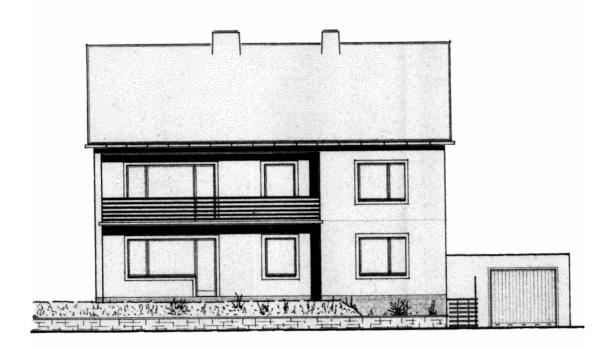
Energieberatungsbericht



Gebäude: Musterstraße 1

xxxxx Musterheim

Auftraggeber: Herr

M. Mustermann

Musterstr. 1

xxxxx Musterheim

Erstellt von: Oliver Kunz

Ingenieurbüro für Tragwerksplanung

Erstellt am: 30. Mai 2006



Inhaltsverzeichnis

٦.	Ranmenbedingungen	ರ	Ś
2.	Feststellung des Istzustand	5	;
	Allgemeine Angaben	5	;
	Gebäudehülle		
	Anlagentechnik	7	7
	Schwachstellen	7	7
	Energiebilanz	7	7
	Auswertung nach EnEV:		
3.	Vorstellung der Varianten		
	Vorgaben des Eigentümers		
	Variante 1: Modernisierung der Gebäudehülle	11	
	Beschreibung der Modernisierungsmaßnahme	11	
	Energieeinsparung		
	Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen		
	Auswertung nach EnEV:	15	;
	Variante 2: Erneuerung Heizungsanlage		
	Beschreibung der Modernisierungsmaßnahmen	16	ì
	Energieeinsparung		
	Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen		
	Auswertung nach EnEV:		
	Variante 3: Maßnahmenpaket Variante 1 und Variante 2		
	Beschreibung der Modernisierungsmaßnahmen	21	
	Energieeinsparung		
	Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen		
	Auswertung nach EnEV:		
4.	Zusammenfassung	27	7
	Vergleich der Sanierungs-Varianten nach Endenergiebedarf, CO ₂ -Emissionen ur	nd	
	Brennstoffkosten		
	Vergleich der Sanierungs-Varianten nach Investitionskosten	28	3
5.	Empfehlungen	28	3



1. Rahmenbedingungen

Im Rahmen der Ausbildung "Fachplaner für Energieeffizienz" der Ingenieurkammer Hessen soll ein Energieberatungsbericht angefertigt werden, der den Anforderungen der BAFA genügt. Dafür wird das Mehrfamilienwohnhaus des Herrn Mustermann untersucht. Das Objekt befindet sich in der Musterstraße 1, xxxxx Musterheim.

Die vorgegebenen BAFA-Anforderungen sind erfüllt:

- Die Liegenschaft befindet sich im Bundesgebiet.
- ➤ Die Baugenehmigung für das Objekt wurde 1969 erteilt. 1984 wurde das Dachgeschoss zu Wohnzwecken ausgebaut und die Heizungsanlage erneuert.
- Die Fläche des Gebäudes wird vollständig genutzt.
- Es wurde bisher noch keine vom Bund geförderte Beratung durchgeführt.
- ➤ Das Objekt ist nicht baugleich mit einem anderen geförderten Gebäude an einem vergleichbaren Standort.

Die Energieberatung erstreckt sich über folgende Inhalte:

- Aufnahme der bestehenden Konstruktion inklusive der Anlagen zur Raumheizung und zur Trinkwarmwasserbereitung sowie die Auswertung der Daten mit Hilfe von Energiebilanzen.
- Das Energieeinsparpotenzial verschiedener Sanierungsmaßnahmen wird ermittelt und gegenübergestellt.
- Die dafür erforderlichen Investitionskosten werden abgeschätzt und auf ihre Wirtschaftlichkeit untersucht.

Die Energieberatung erfolgte unter Verwendung folgender Software und Berechungsverfahren:

Energieberater 5.10 aus dem Hause Hottgenroth-Software, Professional-Version

Im Energieberater 5.10 kann man zwischen drei unterschiedlichen Projektarten für die Energieberatung und einer Projektart für den EnEV¹-Nachweis für den Neubau wählen:

- Energieberatung Energieberater Version 2.0
- Energieberatung nach IWU
- Energieberatung nach EnEV
- EnEV-Nachweis (öffentlich-rechtlich)

Das hier betrachtete Objekt wird nach dem dritten Verfahren, der **Energieberatung nach EnEV**, untersucht, da diese seit 2006 für die Bewertung der energetischen Qualität von Gebäuden in Energiepässen nach der EU-Gebäuderichtlinie verbindlich vorgegeben ist.

Die Energieeinsparverordnung EnEV hat als Nachweisverfahren für die energetische Qualität eines Neubaus die Berechnung nach den beiden Normen DIN 4108-6 und DIN 4701-10 vorgegeben, deren Anwendungsbereich mit der DIN 4701-12 auf den Gebäudebestand erweitert wurde. Dieses Verfahren kann als Weiterentwicklung der

-

¹ EnEV = Energieeinsparverordnung von 2004



IWU - Konzepte gesehen werden. Auch hier dient der Primärenergiebedarf als Bewertungsmaßstab und im Anlagenteil wird die Beheizung Warmwasserbereitung inklusive der elektrischen Hilfsenergie betrachtet. Zur Bilanzierung Heizperiodenbilanz ist die monatsweise Gebäudes des hinzugekommen. Die Monatsbilanz liefert genauere Ergebnisse, ohne das sich hierdurch für den Anwender der Erfassungsaufwand erhöht. Und es tritt nicht mehr das prinzipielle Dilemma der Heizperiodenbilanz auf, das man die eigentliche "unbekannte" Heizgrenztemperatur, ein Maß für die erst noch zu berechnende Gebäudegualität, beim Start der Berechnung festlegen muss. Anlagenbewertung wurde versucht, die meist "empirischen Pauschalwerte" des IWU-Verfahrens auf eine physikalische Berechnung der Vorgänge zurückzuführen. Die der einzelnen Anlagekomponenten kann dabei aus einigen wenigen Produktkennwerten berechnet werden.²

