

Vor-Ort-Energieberatung



Gebäude: Musterstraße 1
20000 Hamburg

Auftraggeber: Herr M. Muster
Musterstraße 1
20000 Hamburg

Erstellt von: GFHF Planungsbüro
Bökenkamp 65
22607 Hamburg

Erstellt am: 10. April 2007

Inhaltsverzeichnis

Allgemeine Angaben zum Gebäude	3
Ist-Zustand des Gebäudes	4
Gebäudehülle.....	4
Anlagentechnik	4
Energiebilanz	5
Bewertung des Gebäudes.....	6
Fazit.....	7
Das Gebäude verursacht zur Zeit erhebliche Verluste an Energie. Es sollten zu den unten genannten Maßnahmen folgende Maßnahmen durchgeführt werden:	7
Variante 1 : Variante 1 - nur Dachdämmung	8
Variante 2 : Variante 2 - DD, Kollektor.....	11
Variante 3 : Variante 3 - DD,Koll,DF	15
Variante 4 : Variante 4 - DD,Koll,DF,Wand.....	19
Variante 5 : Variante 5 - nur Wanddämmung	23
Variante 6 : Variante 6 - nur Kollektoren.....	26
Variante 7 : Variante 7 - Brennwertheizung	29
Variante 8 : Variante 8 - DD,Koll,Wand,BW-Heiz	32
Zusammenfassung der Ergebnisse	36
Anhang - Brennstoffdaten.....	41

Allgemeine Angaben zum Gebäude

Objekt: Musterstraße 1
20000 Hamburg

Beschreibung:

Gebäudetyp: freistehendes Einfamilienhaus
Baujahr: 1963
Wohneinheiten: 2

Beheiztes Volumen V_e : 569 m³

Das beheizte Volumen wurde gemäß EnEV unter Verwendung von Außenmaßen ermittelt.

Nutzfläche A_n nach EnEV: 182 m²

Die Bezugsfläche A_N in m² wird aus dem Volumen des Gebäudes mit dem Faktor von 0,32 ermittelt. Dadurch unterscheidet sich die Bezugsfläche im Allgemeinen von der tatsächlichen Wohnfläche.

Lüftung:

Das Gebäude wird mittels Fensterlüftung belüftet.

Nutzverhalten:

Für die Berechnung dieses Berichts wurde das EnEV-Standard-Nutzerverhalten zugrundegelegt:

mittlere Innentemperatur: 19,0 °C,
Luftwechselrate: 0,70 h⁻¹,
interne Wärmegewinne: 6241 kWh pro Jahr,
Warmwasser-Wärmebedarf: 2275 kWh pro Jahr.

Verbrauchsangaben:

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

	berechneter Verbrauch	tatsächlicher Verbrauch
Heizöl EL	5.119 L	6.600 L

Ist-Zustand des Gebäudes

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
X	DA	Dachfläche	109	1,50	0,30
X	DA	Pultdachgaube - Dach	15	0,61	0,25
	TA	Eingangstür	3	2,23	2,90
X	WA	Außenwand	97	1,60	0,35
	WA	Erweiterung	25	0,50	0,35
	WA	Gaube wand OG	3	0,50	0,35
	WA	Pultdachgaube - Front	5	0,50	0,35
	WA	Pultdachgaube - Seiten	4	0,50	0,35
X	WE	Außenwand gegen Erdreich	55	1,60	0,40
X	FA	Doppelverglasung	18	2,50	1,70
X	FA	Doppelverglasung Dach	8	2,50	1,70
X	FA	Einfachverglasung	4	4,30	1,70
X	FA	Fenster Erweiterung	6	2,70	1,70
X	FA	Gaube fenster	9	2,70	1,70
	BA	Auskragende Erweiterung	11	0,50	
	BA	Deckenfläche OG	4	0,88	
	BA	Loggiadach	13	0,65	
X	BE	Kellerfußboden	94	0,98	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 Dämmstoffausgefüllt wird. Wird bei vorhandenen Fenstern nur die Verglasung ersetzt, so gilt für die Verglasung der Maximalwert 1,50 W/m²K.

Anlagentechnik

Heizung:

Erzeugung Zentrale Wärmeerzeugung
 NT-Kombi-Kessel - 24 kW, Heizöl EL
 Viessmann - Vitola 100

Verteilung Auslegungstemperaturen 70/55°C
 Dämmung der Leitungen nach EnEV
 Altbau-typischer Betrieb (kein hydraul. Abgleich, flachere Heizkurve)
 Umwälzpumpe leistungsgeregelt

Übergabe freie Heizfläche, Anordnung im Außenwandbereich
 Handventile, gering, mit Temp.vorregelung

Warmwasser:

Erzeugung Zentrale Warmwasserbereitung
 Warmwassererzeugung über die Heizungsanlage

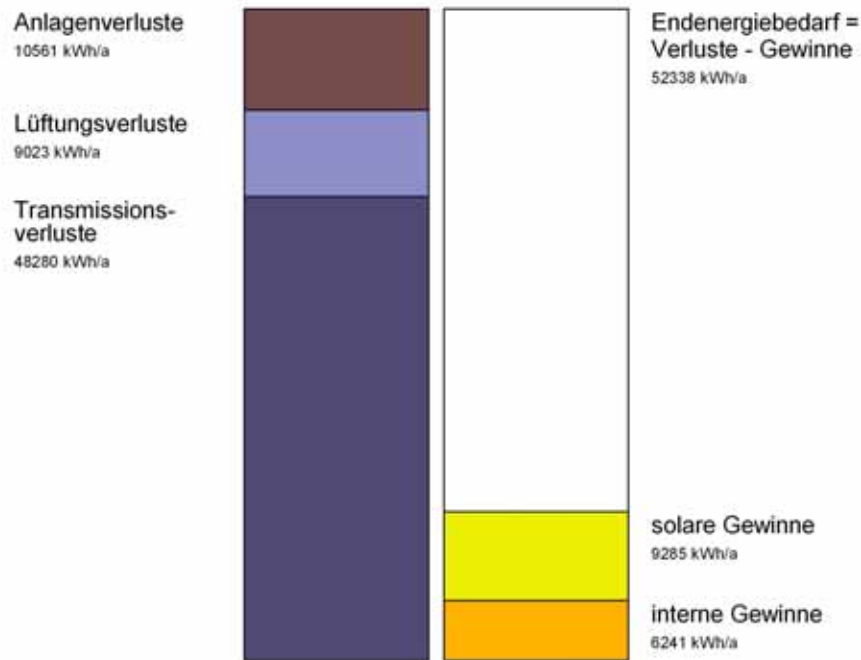
Speicherung Indirekt beheizter Speicher - 160 Liter, Dämmung nach EnEV
 BRÖTJE - TS 160

Verteilung Dämmung der Leitungen nach EnEV

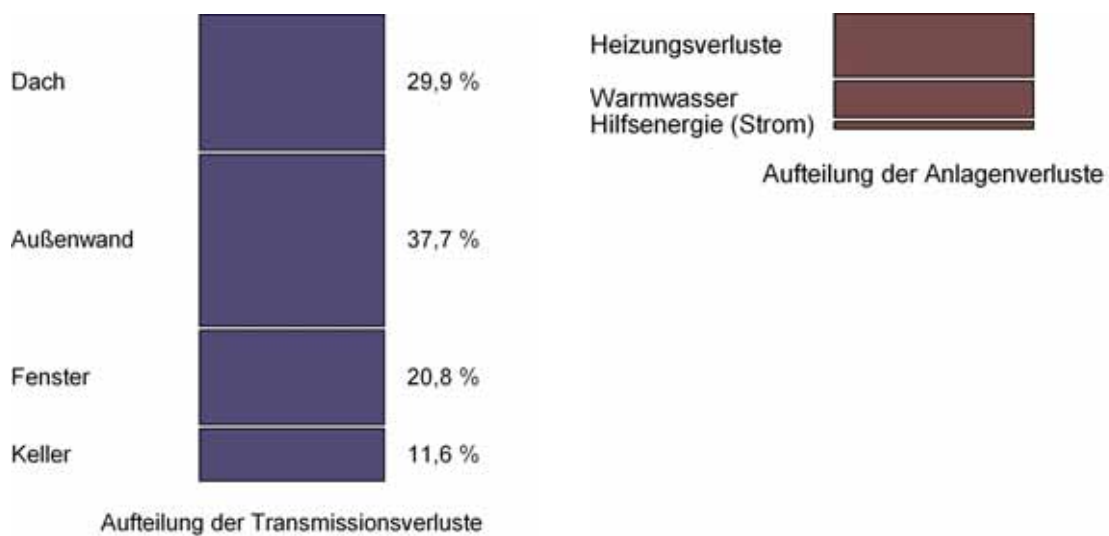
Energiebilanz

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.



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 zur Zeit die größten Einsparpotenziale in Ihrem Gebäude liegen.



Bewertung des Gebäudes

Die Gesamtbewertung des Gebäudes erfolgt aufgrund des jährlichen Primärenergiebedarfs pro m² Nutzfläche – zur Zeit beträgt dieser 324 kWh/m²a.

Gesamtbewertung

Primärenergiebedarf

Ist-Zustand: 324 kWh/m²a



Gebäudehülle

Heizwärmebedarf

Ist-Zustand: 230 kWh/m²a



Anlagentechnik

Anlagenverluste

Ist-Zustand: 82 kWh/m²a



Umweltwirkung

CO₂-Emission

Ist-Zustand: 91 kg/m²a



Fazit

Das Gebäude verursacht zur Zeit erhebliche Verluste an Energie. Es sollten zu den unten genannten Maßnahmen folgende Maßnahmen durchgeführt werden:

Rückbau der Heizung in der Garage – der dortige Verbrauch ist nicht in die Bewertung eingegangen, da kaum bezifferbar.

Falls keine Kollektoren für die Warmwasseraufbereitung und Heizungsunterstützung montiert werden, sollte auf die Erhitzung des Poolwassers verzichtet werden, da die Energiemengen für die Erwärmung recht groß sein müssen, was die Diskrepanz zwischen ermitteltem und tatsächlichem Verbrauch darstellt.

Auf eine Stoßlüftung ist zu achten. Das Lüften über die Fenster auf „Kipp“ trägt nur zur Auskühlung des Gebäudes bei. Der Luftaustausch ist hier minimal. Besser ist es täglich zwei bis drei Male quer zu lüften.

Eine Dämmung der Leitungen sollte komplettiert werden. Jeder laufende Meter ungedämmten Rohres verursacht Verluste von ca. 15,- Euro im Jahr.

Variante 1 : Variante 1 - nur Dachdämmung

In dieser Variante werden die folgenden Modernisierungsmaßnahmen betrachtet.

