 8cm	69	0,32	0,30	0,15-0,10

Modernisierung der Anlagentechnik - Variante 4 -

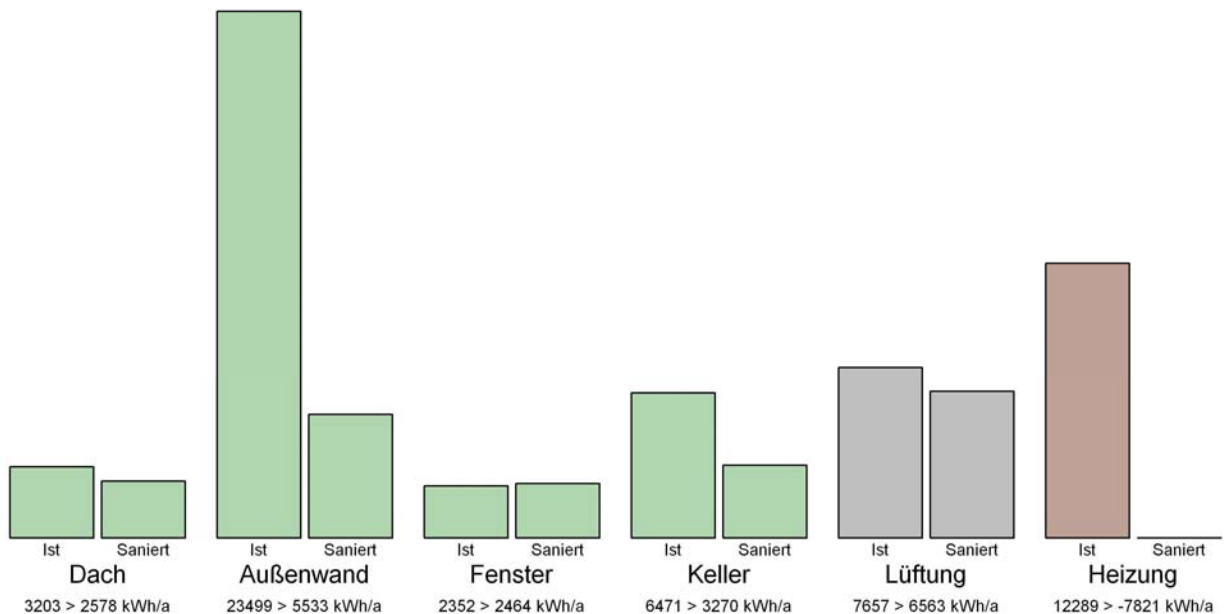
Heizung:

Erzeugung	Zentrale Wärmeerzeugung Luft-Wasser-Wärmepumpe - Strom (Sondertarif)
Speicherung	Pufferspeicher - 136 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 1 K

Energieeinsparung - Variante 4 -

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **86 %**.

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



Der derzeitige Endenergiebedarf von 48932 kWh/Jahr reduziert sich auf 6883 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 42049 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 10853 kg CO₂/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 **116 kWh/m²** pro Jahr.

Gesamtbewertung

Primärenergiebedarf

Ist-Zustand: 357 kWh/m²a
Saniert: 116 kWh/m²a



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 4 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionskosten	:	42.705 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Kosten (Erhaltungsaufwand)	:	12.040 EUR

Gesamtkosten für die Energiesparmaßnahmen	:	30.665 EUR
--	---	-------------------

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	3.058 EUR/Jahr	91.740 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 2.380 EUR/Jahr	+ 71.400 EUR
	5.438 EUR/Jahr	163.140 EUR
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	7.393 EUR/Jahr	221.790 EUR
Einsparung	1.955 EUR/Jahr	58.650 EUR

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	3.054 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	983 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	7,00 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	7,00 %

Amortisationszeit: 19 Jahre

Variante 5 : GH komplett, Pellets

In dieser Variante werden die folgenden Modernisierungsmaßnahmen betrachtet.