-

² aus: Aus der Beschreibung des Energieberater 5.10 von Hottgenroth



2. Feststellung des Istzustand

Allgemeine Angaben

Beschreibung:

Gebäudetyp: freistehendes Zweifamilienhaus

Baujahr: 1969 Wohneinheiten: 2 Personen: 6

Das Gebäude wurde in Massivbauweise errichtet. Es umfasst folgende Geschosse:

- 1. unbeheizter Keller unter dem gesamten Bauwerk
- 2. Erdgeschoss als abgeschlossene Nutzungseinheit (1 Wohneinheit)
- 3. Obergeschoss als abgeschlossene Nutzungseinheit
- 4. Dachgeschoss als abgeschlossene Nutzungseinheit
 Obergeschoss und Dachgeschoss werden zusammengenutzt (1 Wohneinheit)
- 5. unbeheiztes Treppenhaus bis ins Dachgeschoss

Die Beheizung des Gebäudes erfolgt über eine Ölzentralheizung mit indirekt beheiztem Trinkwasserspeicher.

Beheiztes Volumen V_e: 927 m³

Das beheizte Volumen wurde gemäß EnEV unter Verwendung von Außenmaßen ermittelt. Die Berechung kann der Anlage entnommen werden.

Nutzfläche A_n nach EnEV: 297 m²

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 (318 m^2). Die Berechung kann der Anlage entnommen werden.

Lüftung: Das Gebäude wird mittels Fensterlüftung belüftet.

Nutzverhalten:

Aufgrund der Verbrauchsangaben des Eigentümers (Wasser- und Heizölrechnungen aus den letzten 10 Jahren) wurde für die Berechnung dieses Berichts folgendes Nutzerverhalten ermittelt:

mittlere Innentemperatur: 19,1 $^{\circ}$ C, Luftwechselrate: 0,79 h^{-1} ,

interne Wärmegewinne: 9470 kWh pro Jahr, Warmwasser-Wärmebedarf: 4585 kWh pro Jahr.



Verbrauchsangaben:

Mit dem obigen Nutzerverhalten stehen die Ergebnisse der Berechnung in guter Übereinstimmung mit den Verbrauchswerten der letzten Jahre.

	berechneter Verbrauch	tatsächlicher Verbrauch
Heizöl EL	7.115 L	7.115 L

Gebäudehülle

In der folgenden Tabelle finden Sie ein 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. Im Vergeich dazu müssen die U-Werte für die Anerkennung als Passivhaus oft unter 0,10 W/(m²K) liegen (siehe Anlage).³

Ausstellung der Bauteile:

Typ Bauteil		Fläche U-Wert in m ² Formular-Hintergrund:		U _{max} EnEV*	
тур			Formular-Hintergrund:	in W/m²K	
DA	Dach - NW	73	0,40	0,30	
DA	Dach - SO	72	0,40	0,30	
HK	Heizkörpernische - NO	2	2,09	0,35	Χ
HK	Heizkörpernische - NW	9	2,09	0,35	Χ
HK	Heizkörpernische - SO	8	2,09	0,35	Χ
HK	Heizkörpernische - SW	4	2,09	0,35	Χ
RK	Rolladenkasten - NO	1	0,60	0,35	Χ
RK	Rolladenkasten - NW	2	0,60	0,35	Χ
RK	Rolladenkasten - SO	4	0,60	0,35	Χ
RK	Rolladenkasten - SW	2	0,60	0,35	Χ
TA	Haustür - NO	2	5,50	2,90	Χ
WA	AW - NO	64	0,87	0,35	Χ
WA	AW - NW	58	0,87	0,35	Χ
WA	AW - SO	46	0,87	0,35	Χ
WA	AW - SW	60	0,87	0,35	Χ
WE	Kelleraußenwände - NO	12	1,03	0,40	Χ
WE	Kelleraußenwände - NW	7	1,03	0,40	Χ
WK	Treppenhauswand - SO	6	1,09	0,40	Χ
WK	Treppenhauswand - SW	9	1,09	0,40	Χ
FA	Dachfenster - NW	1	1,60	1,70	
FA	Dachfenster - SO	2	1,60	1,70	
FA	Fenster - NO	4	1,60	1,70	
FA	Fenster - NW	8	1,60	1,70	
FA	Fenster - SO	19	1,60	1,70	
FA	Fenster - SW	7	1,60	1,70	
BA	Erkerdecke zum DG	6	0,64		
BE	Bodenplatte	13	3,82	0,40	Χ
BK	Kellerdecke	106	0,59	0,40	

³ Quelle: Passivhaus Dienstleistungs GmbH: Kriterien für Passivhäuser mit Wohnnutzung

_



*) 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/m²K. Bei Kerndämmung eines mehrschaligen Mauerwerks reicht es aus, wenn der Hohlraum vollständig mit Dämmstoffausgefüllt wird. Wird bei vorhandenen Fenstern nur die Verglasung ersetzt, so gilt für die Verglasung der Maximalwert 1,50 W/m²K.