Modernisierung der Gebäudehülle - Variante 1 -

- Dach / oberste Decke:** Aufsparrendämmung von oben (mit Neueindeckung), 18cm
 Aufsparrendämmung von oben (mit Neueindeckung), 24cm
- Gaube:** Aufsparrendämmung von oben (mit Neueindeckung), 18cm, für das Gaubenflachdach
 Wärmedämmung von unten, 12cm, für die überdachte Loggia

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
DA	Dachfläche - Aufsparrendämmung von oben (mit Neueindeckung), 24cm	109	0,15	0,30
DA	Pulldachgaube - Dach - Aufsparrendämmung von oben (mit Neueindeckung), 18cm	15	0,16	0,25
TA	Eingangstür	3	2,23	2,90
WA	Außenwand	97	1,60	0,35
WA	Erweiterung	25	0,50	0,35
WA	Gaubenwand OG	3	0,50	0,35
WA	Pulldachgaube - Front	5	0,50	0,35
WA	Pulldachgaube - Seiten	4	0,50	0,35
WE	Außenwand gegen Erdreich	55	1,60	0,40
FA	Doppelverglasung	18	2,50	1,70
FA	Doppelverglasung Dach	8	2,50	1,70
FA	Einfachverglasung	4	4,30	1,70
FA	Fenster Erweiterung	6	2,70	1,70
FA	Gaubenfenster	9	2,70	1,70
BA	Auskragende Erweiterung - Wärmedämmung von unten, 12cm	11	0,20	
BA	Gaubendachfläche - Aufsparrendämmung von oben (mit Neueindeckung), 18cm	4	0,18	
BA	Loggiadach - Wärmedämmung von unten, 12cm	13	0,22	
BE	Kellerfußboden	94	0,98	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.

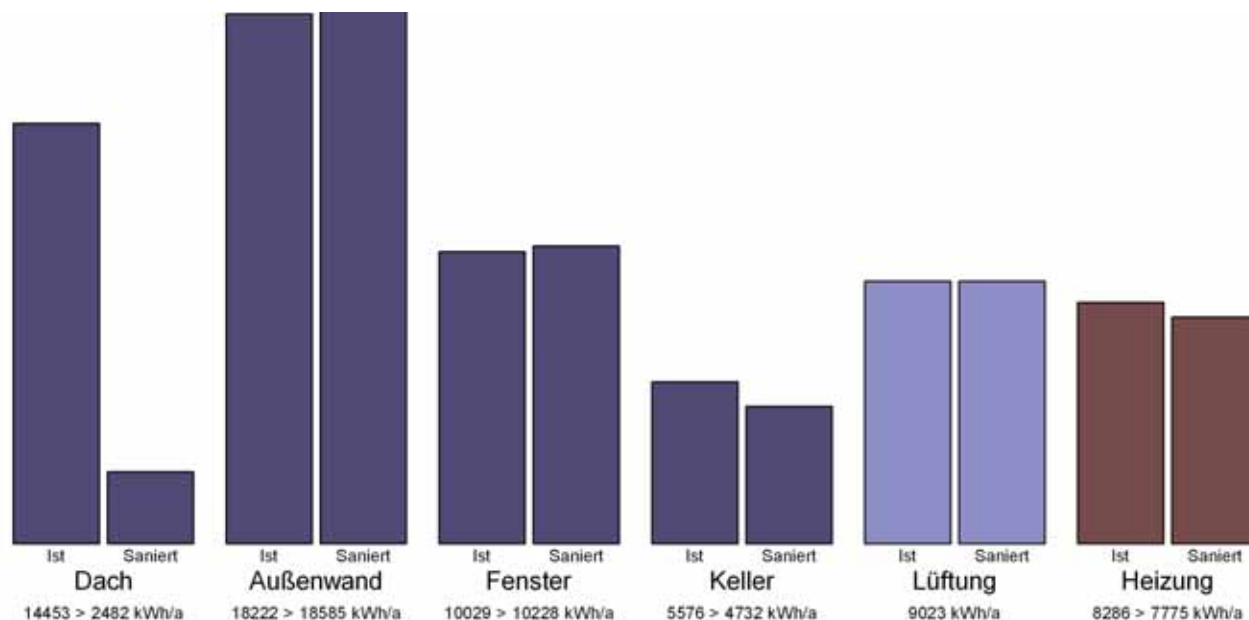
Modernisierung der Anlagentechnik - Variante 1 -

Eine Dämmung der Leitungen sollte komplettiert werden.

Energieeinsparung - Variante 1 -

Nach Umsetzung der in dieser Varianten vorgeschlagenen Maßnahmen reduziert sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **23 %**.

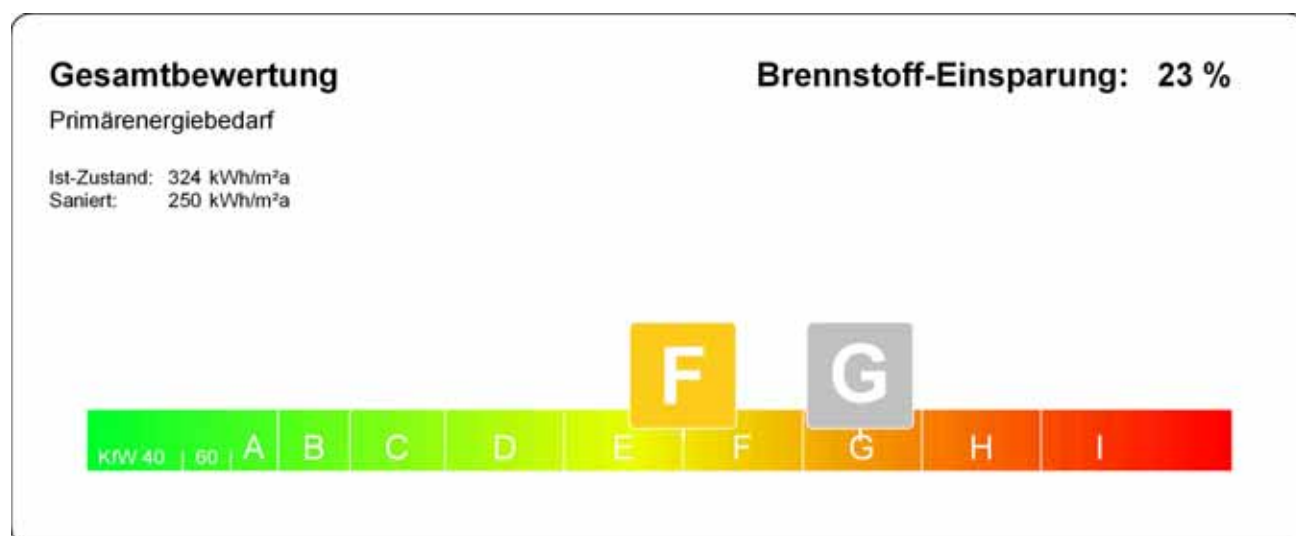
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 52338 kWh/Jahr reduziert sich auf 40318 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 12020 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 3787 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 **250 kWh/m²** pro Jahr.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 1 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionskosten	:	38.214 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Kosten (Erhaltungsaufwand)	:	25.015 EUR

Gesamtkosten für die Energiesparmaßnahmen	:	13.199 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	908 EUR/Jahr	27.240 EUR
Brennstoffkosten (ggf inkl. sonstiger Kosten)	+ 3.709 EUR/Jahr	+ 111.270 EUR
	<u>4.617 EUR/Jahr</u>	<u>138.510 EUR</u>
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	4.808 EUR/Jahr	144.240 EUR
Einsparung	191 EUR/Jahr	5.730 EUR

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	2.886 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	2.226 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	5,50 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	4,00 %

Variante 2 : Variante 2 - DD, Kollektor

In dieser Variante werden die folgenden Modernisierungsmaßnahmen betrachtet.

Modernisierung der Gebäudehülle - Variante 2 -

- Dach / oberste Decke:** Aufsparrendämmung von oben (mit Neueindeckung), 18cm
 Aufsparrendämmung von oben (mit Neueindeckung), 24cm
- Gaube:** Aufsparrendämmung von oben (mit Neueindeckung), 18cm
 Wärmedämmung von unten, 12cm

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
DA	Dachfläche - Aufsparrendämmung von oben (mit Neueindeckung), 24cm	109	0,15	0,30
DA	Pulldachgaube - Dach - Aufsparrendämmung von oben (mit Neueindeckung), 18cm	15	0,16	0,25
TA	Eingangstür	3	2,23	2,90
WA	Außenwand	97	1,60	0,35
WA	Erweiterung	25	0,50	0,35
WA	Gaubenwand OG	3	0,50	0,35
WA	Pulldachgaube - Front	5	0,50	0,35
WA	Pulldachgaube - Seiten	4	0,50	0,35
WE	Außenwand gegen Erdreich	55	1,60	0,40
FA	Doppelverglasung	18	2,50	1,70
FA	Doppelverglasung Dach	8	2,50	1,70
FA	Einfachverglasung	4	4,30	1,70
FA	Fenster Erweiterung	6	2,70	1,70
FA	Gaubenfenster	9	2,70	1,70
BA	Auskragende Erweiterung - Wärmedämmung von unten, 12cm	11	0,20	
BA	Gaubendachfläche - Aufsparrendämmung von oben (mit Neueindeckung), 18cm	4	0,18	
BA	Loggiadach - Wärmedämmung von unten, 12cm	13	0,22	
BE	Kellerfußboden	94	0,98	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.