Modernisierung der Gebäudehülle - Variante 5 -

Außenwände: Innendämmung 10 cm
Kerndämmung und Außendämmung

Dach / oberste Decke: Wärmedämmung von oben, begehrbar, 10cm

Keller: Kellerdecke, Wärmedämmung von unten, 8cm

U-Wert-Übersicht der einzelnen Bauteile im modernisierten Zustand

Typ	Bauteil	Fläche in m ²	U-Wert in W/m ² K	U _{max} EnEV* in W/m ² K	U-Wert Passiv- haus in W/m ² K
DA	Anbau: Dachfläche	32	0,34	0,24	0,15-0,10
OG	Oberste Geschossdecke - Wärmedämmung von oben, begehrbar, 10cm	69	0,19	0,24	0,15-0,10
TA	Hauseingangstür	2	2,00	2,00	0,15-0,10
WA	Anbau: Außenwand - Kerndämmung und Außendämmung	36	0,19	0,24	0,15-0,10
WA	Anbau: Außenwand an Veranda - Kerndämmung und Außendämmung	11	0,19	0,24	0,15-0,10
WA	Außenwand Gaube - Kerndämmung und Außendämmung	8	0,19	0,24	0,15-0,10
WA	Außenwand - Kerndämmung und Außendämmung	119	0,19	0,24	0,15-0,10
WA	Außenwand 1.OG - Innendämmung 10 cm	45	0,23	0,24	0,15-0,10
FA	2-Scheiben-Wärmeschutzvergl. - Kunststoff-Rahmen	11	1,60	1,30	< 0,8
FA	Anbau: Doppelverglasung Dach	1	2,70	1,40	< 0,8
FA	Glasbausteine	1	2,80	1,30	< 0,8
FA	Verbundfenster aus Holz, 2x 1 - Scheibenverglasung	2	2,50	1,30	< 0,8
BK	Anbau: Kellerdecke	22	1,00	0,30	0,15-0,10
BK	Kellerdecke - Kellerdecke, Wärmedämmung von unten, 8cm	69	0,32	0,30	0,15-0,10

Modernisierung der Anlagentechnik - Variante 5 -

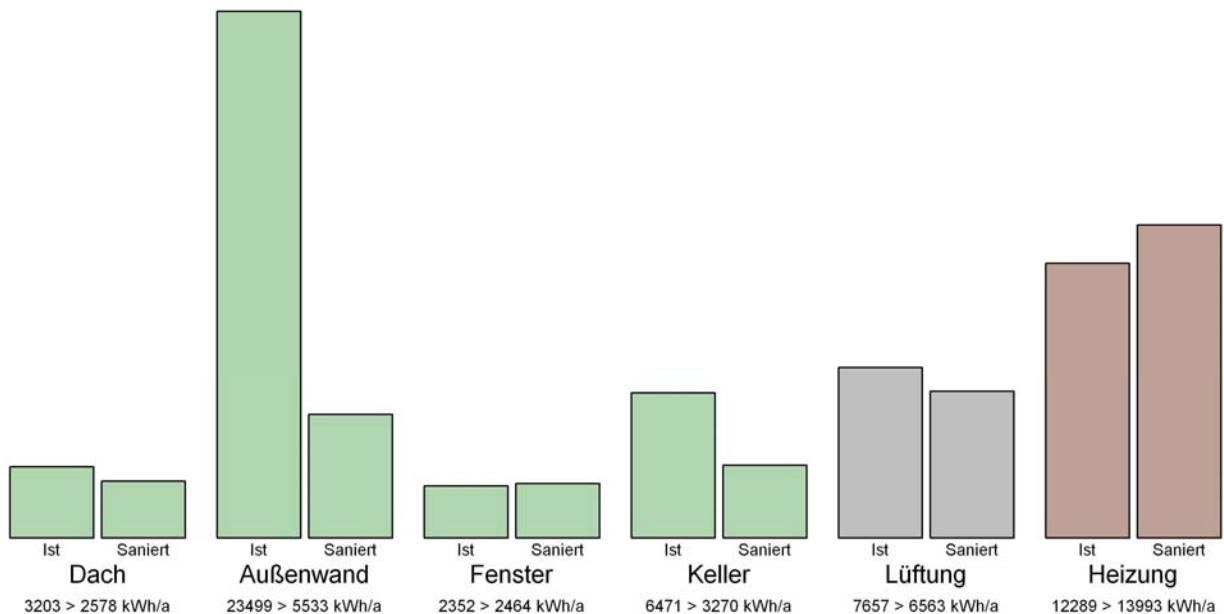
Heizung:

Erzeugung	Zentrale Wärmeerzeugung Biomasse-Wärmeerzeuger - Holzpellets
Speicherung	Pufferspeicher - 358 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 1 K

Energieeinsparung - Variante 5 -

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 48932 kWh/Jahr reduziert sich auf 28696 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 20235 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

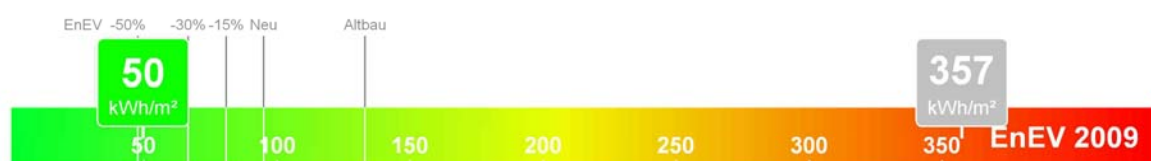
Die CO₂-Emissionen werden um 13812 kg CO₂/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf **50 kWh/m²** pro Jahr.

Gesamtbewertung

Primärenergiebedarf

Ist-Zustand: 357 kWh/m²a
Saniert: 50 kWh/m²a



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 5 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionskosten	:	46.705 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Kosten (Erhaltungsaufwand)	:	12.040 EUR

Gesamtkosten für die Energiesparmaßnahmen	:	34.665 EUR
--	----------	-------------------

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	3.576 EUR/Jahr	107.280 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 3.245 EUR/Jahr	+ 97.350 EUR
	6.821 EUR/Jahr	204.630 EUR
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	7.393 EUR/Jahr	221.790 EUR
Einsparung	572 EUR/Jahr	17.160 EUR

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	3.054 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	1.340 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	7,00 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	7,00 %

Amortisationszeit: 26 Jahre

4 Kosten der Sanierungsmaßnahmen

Kostenaufstellung	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4	Variante 5
- Kerndämmung der Außenwände	4.020 €				
- Kerndämmung und Außendämmung		22.112 €	22.112 €	22.112 €	22.112 €
- Dämmung oberste Geschossdecke			1.871 €	1.871 €	1.871 €
- Dämmung Kellerdecke			1.372 €	1.372 €	1.372 €
- Dämmung der Abseitenwände			1.350 €	1.350 €	1.350 €
- Brennwertkessel	6.000 €	6.000 €	6.000 €		
- Solaranlage für Heizung und WW			14.000 €		
- Wärmepumpe Luft-Wasser				16.000 €	
- Pellets-Heizung					20.000 €
Summe	10.020 €	28.112 €	46.705 €	42.705 €	46.705 €

Eigenleistungen können bei den Dämmmaßnahmen für die oberste Geschossdecke, der Kellerdecke und der Abseitenwände 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 m² Wohn-/Nutzfläche und Jahr.

Ein Neubau, errichtet nach den Anforderungen der EnEV verbraucht nur noch 7-12 Liter Heizöl pro m² und Jahr.

Ein Niedrigenergiehaus kommt bei entsprechender Dämmung und geeigneter Wärmeschutzverglasung mit 2-7 Liter Heizöl/m² und Jahr aus. So genannte Passivhäuser schaffen es sogar auf 0-2 Liter Heizöl pro m² 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 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 $1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ 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 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 bleiben 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:

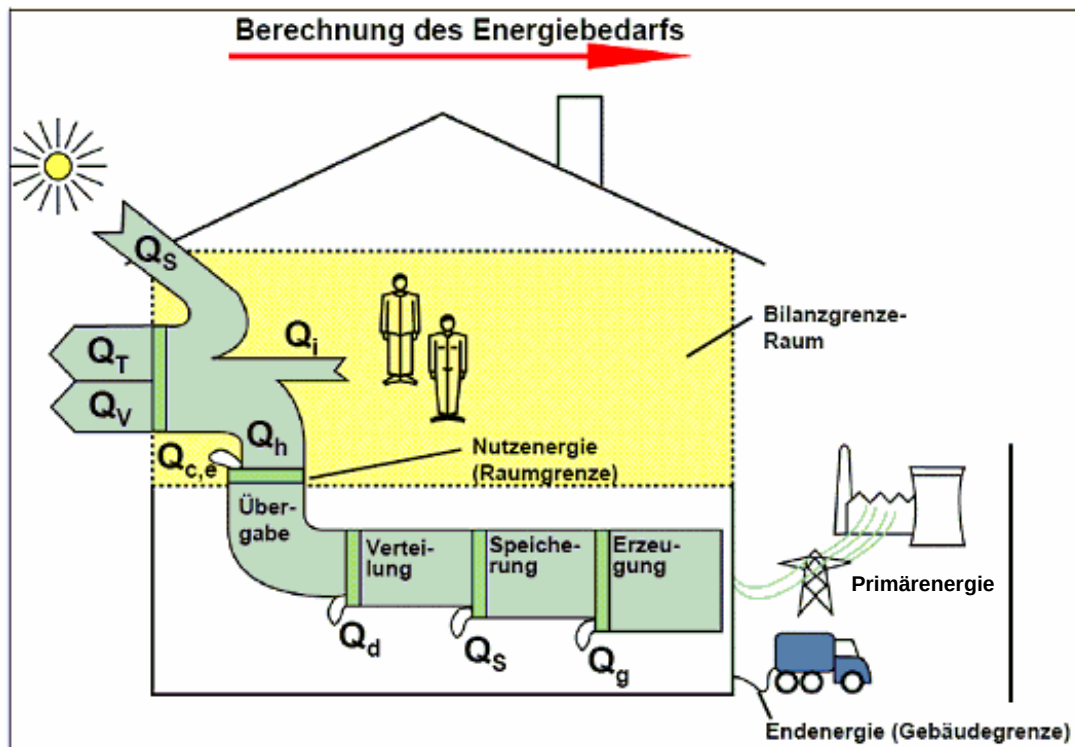
Energiebedarf

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. CO₂-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 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 *
Heizöl EL	L	10,08	10,68	1,06
Erdgas E	m³	10,42	11,57	1,11
Holzpellets	kg	4,90	5,29	1,08
Strom	kWh	1,00		
Strom (Sondertarif)	kWh	1,00		

	Arbeitspreis Cent/kWh	Arbeitspreis Cent/Einheit	Grundpreis Euro/Jahr	Lagerver- zinsung**
Heizöl EL	5,92	59,7		2,5%
Erdgas E	6,26	65,2	182	
Holzpellets	4,20	20,6		2,5%
Strom	19,20	19,2	50	
Strom (Sondertarif)	13,10	13,1	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	CO2- Emissionen g/kWh	SO2- Emissionen g/kWh	NOx- Emissionen g/kWh
Heizöl EL	1,1	311	0,455	0,227
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
Strom (Sondertarif)	2,6	683	1,111	0,583

A.3 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**
Q _P Referenzgebäude EnEV 2009	130 %	115 %	100 %	85 %	70 %	55 %
H _t ' Referenzgebäude EnEV 2009	145 %	130 %	115 %	100 %	85 %	70 %
H _t ' Höchstwert nach Tab. 2, Anlage 1 EnEV 2009						
Förderstufe KfW-Effizienzhaus (EnEV 2007)*	KfW 100		KfW 70	KfW 70	KfW 55	
Q _P Wert nach EnEV 2007	100 %		70 %	70 %	55 %	
H _t ' Wert nach EnEV 2007	100 %		70 %	70 %	55 %	
Q _P Absolutwert bezogen auf die Gebäudenutzfläche A _N				60 kWh/m²	40 kWh/m²	

* gültig bis 31.12.2009

** ab Anfang 2010

Modernisierungsmaßnahmen für Wohngebäude, technische Maßnahmen zur Energieeinsparung und Schonung der Ressourcen werden von öffentlicher Hand gefördert. Im Rahmen des **CO₂-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
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 m² Bruttokollektorfläche,
- Solarkollektoranlagen mit mehr als 40 m² 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 m² 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>