Anlagentechnik

Heizung: (Fotos siehe Anlage)

Erzeugung Zentrale Wärmeerzeugung

NT-Gebläsekessel - Baujahr 1984, 50 kW, Heizöl EL

Viessmann: Vitola-biferal (Heizkessel) - Viessmann: Unit Ölgebläsebrenner

(Brenner)

Verteilung Auslegungstemperaturen 70/55 ℃

Vertikale Verteilungsleitungen im unbeheizten Keller unterhalb der

Kellerdecke, Steig- und Anbindeleitungen im beheiztem Bereich verlegt

Dämmung der Leitungen mäßig (Altbau)

Altbau-typischer Betrieb (kein hydraul. Abgleich, flachere Heizkurve)

Umwälzpumpe nicht leistungsgeregelt

Übergabe freie Heizfläche, Anordnung im Außenwandbereich

Thermostatventile, mit Temp.vorregelung

sonstiges Nachtabsenkung 7,0 h; witterungsgeführte Steuerung

Warmwasser:

Erzeugung Zentrale Warmwasserbereitung

Warmwassererzeugung über die Heizungsanlage

Speicherung Indirekt beheizter Speicher - 200 Liter, Dämmung mäßig (1978-1986)

Viessmann - VertiCell-NT 200 Liter

Verteilung Werteilung mit Zirkulation

Vertikale Verteilungsleitungen im unbeheizten Keller unterhalb der

Kellerdecke, Steig- und Anbindeleitungen im beheizten Bereich verlegt

Dämmung der Leitungen mäßig (Altbau)

Pumpe nicht leistungsgeregelt

Schwachstellen

- Stahlbetonbauteile sind m\u00e4\u00dfig ged\u00e4mmt (3 cm Holzwolleleichtbauplatten)
- ➤ Heizkörpernischen sind aus 11,5 cm dickem Mauerwerk erstellt, ungedämmt
- Massivbalkon ist nicht thermisch getrennt (kein Iso-Korb vorhanden)
- Heizungsanlage im unbeheizten Keller
- Verteilungsleitungen nur gering gedämmt
- Lüftungsverluste der Fenster

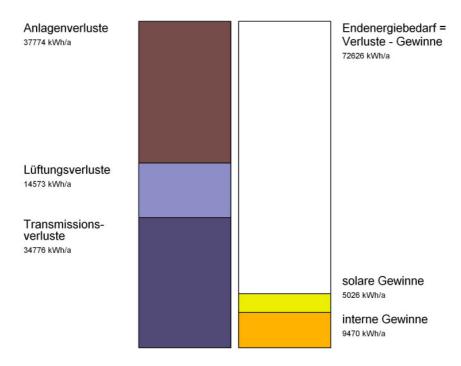
Energiebilanz

Energieverluste entstehen über die Gebäudehülle und bei der Erzeugung und Bereitstellung der benötigten Energie für Heizung und Warmwasserbereitung.

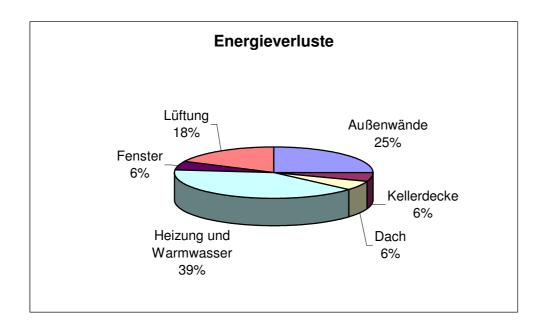
In dem folgenden Diagramm ist die Energiebilanz aus Wärmegewinnen und Wärmeverlusten der Gebäudehülle und der Anlagentechnik dargestellt.



Energiegewinne resultieren aus den solaren Gewinnen (Sonne heizt das Gebäude auf, z. B. über die Fenster) und den internen Gewinnen (Betrieb von Elektrogeräten, Wärmeabgabe durch die Menschen).



Die Aufteilung der Transmissionsverluste auf die Bauteilgruppen – Dach – Außenwand – Fenster – Keller –,der Anlagenverluste auf die Bereiche – Heizung – Warmwasser – und der Lüftungsverluste können Sie den folgenden Diagrammen entnehmen. Die Energiebilanz gibt Aufschluss darüber, in welchen Bereichen hauptsächlich die Energie verloren geht, bzw. wo zur Zeit die größten Einsparpotenziale in Ihrem Gebäude liegen.



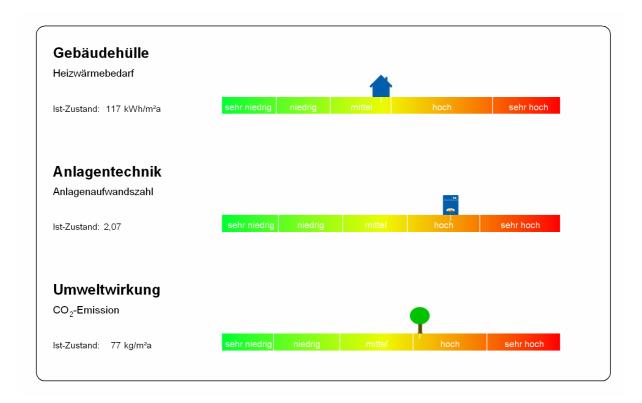


Bewertung des Gebäudes

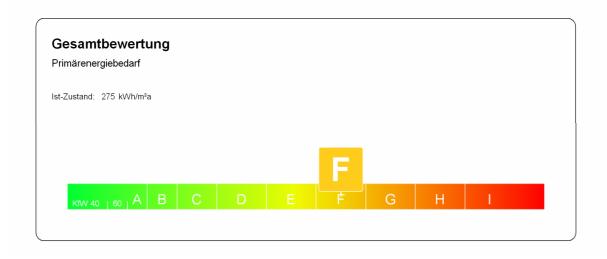
Heizwärmebedarf:

Gesamtheizwärmebedarf: 34.852,22 kWh/a
Gesamtheizwärmebedarf: 117,46 kWh/(m²a)
Gesamtheizwärmebedarf: 37,59 kWh/(m³a)

Zahl der Heiztage: 251,70 pro Jahr
Heizgradtagzahl: 71,06 kKh/a



Die Gesamtbewertung des Gebäudes erfolgt aufgrund des jährlichen Primärenergiebedarfs pro m² Nutzfläche – zur Zeit beträgt dieser 275 kWh/m²a.





Für die Bewilligung von Fördermitteln ist die Einhaltung der EnEV (öffentlich-rechtlicher Nachweis) erforderlich. Diese macht für klimatische Bedingungen, Heizgradtage und Standort bundesweit einheitliche Vorgaben, daher ergeben sich Abweichungen zu dem tatsächlichen Jahres-Primärenergiebedarf.