Modernisierung der Anlagentechnik - Variante 2 -

- Heizung:**
 Erzeugung: Zentrale Wärmeerzeugung, 2 Wärmeerzeuger
 Wärmeerzeuger 1 - 85% Deckungsanteil
 NT-Kombi-Kessel - 24 kW, Heizöl EL
 Viessmann - Vitola 100
 Wärmeerzeuger 2 - 15% Deckungsanteil

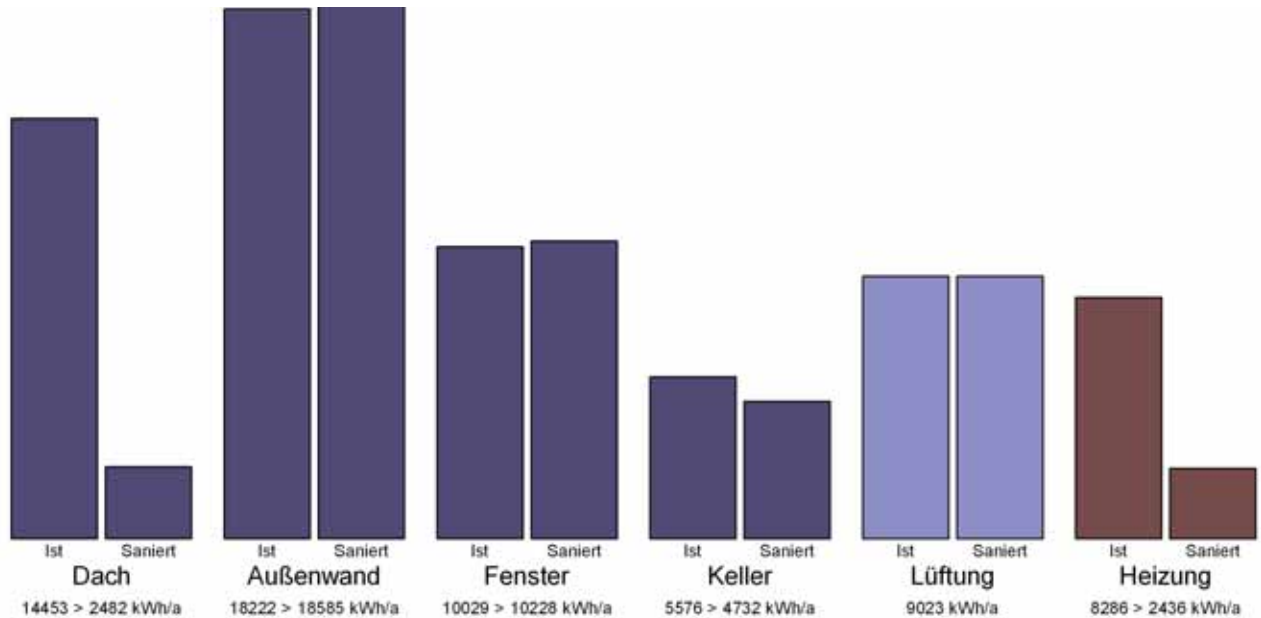
	Solare Heizungsunterstützung - Sonnen-Energie
	Wolf
Verteilung	Auslegungstemperaturen 70/55°C
	Dämmung der Leitungen nach EnEV
	Altbau-typischer Betrieb (kein hydraul. Abgleich, flachere Heizkurve)
	Umwälzpumpe leistungsgeregt
Übergabe	freie Heizfläche, Anordnung im Außenwandbereich
	Handventile, gering, mit Temp.vorregelung

Eine Dämmung der Leitungen sollte komplettiert werden.

Energieeinsparung - Variante 2 -

Nach Umsetzung der in dieser Varianten vorgeschlagenen Maßnahmen reduziert sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **33 %**.

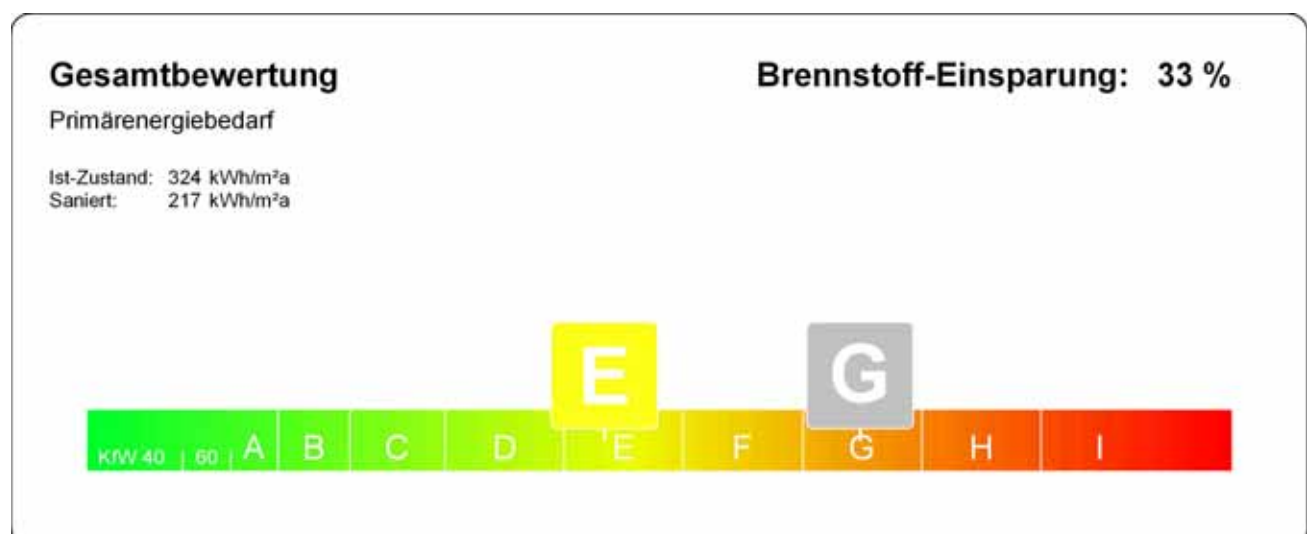
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 52338 kWh/Jahr reduziert sich auf 34979 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 17359 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 5480 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 **217 kWh/m²** pro Jahr.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 2 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionskosten	:	43.524 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Kosten (Erhaltungsaufwand)	:	25.066 EUR

Gesamtkosten für die Energiesparmaßnahmen	:	18.458 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	1.270 EUR/Jahr	38.100 EUR
Brennstoffkosten (ggf inkl. sonstiger Kosten)	+ 3.436 EUR/Jahr	+ 103.080 EUR
	<u>4.706 EUR/Jahr</u>	<u>141.180 EUR</u>
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	4.808 EUR/Jahr	144.240 EUR
Einsparung	102 EUR/Jahr	3.060 EUR

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	2.886 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	1.931 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	5,50 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	4,00 %

Variante 3 : Variante 3 - DD,Koll,DF

In dieser Variante werden die folgenden Modernisierungsmaßnahmen betrachtet.

Modernisierung der Gebäudehülle - Variante 3 -

Dach / oberste Decke: Aufsparrendämmung von oben (mit Neueindeckung), 18cm
Aufsparrendämmung von oben (mit Neueindeckung), 24cm

Gaube: Aufsparrendämmung von oben (mit Neueindeckung), 18cm
Wärmedämmung von unten, 12cm

Fenster: Dachfensteraustausch

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
DA	Dachfläche - Aufsparrendämmung von oben (mit Neueindeckung), 24cm	109	0,15	0,30
DA	Pulldachgaube - Dach - Aufsparrendämmung von oben (mit Neueindeckung), 18cm	15	0,16	0,25
TA	Eingangstür	3	2,23	2,90
WA	Außenwand	97	1,60	0,35
WA	Erweiterung	25	0,50	0,35
WA	Gaubenwand OG	3	0,50	0,35
WA	Pulldachgaube - Front	5	0,50	0,35
WA	Pulldachgaube - Seiten	4	0,50	0,35
WE	Außenwand gegen Erdreich	55	1,60	0,40
FA	Doppelverglasung	18	2,50	1,70
FA	Doppelverglasung Dach	4	2,50	1,70
FA	Doppelverglasung Dach - Dachfensteraustausch	4	1,20	1,70
FA	Einfachverglasung	4	4,30	1,70
FA	Fenster Erweiterung	6	2,70	1,70
FA	Gaubenfenster	9	2,70	1,70
BA	Auskragende Erweiterung - Wärmedämmung von unten, 12cm	11	0,20	
BA	Gaubendachfläche - Aufsparrendämmung von oben (mit Neueindeckung), 18cm	4	0,18	
BA	Loggiadach - Wärmedämmung von unten, 12cm	13	0,22	
BE	Kellerfußboden	94	0,98	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.

Modernisierung der Anlagentechnik - Variante 3 -

Heizung:

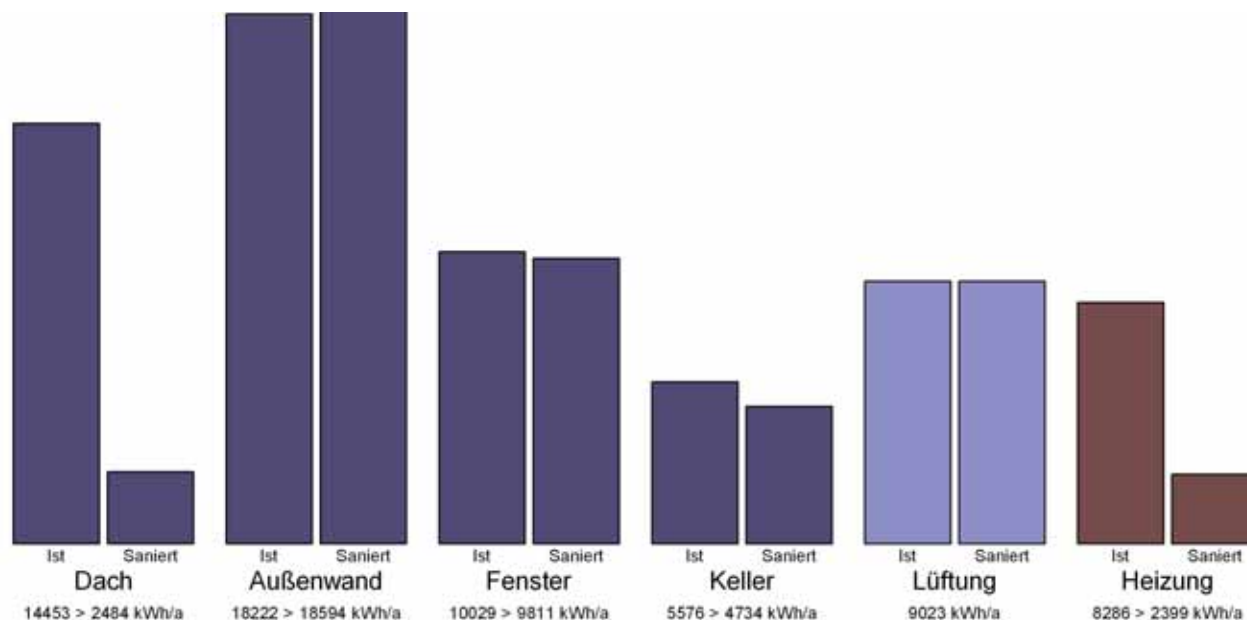
Erzeugung	Zentrale Wärmezeugung, 2 Wärmeerzeuger Wärmeerzeuger 1 - 85% Deckungsanteil NT-Kombi-Kessel - 24 kW, Heizöl EL Viessmann - Vitola 100 Wärmeerzeuger 2 - 15% Deckungsanteil Solare Heizungsunterstützung - Sonnen-Energie Wolf
Verteilung	Auslegungstemperaturen 70/55°C Dämmung der Leitungen nach EnEV Altbau-typischer Betrieb (kein hydraul. Abgleich, flachere Heizkurve) Umwälzpumpe leistungsgeregelt
Übergabe	freie Heizfläche, Anordnung im Außenwandbereich Handventile, gering, mit Temp.vorregelung

Eine Dämmung der Leitungen sollte komplettiert werden.