Auswertung nach EnEV:

Jahres-Primärenergiebedarf Zulässiger Höchstwert		Berechneter Wert
	106,60 kWh/m²	\$ 285,43 kWh/m²
Transmissionswärmeverlust	Zulässiger Höchstwert	Berechneter Wert
	0,53 W/(m ² K)	\$ 0,86 W/(m ² K)

Daraus ergibt sich, dass die Anforderungen der EnEV nicht eingehalten sind.



3. Vorstellung der Varianten

Vorgaben des Eigentümers

Der Eigentümer plant seine Außenfassade wärmetechnisch zu verbessern. Außerdem erwägt er die überalterte Heizungsanlage zu erneuern. Dafür soll eine Umstellung des Brennstoffs von Heizöl auf Erdgas vorgenommen werden.

Variante 1: Modernisierung der Gebäudehülle

In dieser Variante wird als Modernisierungsmaßnahme die Dämmung der Außenhülle betrachtet.

Beschreibung der Modernisierungsmaßnahme

Außenwände: Wärmedämmverbundsystem, 12 cm

Dach: Zwischensparrendämmung von unten und Untersparrendämmung, 10 cm

U-Wert-Übersicht der einzelnen Bauteile im modernisierten Zustand

Тур	Bauteil	Fläche in m²	U-Wert in W/m²K	U _{max} EnEV* in W/m²K
DA	Dach - NW - Zwischensparrendämmung von unten und Untersparrendämmung, 10cm	73	0,20	0,30
DA	Dach - SO - Zwischensparrendämmung von unten und Untersparrendämmung, 10cm	72	0,20	0,30
HK	Heizkörpernische - NO - Wärmedämmverbundsystem, 12cm	2	0,22	0,35
HK	Heizkörpernische - NW - Wärmedämmverbundsystem, 12cm	9	0,22	0,35
HK	Heizkörpernische - SO - Wärmedämmverbundsystem, 12cm	8	0,22	0,35
HK	Heizkörpernische - SW - Wärmedämmverbundsystem, 12cm	4	0,22	0,35
RK	Rolladenkasten - NO - Wärmedämmverbundsystem, 12cm	1	0,18	0,35
RK	Rolladenkasten - NW - Wärmedämmverbundsystem, 12cm	2	0,18	0,35
RK	Rolladenkasten - SO - Wärmedämmverbundsystem, 12cm	4	0,18	0,35
RK	Rolladenkasten - SW - Wärmedämmverbundsystem, 12cm	2	0,18	0,35
TA	Haustür - NO	2	5,50	2,90
WA	AW - NO - Wärmedämmverbundsystem, 12cm	64	0,19	0,35
WA	AW - NW - Wärmedämmverbundsystem, 12cm	58	0,19	0,35
WA	AW - SO - Wärmedämmverbundsystem, 12cm	46	0,19	0,35
WA	AW - SW - Wärmedämmverbundsystem, 12cm	60	0,19	0,35
WE	Kelleraußenwände - NO	12	1,03	0,40
WE	Kelleraußenwände - NW	7	1,03	0,40
WK	Treppenhauswand - SO	6	1,09	0,40
WK	Treppenhauswand - SW	9	1,09	0,40
FA	Dachfenster - NW	1	1,60	1,70



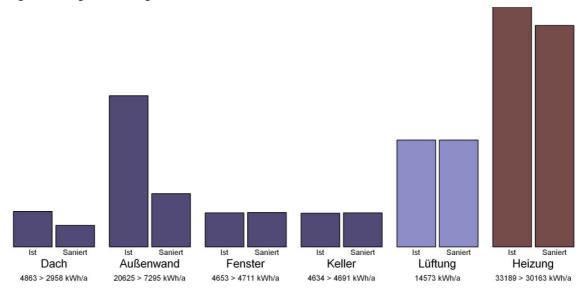
FA	Dachfenster - SO	2	1,60	1,70
FA	Fenster - NO	4	1,60	1,70
FA	Fenster - NW	8	1,60	1,70
FA	Fenster - SO	19	1,60	1,70
FA	Fenster - SW	7	1,60	1,70
ВА	Erkerdecke zum DG - Erkerdecke, Wärmedämmung von unten, 12cm	6	0,64	
BE	Bodenplatte	13	3,82	0,40
BK	Kellerdecke	106	0,59	0,40

^{*)} 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/m²K. 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/m²K.

Energieeinsparung

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen reduziert sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um 24 %.

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



Der derzeitige Endenergiebedarf von 72626 kWh/Jahr reduziert sich auf 55318 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von **17308 kWh/Jahr**, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um **5432 kg CO₂/Jahr** (entspricht 18 kg/m²a) reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft unser Klima zu schützen.

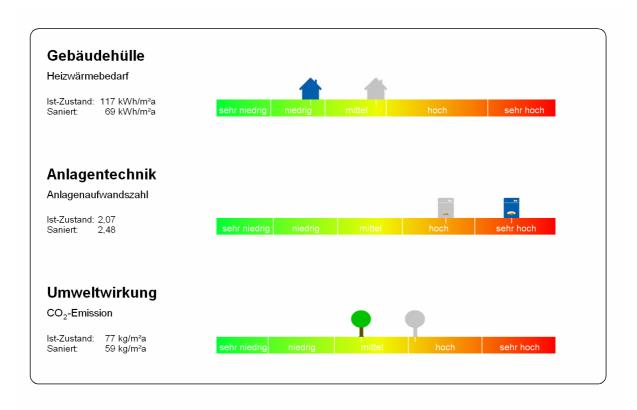
Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf **210 kWh/m²** pro Jahr.

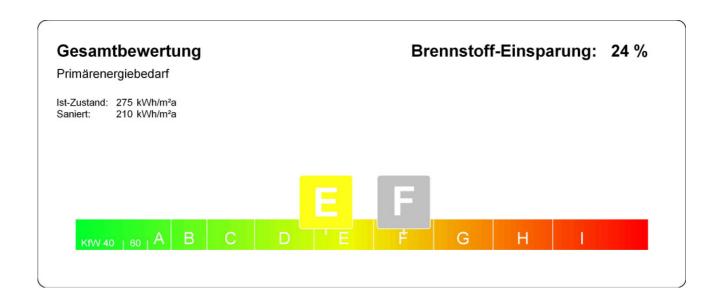


Heizwärmebedarf:

Gesamtheizwärmebedarf: 20.570,58 kWh/a
Gesamtheizwärmebedarf: 69,33 kWh/(m²a)
Gesamtheizwärmebedarf: 22,19 kWh/(m³a)

Zahl der Heiztage: 228,55 pro Jahr Heizgradtagzahl: 68,90 kKh/a







Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahme

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionskosten : 41.476 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Kosten (Erhaltungsaufwand) : 0 EUR

Gesamtkosten für die Energiesparmaßnahmen : 41.476 EUR

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

Einsparung		1.125 EUR/Jahr		33.750 EUR
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen		16.808 EUR/Jahr		504.240 EUR
Kapitalkosten Brennstoffkosten (ggf inkl. sonstiger Kosten)	+	2.854 EUR/Jahr 12.829 EUR/Jahr 15.683 EUR/Jahr	_+	85.620 EUR 384.870 EUR 470.490 EUR
		mittl. jährl. Kosten		Gesamtkosten

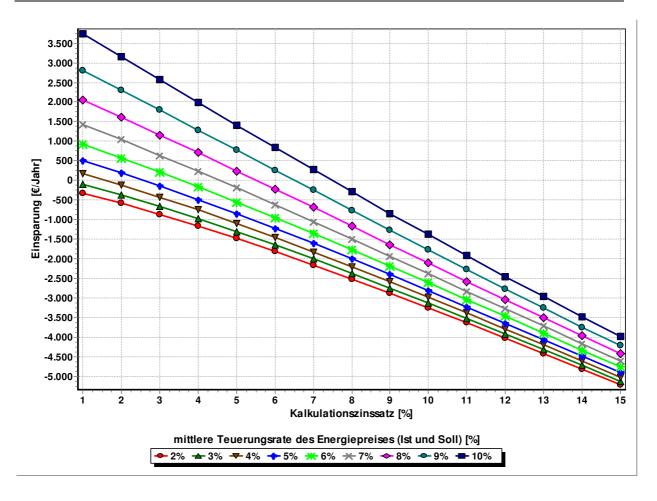
Diese Maßnahme wird sich nach oben genannten Parametern nach 25 Jahren amortisieren. Details zu der Wirtschaftlichkeitsberechung können Sie der Anlage entnehmen.

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30	Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand		EUR/Jahr EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen Teuerungsrate für Brennstoff	5,50 3,50 10,00	%

Einfluss der Randbedingungen auf die Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen





Auswertung nach EnEV:

Jahres-Primärenergiebedarf	Zulässiger Höchstwert		Berechneter Wert
	106,60 kWh/m²	⇔	214,23 kWh/m²
Transmissionswärmeverlust Zulässiger Höchstwert			
Transmissionswärmeverlust	Zulässiger Höchstwert		Berechneter Wert

Daraus ergibt sich, dass die Anforderungen der EnEV nicht eingehalten sind.



Variante 2: Erneuerung Heizungsanlage

In dieser Variante werden als Modernisierungsmaßnahmen die Erneuerung der Heizungsanlage sowie gleichzeitige Dämmung der Kellerdecke (von unten) betrachtet.

Beschreibung der Modernisierungsmaßnahmen

Keller: Kellerdecke, Wärmedämmung von unten, 10 cm

U-Wert-Übersicht der einzelnen Bauteile im modernisierten Zustand

Typ	Bauteil	Fläche	U-Wert	U _{max} EnEV*
Тур	Dauteii	in m²	in W/m²K	in W/m²K
DA	Dach - NW	73	0,40	0,30
DA	Dach - SO	72	0,40	0,30
HK	Heizkörpernische - NO	2	2,09	0,35
HK	Heizkörpernische - NW	9	2,09	0,35
HK	Heizkörpernische - SO	8	2,09	0,35
HK	Heizkörpernische - SW	4	2,09	0,35
RK	Rolladenkasten - NO	1	0,60	0,35
RK	Rolladenkasten - NW	2	0,60	0,35
RK	Rolladenkasten - SO	4	0,60	0,35
RK	Rolladenkasten - SW	2	0,60	0,35
TA	Haustür - NO	2	5,50	2,90
WA	AW - NO	64	0,87	0,35
WA	AW - NW	58	0,87	0,35
WA	AW - SO	46	0,87	0,35
WA	AW - SW	60	0,87	0,35
WE	Kelleraußenwände - NO	12	1,03	0,40
WE	Kelleraußenwände - NW	7	1,03	0,40
WK	Treppenhauswand - SO	6	1,09	0,40
WK	Treppenhauswand - SW	9	1,09	0,40
FA	Dachfenster - NW	1	1,60	1,70
FA	Dachfenster - SO	2	1,60	1,70
FA	Fenster - NO	4	1,60	1,70
FA	Fenster - NW	8	1,60	1,70
FA	Fenster - SO	19	1,60	1,70
FA	Fenster - SW	7	1,60	1,70
BA	Erkerdecke zum DG	6	0,64	
BE	Bodenplatte	13	3,82	0,40
BK	Kellerdecke - Kellerdecke, Wärmedämmung von unten, 10cm	106	0,20	0,40

^{*)} 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/m²K. 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/m²K.



Erneuerung der Heizungsanlage

Heizung: Erneuerung der Zentralheizung mit Brennwert-Kessel (Heizöl EL)

mit Warmwasserspeicher und Dämmung der Rohre im Keller.