Energieeinsparung - Variante 3 -

Nach Umsetzung der in dieser Varianten vorgeschlagenen Maßnahmen reduziert sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **33 %**.

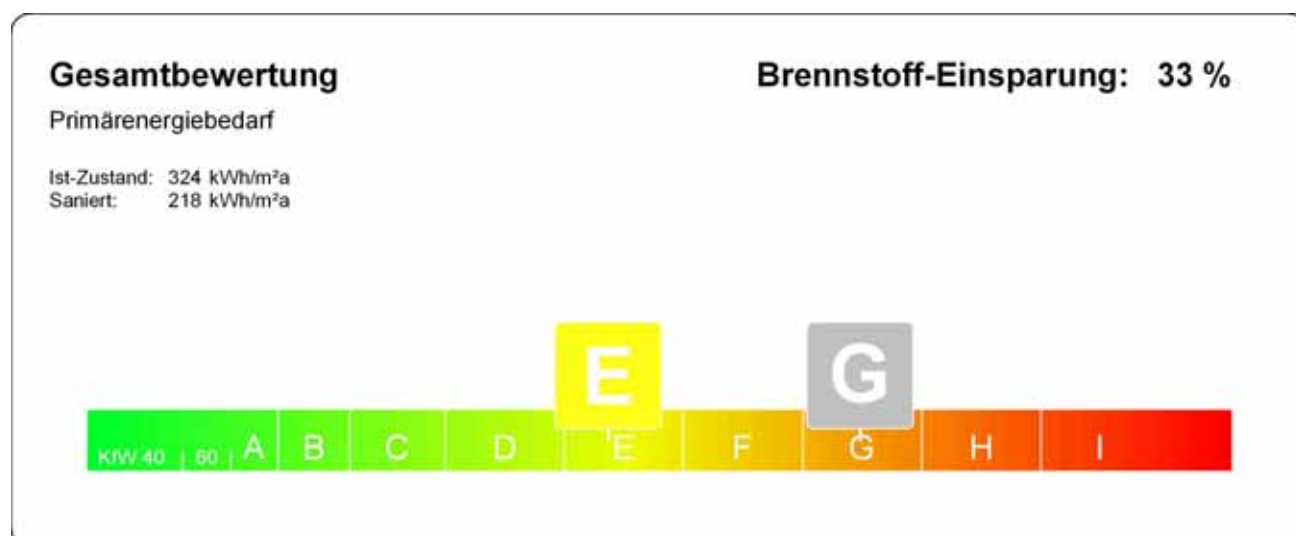
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 52338 kWh/Jahr reduziert sich auf 35227 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 17112 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 5400 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 **218 kWh/m²** pro Jahr.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 3 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionskosten	:	43.822 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Kosten (Erhaltungsaufwand)	:	25.014 EUR

Gesamtkosten für die Energiesparmaßnahmen	:	18.808 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	1.294 EUR/Jahr	38.820 EUR
Brennstoffkosten (ggf inkl. sonstiger Kosten)	+ 3.540 EUR/Jahr	+ 106.200 EUR
	<u>4.834 EUR/Jahr</u>	<u>145.020 EUR</u>
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	4.808 EUR/Jahr	144.240 EUR
Einsparung	-26 EUR/Jahr	-780 EUR

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	2.886 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	1.945 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	5,50 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	4,00 %

Variante 4 : Variante 4 - DD,Koll,DF,Wand

In dieser Variante werden die folgenden Modernisierungsmaßnahmen betrachtet.

Modernisierung der Gebäudehülle - Variante 4 -

Außenwände: Kerndämmung bei Klinkerfassade, 2cm, WLG 035

Dach / oberste Decke: Aufsparrendämmung von oben (mit Neueindeckung), 18cm

Decke: Aufsparrendämmung von oben (mit Neueindeckung), 24cm

Gaube: Aufsparrendämmung von oben (mit Neueindeckung), 18cm
Wärmedämmung von unten, 12cm

Fenster: Dachfensteraustausch

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
DA	Dachfläche - Aufsparrendämmung von oben (mit Neueindeckung), 24cm	109	0,15	0,30
DA	Pulldachgaube - Dach - Aufsparrendämmung von oben (mit Neueindeckung), 18cm	15	0,16	0,25
TA	Eingangstür	3	2,23	2,90
WA	Außenwand - Kerndämmung bei Klinkerfassade, 2cm, WLG 035	69	0,84	0,35
WA	Außenwand - Kerndämmung bei Klinkerfassade, 2cm, WLG 035	28	0,84	0,35
WA	Erweiterung	25	0,50	0,35
WA	Gaubenwand OG	3	0,50	0,35
WA	Pulldachgaube - Front	5	0,50	0,35
WA	Pulldachgaube - Seiten	4	0,50	0,35
WE	Außenwand gegen Erdreich	55	1,60	0,40
FA	Doppelverglasung	18	2,50	1,70
FA	Doppelverglasung Dach	4	2,50	1,70
FA	Doppelverglasung Dach - Dachfensteraustausch	4	1,20	1,70
FA	Einfachverglasung	4	4,30	1,70
FA	Fenster Erweiterung	6	2,70	1,70
FA	Gaubenfenster	9	2,70	1,70
BA	Ausragende Erweiterung - Wärmedämmung von unten, 12cm	11	0,20	
BA	Gaubendachfläche - Aufsparrendämmung von oben (mit Neueindeckung), 18cm	4	0,18	
BA	Loggiadach - Wärmedämmung von unten, 12cm	13	0,22	
BE	Kellerfußboden	94	0,98	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.

Modernisierung der Anlagentechnik - Variante 4 -

Heizung:

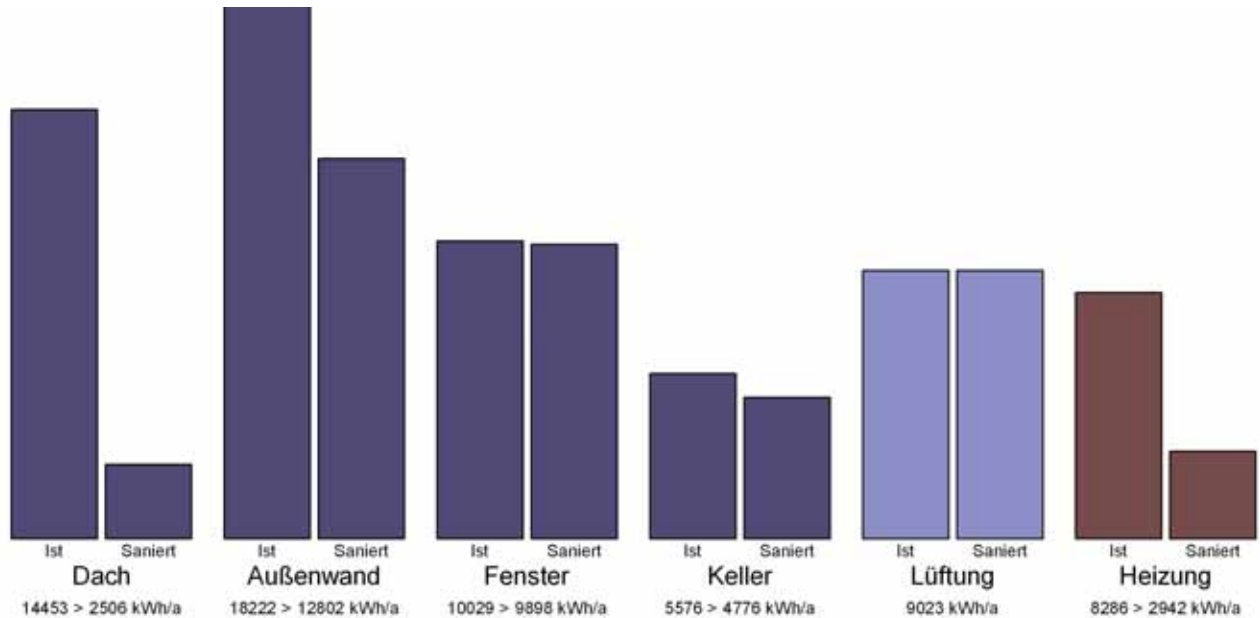
Erzeugung	Zentrale Wärmezeugung, 2 Wärmeerzeuger Wärmeerzeuger 1 - 85% Deckungsanteil NT-Kombi-Kessel - 24 kW, Heizöl EL Viessmann - Vitola 100 Wärmeerzeuger 2 - 15% Deckungsanteil Solare Heizungsunterstützung - Sonnen-Energie Wolf
Verteilung	Auslegungstemperaturen 70/55°C Dämmung der Leitungen nach EnEV Altbau-typischer Betrieb (kein hydraul. Abgleich, flachere Heizkurve) Umwälzpumpe leistungsgeregelt
Übergabe	freie Heizfläche, Anordnung im Außenwandbereich Handventile, gering, mit Temp.vorregelung

Eine Dämmung der Leitungen sollte komplettiert werden.

Energieeinsparung - Variante 4 -

Nach Umsetzung der in dieser Varianten vorgeschlagenen Maßnahmen reduziert sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **42 %**.

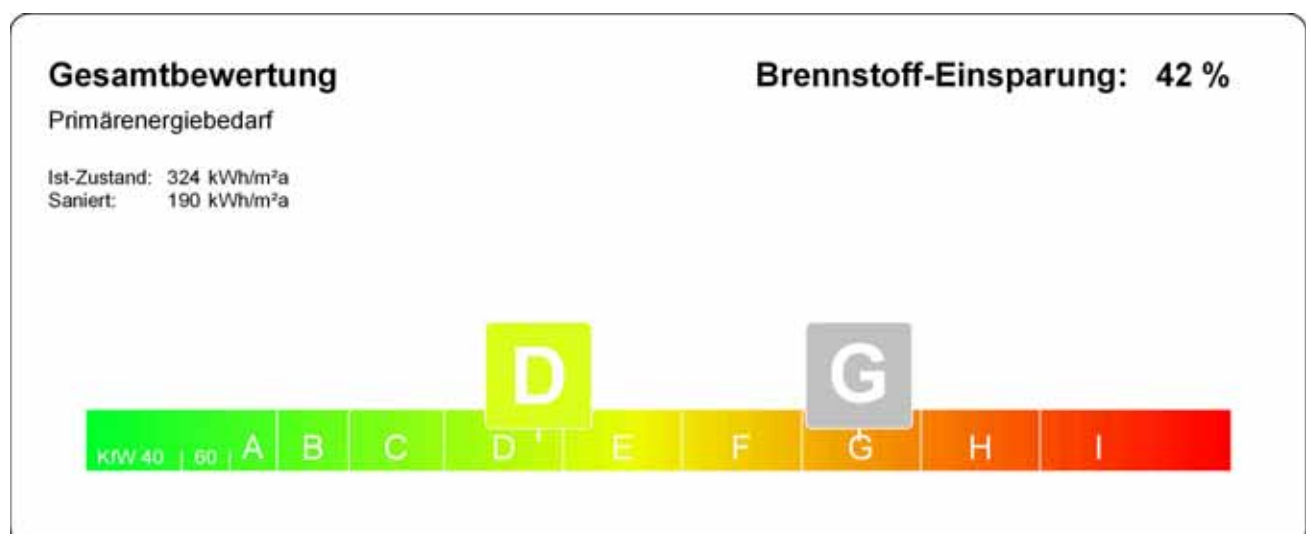
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 52338 kWh/Jahr reduziert sich auf 30551 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 21787 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 6872 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 **190 kWh/m²** pro Jahr.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 4 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionskosten	:	49.845 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Kosten (Erhaltungsaufwand)	:	27.514 EUR

Gesamtkosten für die Energiesparmaßnahmen	:	22.331 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	1.536 EUR/Jahr	46.080 EUR
Brennstoffkosten (ggf inkl. sonstiger Kosten)	+ 3.032 EUR/Jahr	+ 90.960 EUR
	<u>4.568 EUR/Jahr</u>	<u>137.040 EUR</u>
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	4.808 EUR/Jahr	144.240 EUR
Einsparung	240 EUR/Jahr	7.200 EUR

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	2.886 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	1.688 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	5,50 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	4,00 %

Variante 5 : Variante 5 - nur Wanddämmung

In dieser Variante werden die folgenden Modernisierungsmaßnahmen betrachtet.

Modernisierung der Gebäudehülle - Variante 5 -

Außenwände: Kerndämmung bei Klinkerfassade, 2cm, WLG 035

Einblasen von Dämmstoff SLS20 oder extrudierte Schaumkügelchen in den Hohlraum, von Bauherren gemessen mit ca. 2 cm.

Eine vorherige Überprüfung des Hohlraumes scheint flächenmäßig sinnvoll.

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
DA	Dachfläche	109	1,50	0,30
DA	Pulldachgaube - Dach	15	0,61	0,25
TA	Eingangstür	3	2,23	2,90
WA	Außenwand - Kerndämmung bei Klinkerfassade, 2cm, WLG 035	97	0,84	0,35
WA	Erweiterung	25	0,50	0,35
WA	Gaubenwand OG	3	0,50	0,35
WA	Pulldachgaube - Front	5	0,50	0,35
WA	Pulldachgaube - Seiten	4	0,50	0,35
WE	Außenwand gegen Erdreich	55	1,60	0,40
FA	Doppelverglasung	18	2,50	1,70
FA	Doppelverglasung Dach	8	2,50	1,70
FA	Einfachverglasung	4	4,30	1,70
FA	Fenster Erweiterung	6	2,70	1,70
FA	Gaubenfenster	9	2,70	1,70
BA	Auskragende Erweiterung	11	0,50	
BA	Deckenfläche OG	4	0,88	
BA	Loggiadach	13	0,65	
BE	Kellerfußboden	94	0,98	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.

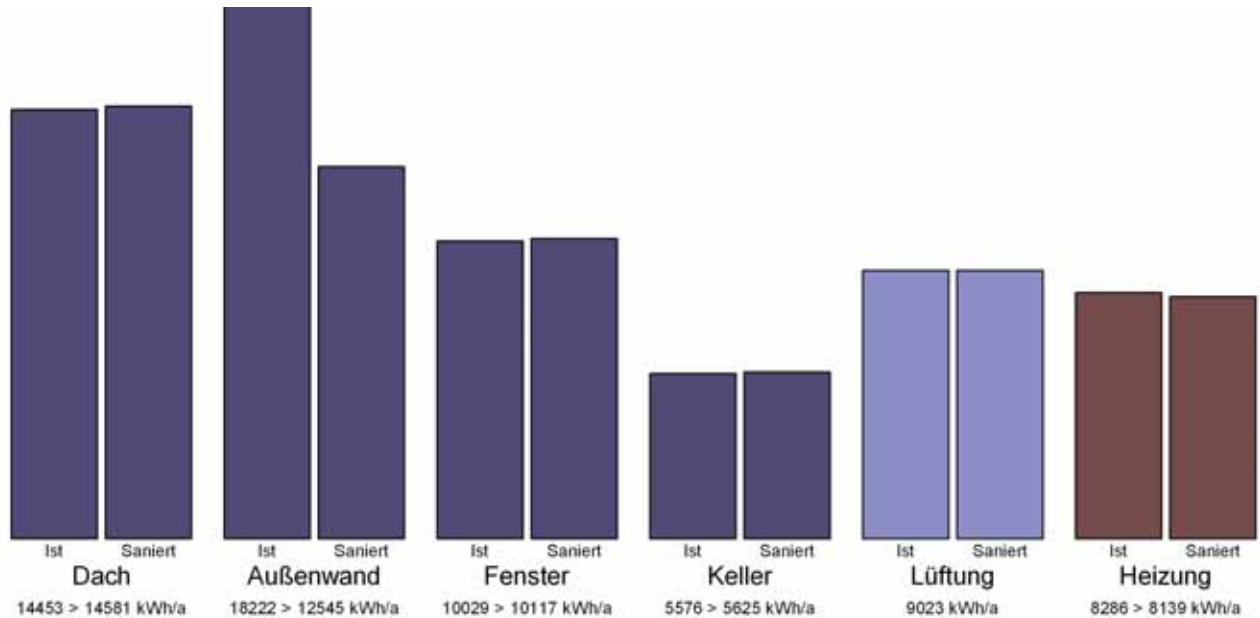
Modernisierung der Anlagentechnik - Variante 5 -

Eine Dämmung der Leitungen sollte komplettiert werden.

Energieeinsparung - Variante 5 -

Nach Umsetzung der in dieser Varianten vorgeschlagenen Maßnahmen reduziert sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **10 %**.

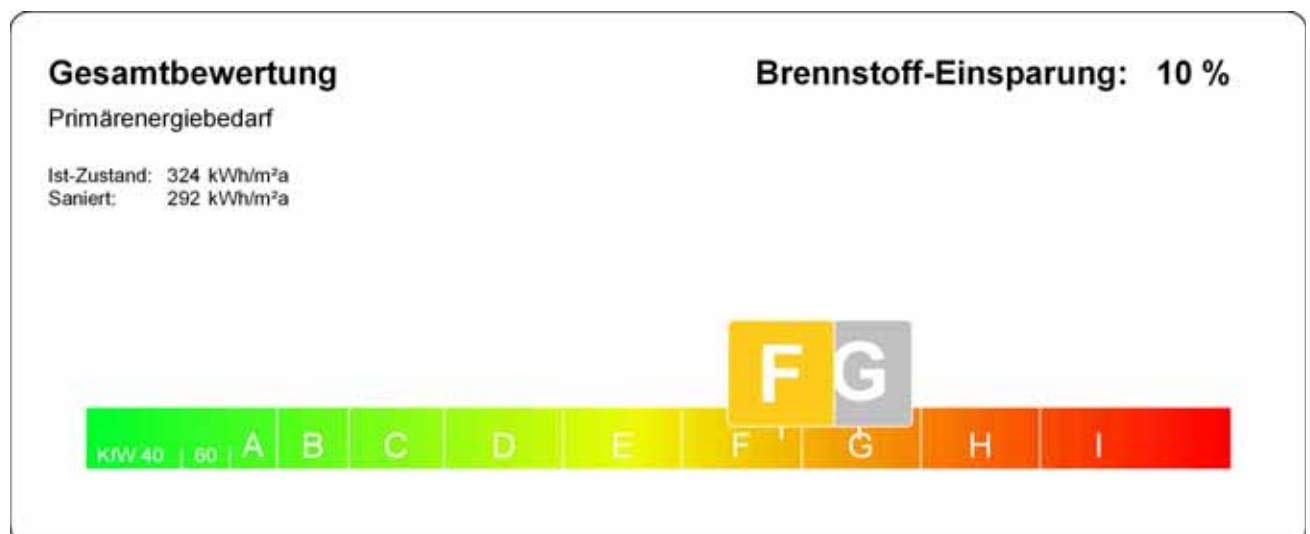
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 52338 kWh/Jahr reduziert sich auf 47069 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 5269 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 1660 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 **292 kWh/m²** pro Jahr.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 5 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionskosten	:	3.998 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Kosten (Erhaltungsaufwand)	:	0 EUR

Gesamtkosten für die Energiesparmaßnahmen	:	3.998 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	275 EUR/Jahr	8.250 EUR
Brennstoffkosten (ggf inkl. sonstiger Kosten)	+ 4.327 EUR/Jahr	+ 129.810 EUR
	<u>4.602 EUR/Jahr</u>	<u>138.060 EUR</u>
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	4.808 EUR/Jahr	144.240 EUR
Einsparung	206 EUR/Jahr	6.180 EUR

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	2.886 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	2.597 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	5,50 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	4,00 %

Variante 6 : Variante 6 - nur Kollektoren

In dieser Variante werden die folgenden Modernisierungsmaßnahmen betrachtet.