Erzeugung Zentrale Wärmeerzeugung

Brennwert-Kessel - 20 kW, Erdgas E

VIESSMANN - Vitodens 300 8,9-20,0kW

Verteilung Auslegungstemperaturen 55/45 °C

Dämmung der Leitungen mäßig (Altbau)

optimierter Betrieb (optimale Heizkurve, hydraul. Abgleich)

Umwälzpumpe leistungsgeregelt

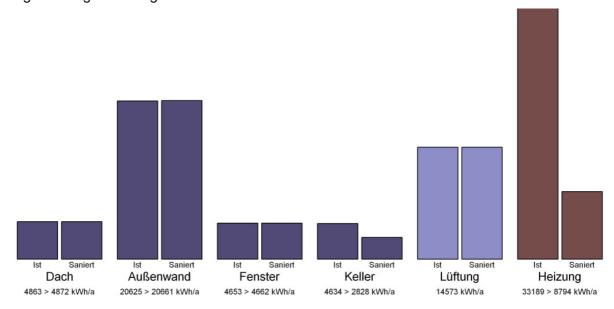
Übergabe freie Heizfläche, Anordnung im Außenwandbereich

Thermostatventil mit Auslegungsproportionalbereich 2 K

Energieeinsparung

Nach Umsetzung der in dieser Varianten vorgeschlagenen Maßnahmen reduziert sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um 36 %.

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



Der derzeitige Endenergiebedarf von 72626 kWh/Jahr reduziert sich auf 46547 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von **26078 kWh/Jahr**, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

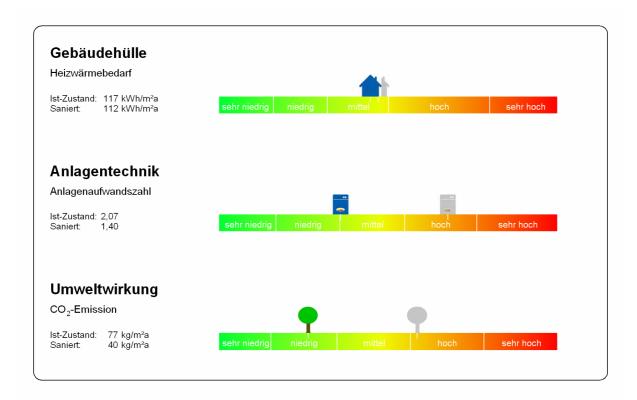
Die CO₂-Emissionen werden um **11008 kg CO₂/Jahr** (entspricht 37 kg/m²a) reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft unser Klima zu schützen.

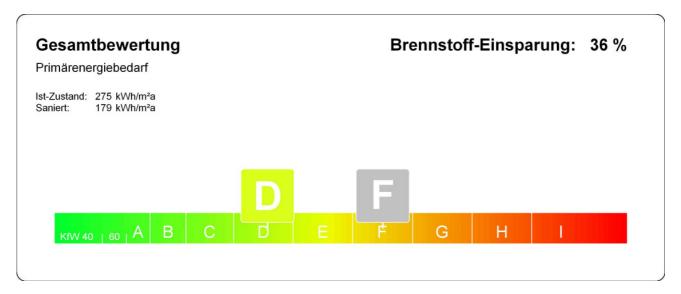
Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf **179 kWh/m²** pro Jahr.



Heizwärmebedarf:

Zahl der Heiztage: 249,22 pro Jahr Heizgradtagzahl: 70,83 kKh/a







Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionskosten : 19.725 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Kosten (Erhaltungsaufwand) : 0 EUR

Gesamtkosten für die Energiesparmaßnahmen : 19.725 EUR

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

		mittl. jährl. Kosten		Gesamtkosten
Kapitalkosten Brennstoffkosten (ggf inkl. sonstiger Kosten)	_+_	2.261 EUR/Jahr 10.909 EUR/Jahr 13.170 EUR/Jahr	+	67.830 EUR 327.270 EUR 395.100 EUR
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen		16.808 EUR/Jahr		504.240 EUR
Einsparung		3.638 EUR/Jahr		109.140 EUR

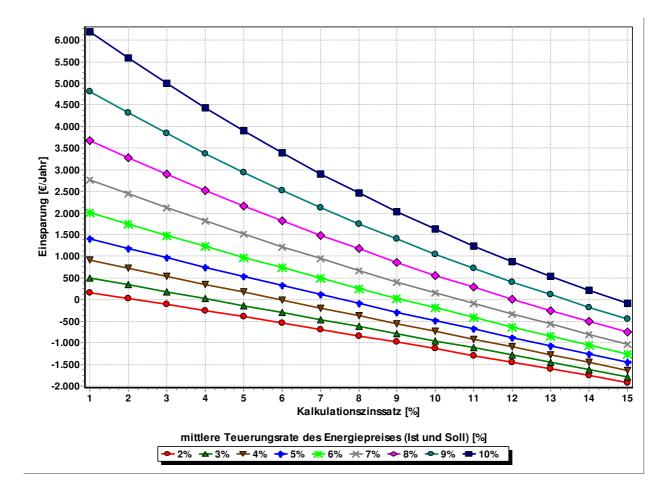
Diese Maßnahme wird sich nach oben genannten Parametern nach 16 Jahren amortisieren. Details zu der Wirtschaftlichkeitsberechung können Sie der Anlage entnehmen.

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30	Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand		EUR/Jahr EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen Teuerungsrate für Brennstoff	5,50 3,50 10,00	%

Einfluss der Randbedingungen auf die Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen





Auswertung nach EnEV:

Jahres-Primärenergiebedarf	Zulässiger Höchstwert		Berechneter Wert
	106,60 kWh/m²		194,94 kWh/m²
Transmissionswärmeverlust	ansmissionswärmeverlust Zulässiger Höchstwert		Berechneter Wert

Daraus ergibt sich, dass die Anforderungen der EnEV nicht eingehalten sind.



Variante 3: Maßnahmenpaket Variante 1 und Variante 2

In dieser Variante werden als Modernisierungsmaßnahmen die Erneuerung der Heizungsanlage, die Dämmung der Kellerdecke von unten sowie die Dämmung der Außenhülle betrachtet.