Modernisierung der Gebäudehülle - Variante 6 -

keine Maßnahme

Modernisierung der Anlagentechnik - Variante 6 -

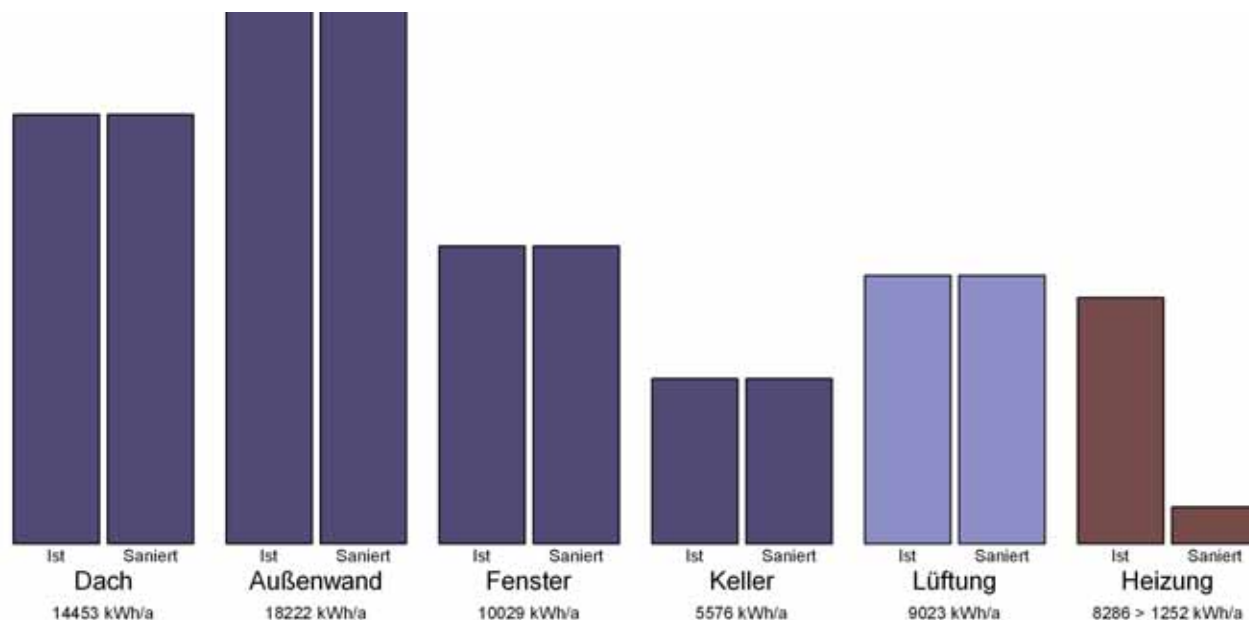
Heizung:	Zentralheizung mit NT-Kombi-Kessel (Heizöl EL) + Solare Heizungsunterstützung (Sonnen-Energie) Solare Heizungsunterstützung mit Sonnenkollektoren
Erzeugung	Zentrale Wärmeerzeugung, 2 Wärmeerzeuger Wärmeerzeuger 1 - 85% Deckungsanteil NT-Kombi-Kessel - 24 kW, Heizöl EL Viessmann - Vitola 100 Wärmeerzeuger 2 - 15% Deckungsanteil Solare Heizungsunterstützung - Sonnen-Energie
Verteilung	Auslegungstemperaturen 70/55°C Dämmung der Leitungen nach EnEV Altbau-typischer Betrieb (kein hydraul. Abgleich, flachere Heizkurve) Umwälzpumpe leistungsgeregelt
Übergabe	freie Heizfläche, Anordnung im Außenwandbereich Handventile, gering, mit Temp.vorregelung

Eine Dämmung der Leitungen sollte komplettiert werden.

Energieeinsparung - Variante 6 -

Nach Umsetzung der in dieser Varianten vorgeschlagenen Maßnahmen reduziert sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **13 %**.

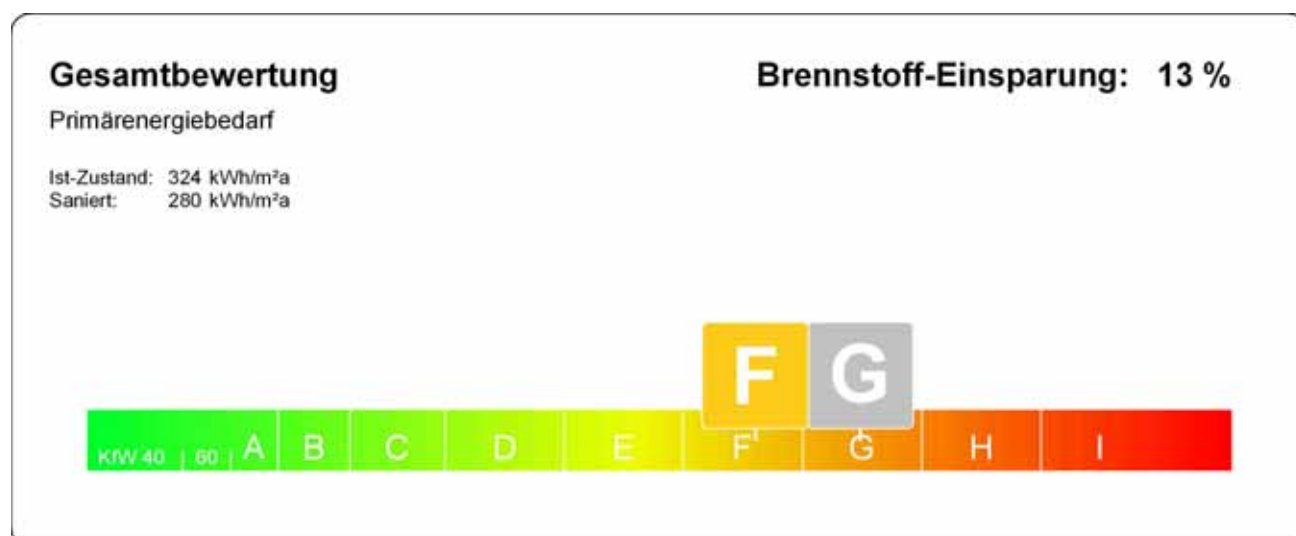
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 52338 kWh/Jahr reduziert sich auf 45304 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 7034 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 2232 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 **280 kWh/m²** pro Jahr.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 6 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionskosten	:	5.950 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Kosten (Erhaltungsaufwand)	:	0 EUR

Gesamtkosten für die Energiesparmaßnahmen	:	5.950 EUR
--	----------	------------------

Daraus ergeben sich die folgenden über die Nutzungsdauer von 20,0 Jahren gemittelten jährlichen Kosten bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtkosten:

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	458 EUR/Jahr	9.160 EUR
Brennstoffkosten (ggf inkl. sonstiger Kosten)	+ 3.608 EUR/Jahr	+ 72.160 EUR
	<u>4.066 EUR/Jahr</u>	<u>81.320 EUR</u>
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	4.170 EUR/Jahr	83.400 EUR

Einsparung	104 EUR/Jahr	2.080 EUR
-------------------	---------------------	------------------

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	20,0 Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	2.886 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	2.497 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	5,50 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	4,00 %

Variante 7 : Variante 7 - Brennwertheizung

In dieser Variante werden die folgenden Modernisierungsmaßnahmen betrachtet.

Modernisierung der Gebäudehülle - Variante 7 -

keine Maßnahme

Modernisierung der Anlagentechnik - Variante 7 -

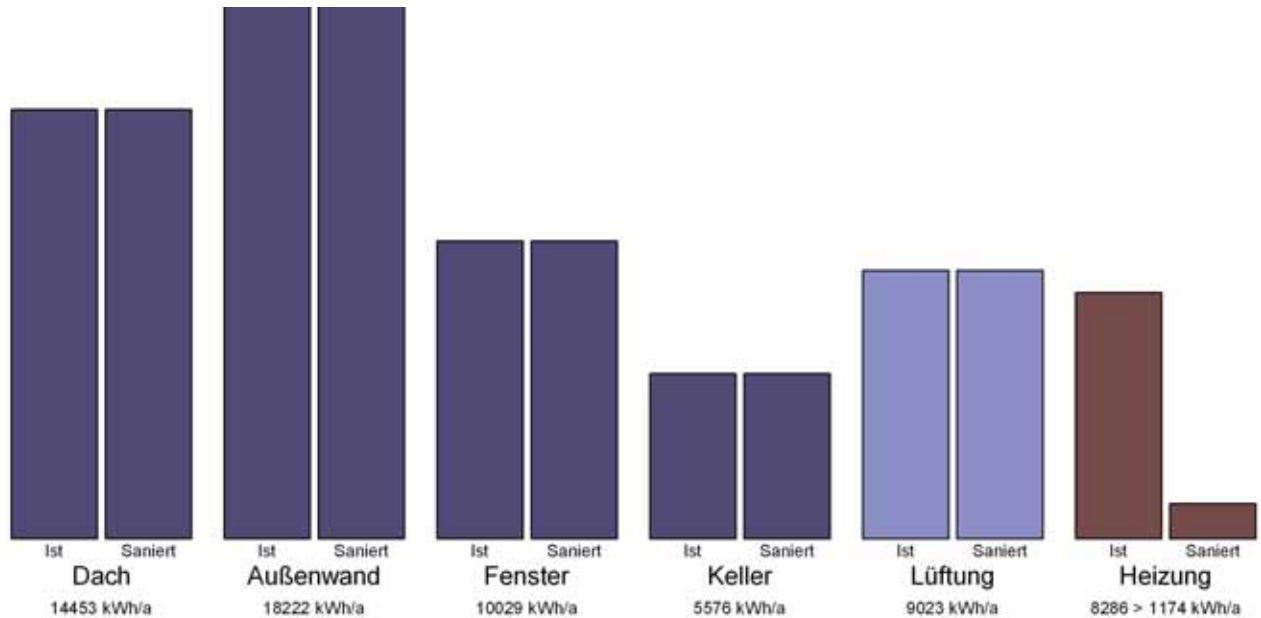
Heizung:

Erzeugung	Zentrale Wärmeerzeugung Brennwert-Kombi-Kessel - 24 kW, Heizöl EL Viessmann - Vitola 100
Speicherung	Pufferspeicher - 153 Liter, Dämmung nach EnEV
Verteilung	Auslegungstemperaturen 55/45°C Dämmung der Leitungen nach EnEV optimierter Betrieb (optimale Heizkurve, hydraul. Abgleich) Umwälzpumpe leistungsgeregelt
Übergabe	freie Heizfläche, Anordnung im Außenwandbereich Thermostatventil mit Auslegungsproportionalbereich 2 K

Energieeinsparung - Variante 7 -

Nach Umsetzung der in dieser Varianten vorgeschlagenen Maßnahmen reduziert sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **14 %**.

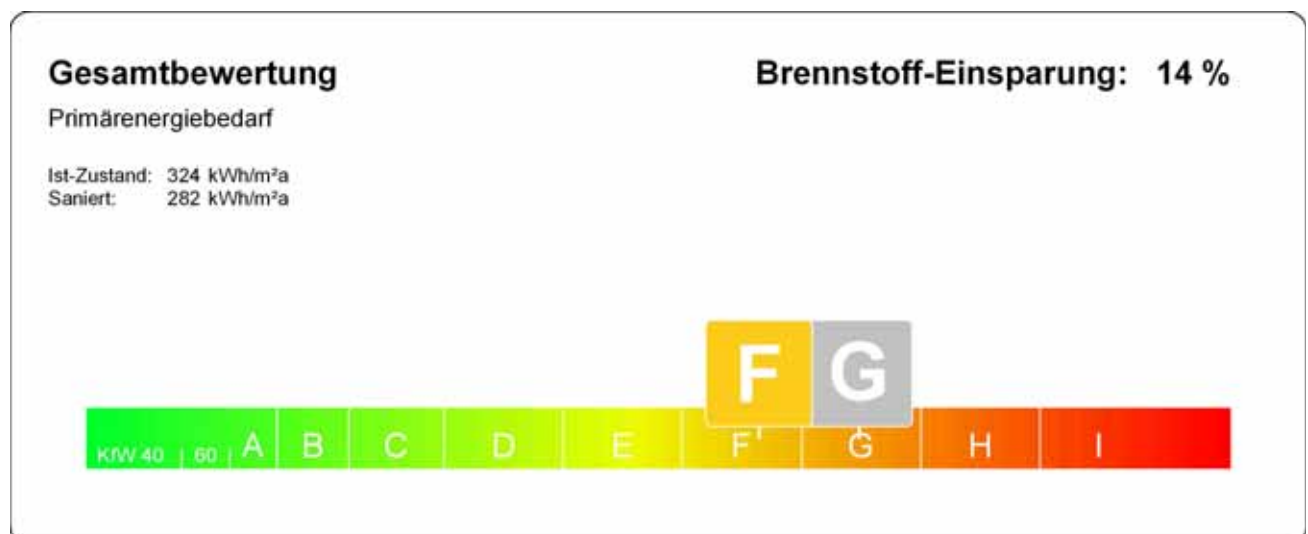
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 52338 kWh/Jahr reduziert sich auf 45227 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 7112 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 2171 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 **282 kWh/m²** pro Jahr.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 7 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionskosten	:	9.792 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Kosten (Erhaltungsaufwand)	:	400 EUR

Gesamtkosten für die Energiesparmaßnahmen	:	9.392 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	646 EUR/Jahr	19.380 EUR
Brennstoffkosten (ggf inkl. sonstiger Kosten)	+ 4.181 EUR/Jahr	+ 125.430 EUR
	<u>4.827 EUR/Jahr</u>	<u>144.810 EUR</u>
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	4.808 EUR/Jahr	144.240 EUR

Einsparung	-19 EUR/Jahr	-570 EUR
-------------------	---------------------	-----------------

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	2.886 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	2.510 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	5,50 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	4,00 %

Variante 8 : Variante 8 - DD,Koll,Wand,BW-Heiz

In dieser Variante werden die folgenden Modernisierungsmaßnahmen betrachtet.

Modernisierung der Gebäudehülle - Variante 8 -

- Außenwände:** Kerndämmung bei Klinkerfassade, 2cm, WLG 035
Kerndämmung bei Klinkerfassade, 4cm, WLG 045
- Dach / oberste Decke:** Aufsparrendämmung von oben (mit Neueindeckung), 18cm
Aufsparrendämmung von oben (mit Neueindeckung), 24cm
- Keller:** Aufsparrendämmung von oben (mit Neueindeckung), 18cm
Wärmedämmung von unten, 12cm
- Fenster:** Dachfensteraustausch

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
DA	Dachfläche - Aufsparrendämmung von oben (mit Neueindeckung), 24cm	109	0,15	0,30
DA	Pulldachgaube - Dach - Aufsparrendämmung von oben (mit Neueindeckung), 18cm	15	0,16	0,25
TA	Eingangstür	3	2,23	2,90
WA	Außenwand - Kerndämmung bei Klinkerfassade, 2cm, WLG 035	69	0,84	0,35
WA	Außenwand - Kerndämmung bei Klinkerfassade, 4cm, WLG 045	28	0,84	0,35
WA	Erweiterung	25	0,50	0,35
WA	Gaubenwand OG	3	0,50	0,35
WA	Pulldachgaube - Front	5	0,50	0,35
WA	Pulldachgaube - Seiten	4	0,50	0,35
WE	Außenwand gegen Erdreich	55	1,60	0,40
FA	Doppelverglasung	18	2,50	1,70
FA	Doppelverglasung Dach	4	2,50	1,70
FA	Doppelverglasung Dach - Dachfensteraustausch	4	1,20	1,70
FA	Einfachverglasung	4	4,30	1,70
FA	Fenster Erweiterung	6	2,70	1,70
FA	Gaubenfenster	9	2,70	1,70
BA	Auskragende Erweiterung - Wärmedämmung von unten, 12cm	11	0,20	
BA	Gaubendachfläche - Aufsparrendämmung von oben (mit Neueindeckung), 18cm	4	0,18	
BA	Loggiadach - Wärmedämmung von unten, 12cm	13	0,22	
BE	Kellerfußboden	94	0,98	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.

Modernisierung der Anlagentechnik - Variante 8 -

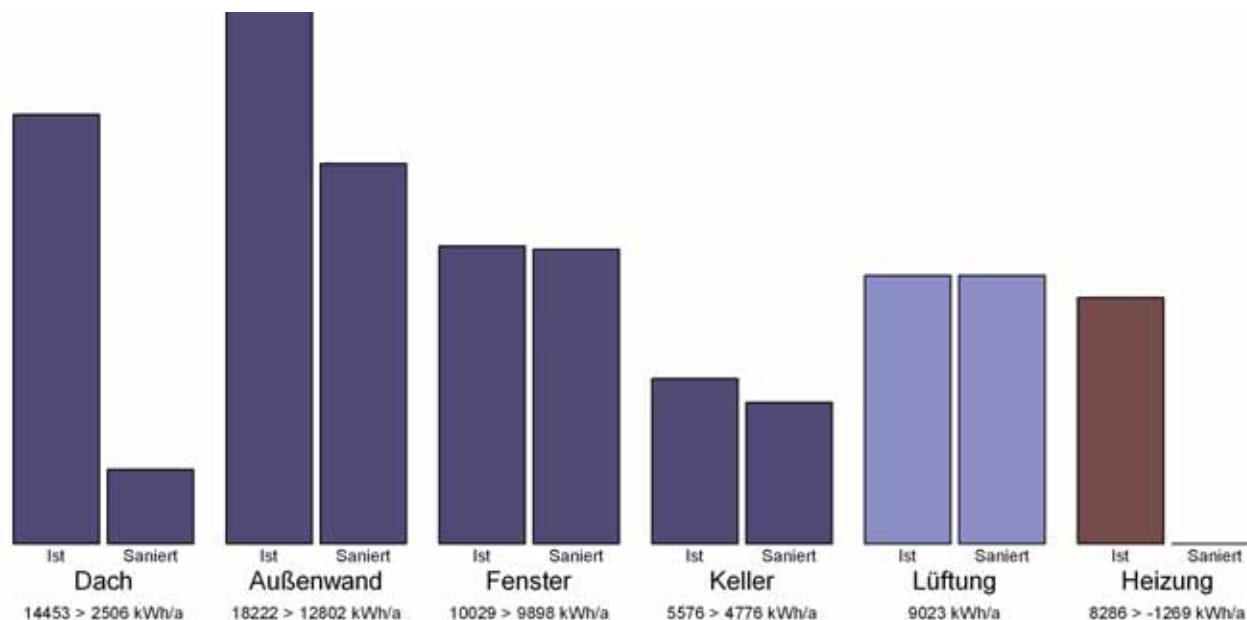
Heizung:

Erzeugung	Zentrale Wärmezeugung, 2 Wärmeerzeuger Wärmeerzeuger 1 - 85% Deckungsanteil Brennwert-Kombi-Kessel - 24 kW, Heizöl EL Wolf Wärmeerzeuger 2 - 15% Deckungsanteil Solare Heizungsunterstützung - Sonnen-Energie Wolf
Speicherung	Pufferspeicher - 153 Liter, Dämmung nach EnEV
Verteilung	Auslegungstemperaturen 70/55°C Dämmung der Leitungen nach EnEV optimierter Betrieb (optimale Heizkurve, hydraul. Abgleich) Umwälzpumpe leistungsgeregelt
Übergabe	freie Heizfläche, Anordnung im Außenwandbereich Thermostatventil mit Auslegungsproportionalbereich 2 K

Energieeinsparung - Variante 8 -

Nach Umsetzung der in dieser Varianten vorgeschlagenen Maßnahmen reduziert sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **50 %**.

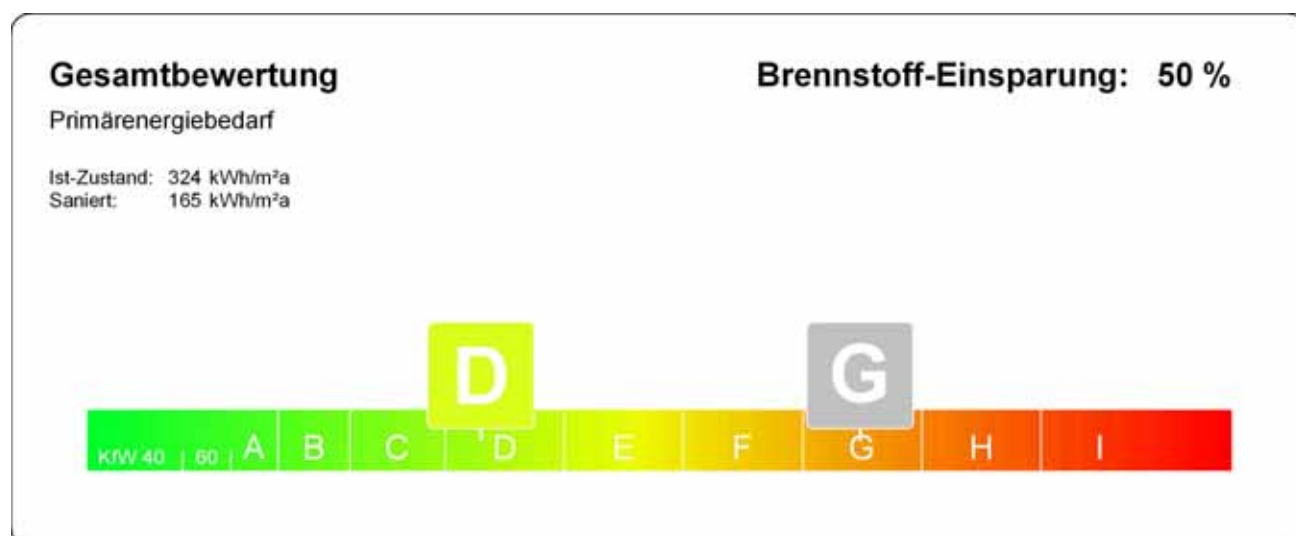
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 52338 kWh/Jahr reduziert sich auf 26341 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 25998 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 8153 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 **165 kWh/m²** pro Jahr.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 8 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionskosten	:	61.562 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Kosten (Erhaltungsaufwand)	:	28.139 EUR

Gesamtkosten für die Energiesparmaßnahmen	:	33.423 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	2.300 EUR/Jahr	69.000 EUR
Brennstoffkosten (ggf inkl. sonstiger Kosten)	+ 2.662 EUR/Jahr	+ 79.860 EUR
	<u>4.962 EUR/Jahr</u>	<u>148.860 EUR</u>
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	4.808 EUR/Jahr	144.240 EUR
Einsparung	-154 EUR/Jahr	-4.620 EUR