Beschreibung der Modernisierungsmaßnahmen

Außenwände: Wärmedämmverbundsystem, 12 cm

Dach: Zwischensparrendämmung von unten und Untersparrendämmung,

10 cm

Keller: Kellerdecke, Wärmedämmung von unten, 10 cm

U-Wert-Übersicht der einzelnen Bauteile im modernisierten Zustand

Тур	Bauteil	Fläche in m²	U-Wert in W/m²K	U _{max} EnEV* in W/m²K
DA	Dach - NW - Zwischensparrendämmung von unten und Untersparrendämmung, 10cm	73	0,20	0,30
DA	Dach - SO - Zwischensparrendämmung von unten und Untersparrendämmung, 10cm	72	0,20	0,30
HK	Heizkörpernische - NO - Wärmedämmverbundsystem, 12cm	2	0,22	0,35
HK	Heizkörpernische - NW - Wärmedämmverbundsystem, 12cm	9	0,22	0,35
HK	Heizkörpernische - SO - Wärmedämmverbundsystem, 12cm	8	0,22	0,35
HK	Heizkörpernische - SW - Wärmedämmverbundsystem, 12cm	4	0,22	0,35
RK	Rolladenkasten - NO - Wärmedämmverbundsystem, 12cm	1	0,18	0,35
RK	Rolladenkasten - NW - Wärmedämmverbundsystem, 12cm	2	0,18	0,35
RK	Rolladenkasten - SO - Wärmedämmverbundsystem, 12cm	4	0,18	0,35
RK	Rolladenkasten - SW - Wärmedämmverbundsystem, 12cm	2	0,18	0,35
TA	Haustür - NO	2	5,50	2,90
WA	AW - NO - Wärmedämmverbundsystem, 12cm	64	0,19	0,35
WA	AW - NW - Wärmedämmverbundsystem, 12cm	58	0,19	0,35
WA	AW - SO - Wärmedämmverbundsystem, 12cm	46	0,19	0,35
WA	AW - SW - Wärmedämmverbundsystem, 12cm	60	0,19	0,35
WE	Kelleraußenwände - NO	12	1,03	0,40
WE	Kelleraußenwände - NW	7	1,03	0,40
WK	Treppenhauswand - SO	6	1,09	0,40
WK	Treppenhauswand - SW	9	1,09	0,40
FA	Dachfenster - NW	1	1,60	1,70
FA	Dachfenster - SO	2	1,60	1,70





FA	Fenster - NO	4	1,60	1,70
FA	Fenster - NW	8	1,60	1,70
FA	Fenster - SO	19	1,60	1,70
FA	Fenster - SW	7	1,60	1,70
ВА	Erkerdecke zum DG - Wärmedämmverbundsystem, 12cm	6	0,18	
BE	Bodenplatte	13	3,82	0,40
BK	Kellerdecke - Kellerdecke, Wärmedämmung von unten, 10cm	106	0,20	0,40

^{*)} 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/m²K. 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/m²K.

Erneuerung der Heizungsanlage

Heizung: Erneuerung der Zentralheizung mit Brennwert-Kessel (Heizöl EL)

mit Warmwasserspeicher und Dämmung aller Rohre im Keller.

Erzeugung Zentrale Wärmeerzeugung

Brennwert-Kessel - 17 kW, Erdgas E

VIESSMANN - Vitodens 300 8,9-16,5kW

Verteilung Auslegungstemperaturen 55/45 ℃

Dämmung der Leitungen doppelte EnEV

optimierter Betrieb (optimale Heizkurve, hydraul. Abgleich)

Umwälzpumpe leistungsgeregelt

Übergabe freie Heizfläche, Anordnung im Außenwandbereich

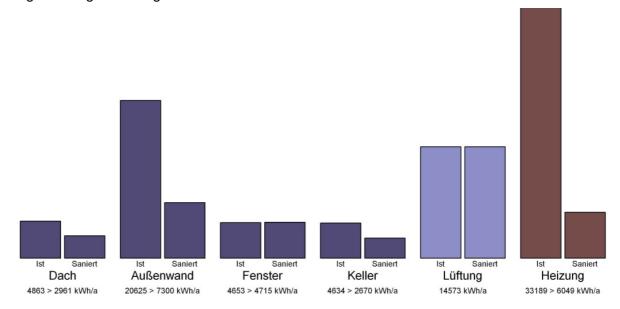
Thermostatventil mit Auslegungsproportionalbereich 2 K



Energieeinsparung

Nach Umsetzung der in dieser Varianten vorgeschlagenen Maßnahmen reduziert sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um 60 %.

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



Der derzeitige Endenergiebedarf von 72626 kWh/Jahr reduziert sich auf 29353 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von **43273 kWh/Jahr**, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

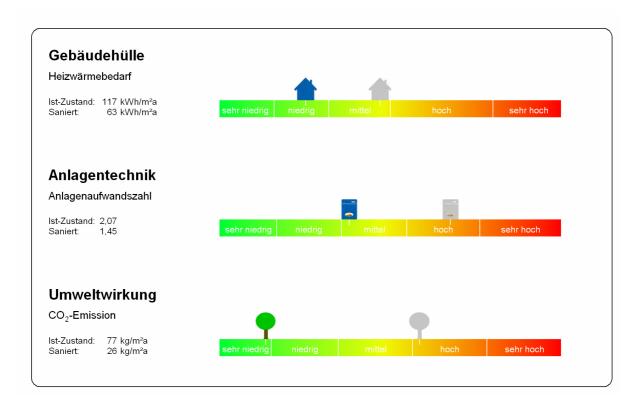
Die CO₂-Emissionen werden um **15336 kg CO₂/Jahr** (entspricht 51 kg/m²a) reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft unser Klima zu schützen.

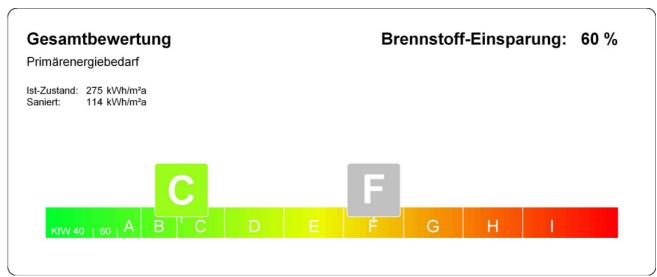
Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf **114 kWh/m²** pro Jahr.



Heizwärmebedarf: 1+2

Zahl der Heiztage: 224,55 pro Jahr Heizgradtagzahl: 68,53 kKh/a







Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionskosten : 61.201 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Kosten (Erhaltungsaufwand) : 296 EUR

Gesamtkosten für die Energiesparmaßnahmen : 60.905 EUR

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

		mittl. jährl. Kosten		Gesamtkosten
Kapitalkosten Brennstoffkosten (ggf inkl. sonstiger Kosten)	+	5.094 EUR/Jahr 7.216 EUR/Jahr 12.310 EUR/Jahr	+	152.820 EUR 216.480 EUR 369.300 EUR
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen		16.808 EUR/Jahr		504.240 EUR
Einsparung		4.498 EUR/Jahr		134.940 EUR

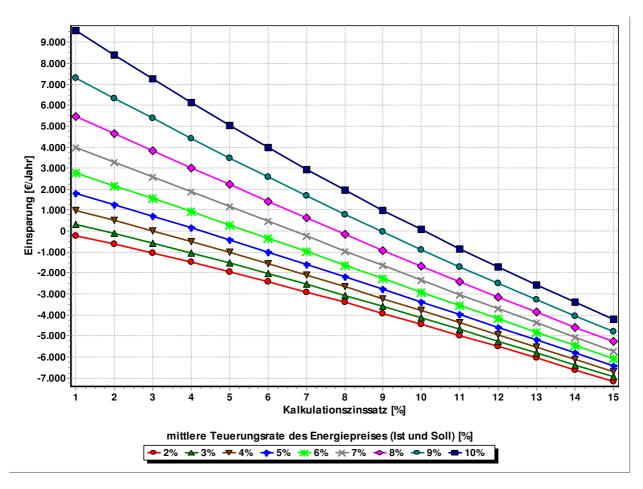
Diese Maßnahme wird sich nach oben genannten Parametern nach 21 Jahren amortisieren. Details zu der Wirtschaftlichkeitsberechung können Sie der Anlage entnehmen.

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30	Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand		EUR/Jahr EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen Teuerungsrate für Brennstoff	5,50 3,50 10,00	%



Einfluss der Randbedingungen auf die Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen:



Auswertung nach EnEV:

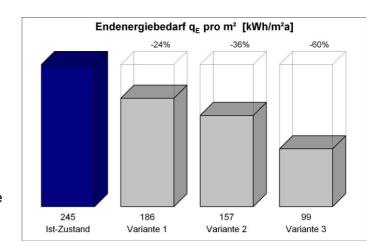
Jahres-Primärenergiebedarf	Zulässiger Höchstwert		Berechneter Wert
	106,60 kWh/m²		102,16 kWh/m²
Transmissionswärmeverlust	Zulässiger Höchstwert		Berechneter Wert
	0,53 W/(m²K)	\$	0,38 W/(m ² K)

Daraus ergibt sich, dass die Anforderungen der EnEV eingehalten werden.



4. Zusammenfassung

Vergleich der Sanierungs-Varianten nach Endenergiebedarf, CO₂-Emissionen und Brennstoffkosten

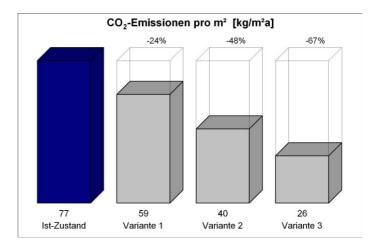


Ist-Zustand

Var.1 - Dämmung der Außenhülle

Var.2 - Erneuerung Heizungsanlage

Var.3 - Maßnahmen Var.1+Var.2

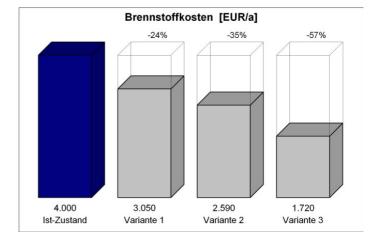


Ist-Zustand - Istzustand

Var.1 - Dämmung der Außenhülle

Var.2 - Erneuerung Heizungsanlage

Var.3 - Maßnahmen Var.1+Var.2



Ist-Zustand - Istzustand

Var.1 - Dämmung der Außenhülle

Var.2 - Erneuerung Heizungsanlage

Var.3 - Maßnahmen Var.1+Var.2



Vergleich der Sanierungs-Varianten nach Investitionskosten

	Investitionskosten	Jährl. Ersparnis (Rahmenbedingungen siehe unter Wirtschaftlichkeit)	Rentabilität nach Jahren
Variante 1	41.476 EUR	1.125 EUR	25
Variante 2	19.725 EUR	3.638 EUR	16
Variante 3	60.905 EUR	4.498 EUR	21

5. Empfehlung

Vor dem Hintergrund der stetig steigenden Energiekosten sowie der ohnehin anstehenden Erneuerung der Heizungsanlage wird die Variante 3 empfohlen. Durch die Dämmung der Außenhülle werden Schwachstellen (Wärmebrücken) beseitigt.

Die Erneuerung der Heizungsanlage in Verbindung mit der Dämmung der Gebäudehülle bringt die höchste jährliche Ersparnis.

Die Vergabe öffentlicher Gelder ist an gewisse Voraussetzungen gebunden, die nur durch das Maßnahmenpaket der Variante 3 erreicht werden:

So werden die von der EnEV (öffentlich-rechtlicher Nachweis) geforderten Werte nur durch Variante 3 erreicht. Werden diese Werte eingehalten, gewährt die KfW-Bank zinsgünstige Darlehen.

Insgesamt ergibt sich durch dieses Maßnahmenpaket eine CO_2 -Emmissionseinsparung von 51 kg/m²a, was sich nicht nur positiv auf den Treibhauseffekt auswirkt, sondern auch von auch von der KfW-Bank gefördert wird (Teilschuldenerlass).