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	2.886 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	1.467 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	5,50 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	4,00 %

Zusammenfassung der Ergebnisse

Primärenergiebedarf

Primärenergiebedarf Q_p :	kWh/a	Einsparung	
Ist-Zustand	58979		
Var.1 - Variante 1 - nur Dachdämmung	45510	13469	22,8%
Var.2 - Variante 2 - DD, Kollektor	39468	19511	33,1%
Var.3 - Variante 3 - DD,Koll,DF	39756	19223	32,6%
Var.4 - Variante 4 - DD,Koll,DF,Wand	34521	24459	41,5%
Var.5 - Variante 5 - nur Wanddämmung	53076	5903	10,0%
Var.6 - Variante 6 - nur Kollektoren	51017	7962	13,5%
Var.7 - Variante 7 - Brennwertheizung	51362	7617	12,9%
Var.8 - Variante 8 - DD,Koll,Wand,BW-Heiz	30036	28944	49,1%

Primärenergiebedarf q_p pro m^2 :	kWh/m ² a	Einsparung	
Ist-Zustand	324		
Var.1 - Variante 1 - nur Dachdämmung	250	74	22,8%
Var.2 - Variante 2 - DD, Kollektor	217	107	33,1%
Var.3 - Variante 3 - DD,Koll,DF	218	106	32,6%
Var.4 - Variante 4 - DD,Koll,DF,Wand	190	134	41,5%
Var.5 - Variante 5 - nur Wanddämmung	292	32	10,0%
Var.6 - Variante 6 - nur Kollektoren	280	44	13,5%
Var.7 - Variante 7 - Brennwertheizung	282	42	12,9%
Var.8 - Variante 8 - DD,Koll,Wand,BW-Heiz	165	159	49,1%

Endenergiebedarf

Endenergiebedarf Q_E :	kWh/a	Einsparung	
Ist-Zustand	52338		
Var.1 - Variante 1 - nur Dachdämmung	40318	12020	23,0%
Var.2 - Variante 2 - DD, Kollektor	34979	17359	33,2%
Var.3 - Variante 3 - DD,Koll,DF	35227	17112	32,7%
Var.4 - Variante 4 - DD,Koll,DF,Wand	30551	21787	41,6%
Var.5 - Variante 5 - nur Wanddämmung	47069	5269	10,1%
Var.6 - Variante 6 - nur Kollektoren	45304	7034	13,4%
Var.7 - Variante 7 - Brennwertheizung	45227	7112	13,6%
Var.8 - Variante 8 - DD,Koll,Wand,BW-Heiz	26341	25998	49,7%

Endenergiebedarf q_E pro m^2 :	kWh/m ² a	Einsparung	
Ist-Zustand	288		
Var.1 - Variante 1 - nur Dachdämmung	222	66	23,0%
Var.2 - Variante 2 - DD, Kollektor	192	95	33,2%
Var.3 - Variante 3 - DD,Koll,DF	194	94	32,7%
Var.4 - Variante 4 - DD,Koll,DF,Wand	168	120	41,6%
Var.5 - Variante 5 - nur Wanddämmung	259	29	10,1%
Var.6 - Variante 6 - nur Kollektoren	249	39	13,4%
Var.7 - Variante 7 - Brennwertheizung	249	39	13,6%
Var.8 - Variante 8 - DD,Koll,Wand,BW-Heiz	145	143	49,7%

Heizwärmebedarf

Heizwärmebedarf Q_h :	kWh/a	Einsparung	
Ist-Zustand	41777		
Var.1 - Variante 1 - nur Dachdämmung	30269	11509	27,5%
Var.2 - Variante 2 - DD, Kollektor	30269	11509	27,5%
Var.3 - Variante 3 - DD,Koll,DF	30552	11225	26,9%
Var.4 - Variante 4 - DD,Koll,DF,Wand	25335	16443	39,4%
Var.5 - Variante 5 - nur Wanddämmung	36655	5122	12,3%
Var.6 - Variante 6 - nur Kollektoren	41777	0	0,0%
Var.7 - Variante 7 - Brennwertheizung	41777	0	0,0%
Var.8 - Variante 8 - DD,Koll,Wand,BW-Heiz	25335	16443	39,4%

Heizwärmebedarf q_h pro m^2 :	kWh/m ² a	Einsparung	
-----------------------------------	----------------------	------------	--

Ist-Zustand	230			
Var.1 - Variante 1 - nur Dachdämmung	166		63	27,5%
Var.2 - Variante 2 - DD, Kollektor	166		63	27,5%
Var.3 - Variante 3 - DD,Koll,DF	168		62	26,9%
Var.4 - Variante 4 - DD,Koll,DF,Wand	139		90	39,4%
Var.5 - Variante 5 - nur Wanddämmung	201		28	12,3%
Var.6 - Variante 6 - nur Kollektoren	230		0	0,0%
Var.7 - Variante 7 - Brennwertheizung	230		0	0,0%
Var.8 - Variante 8 - DD,Koll,Wand,BW-Heiz	139		90	39,4%

Anlagentechnische Verluste

Anlagentechnische Verluste Q_t :	kWh/a		Einsparung	
Ist-Zustand	8286			
Var.1 - Variante 1 - nur Dachdämmung	7775		511	6,2%
Var.2 - Variante 2 - DD, Kollektor	2436		5850	70,6%
Var.3 - Variante 3 - DD,Koll,DF	2399		5887	71,0%
Var.4 - Variante 4 - DD,Koll,DF,Wand	2942		5344	64,5%
Var.5 - Variante 5 - nur Wanddämmung	8139		147	1,8%
Var.6 - Variante 6 - nur Kollektoren	1252		7034	84,9%
Var.7 - Variante 7 - Brennwertheizung	1174		7112	85,8%
Var.8 - Variante 8 - DD,Koll,Wand,BW-Heiz	-1269		9555	115,3%

Anlagentechnische Verluste q_t pro m^2 :	kWh/ m^2 a		Einsparung	
Ist-Zustand	46			
Var.1 - Variante 1 - nur Dachdämmung	43		3	6,2%
Var.2 - Variante 2 - DD, Kollektor	13		32	70,6%
Var.3 - Variante 3 - DD,Koll,DF	13		32	71,0%
Var.4 - Variante 4 - DD,Koll,DF,Wand	16		29	64,5%
Var.5 - Variante 5 - nur Wanddämmung	45		1	1,8%
Var.6 - Variante 6 - nur Kollektoren	7		39	84,9%
Var.7 - Variante 7 - Brennwertheizung	6		39	85,8%
Var.8 - Variante 8 - DD,Koll,Wand,BW-Heiz	-7		53	115,3%

Anlagenaufwandszahl

Anlagenaufwandszahl e_p :				
Ist-Zustand	1,34			
Var.1 - Variante 1 - nur Dachdämmung	1,40			
Var.2 - Variante 2 - DD, Kollektor	1,21			
Var.3 - Variante 3 - DD,Koll,DF	1,21			
Var.4 - Variante 4 - DD,Koll,DF,Wand	1,25			
Var.5 - Variante 5 - nur Wanddämmung	1,36			
Var.6 - Variante 6 - nur Kollektoren	1,16			
Var.7 - Variante 7 - Brennwertheizung	1,17			
Var.8 - Variante 8 - DD,Koll,Wand,BW-Heiz	1,09			

Schadstoff-Emissionen

CO₂-Emissionen

CO ₂ -Emissionen:	kg/a		Einsparung	
Ist-Zustand	16553			
Var.1 - Variante 1 - nur Dachdämmung	12766		3787	22,9%
Var.2 - Variante 2 - DD, Kollektor	11073		5480	33,1%
Var.3 - Variante 3 - DD,Koll,DF	11153		5400	32,6%
Var.4 - Variante 4 - DD,Koll,DF,Wand	9680		6872	41,5%
Var.5 - Variante 5 - nur Wanddämmung	14893		1660	10,0%
Var.6 - Variante 6 - nur Kollektoren	14321		2232	13,5%
Var.7 - Variante 7 - Brennwertheizung	14381		2171	13,1%
Var.8 - Variante 8 - DD,Koll,Wand,BW-Heiz	8400		8153	49,3%

CO ₂ -Emssionen pro m^2 :	kg/ m^2 a		Einsparung	
Ist-Zustand	91			
Var.1 - Variante 1 - nur Dachdämmung	70		21	22,9%

Var.2 - Variante 2 - DD, Kollektor	61		30	33,1%
Var.3 - Variante 3 - DD,Koll,DF	61		30	32,6%
Var.4 - Variante 4 - DD,Koll,DF,Wand	53		38	41,5%
Var.5 - Variante 5 - nur Wanddämmung	82		9	10,0%
Var.6 - Variante 6 - nur Kollektoren	79		12	13,5%
Var.7 - Variante 7 - Brennwertheizung	79		12	13,1%
Var.8 - Variante 8 - DD,Koll,Wand,BW-Heiz	46		45	49,3%

NO_x-Emissionen

NO _x -Emissionen:	kg/a		Einsparung	
Ist-Zustand	12,1			
Var.1 - Variante 1 - nur Dachdämmung	9,4		2,8	22,8%
Var.2 - Variante 2 - DD, Kollektor	8,1		4,0	33,1%
Var.3 - Variante 3 - DD,Koll,DF	8,2		4,0	32,6%
Var.4 - Variante 4 - DD,Koll,DF,Wand	7,1		5,0	41,5%
Var.5 - Variante 5 - nur Wanddämmung	10,9		1,2	10,0%
Var.6 - Variante 6 - nur Kollektoren	10,5		1,6	13,5%
Var.7 - Variante 7 - Brennwertheizung	10,6		1,6	13,0%
Var.8 - Variante 8 - DD,Koll,Wand,BW-Heiz	6,2		6,0	49,1%

SO₂-Emissionen

SO ₂ -Emissionen:	kg/a		Einsparung	
Ist-Zustand	34,0			
Var.1 - Variante 1 - nur Dachdämmung	26,2		7,8	22,9%
Var.2 - Variante 2 - DD, Kollektor	22,7		11,3	33,1%
Var.3 - Variante 3 - DD,Koll,DF	22,9		11,1	32,7%
Var.4 - Variante 4 - DD,Koll,DF,Wand	19,9		14,1	41,6%
Var.5 - Variante 5 - nur Wanddämmung	30,6		3,4	10,0%
Var.6 - Variante 6 - nur Kollektoren	29,4		4,6	13,5%
Var.7 - Variante 7 - Brennwertheizung	29,5		4,5	13,3%
Var.8 - Variante 8 - DD,Koll,Wand,BW-Heiz	17,2		16,8	49,4%

Kosten / Wirtschaftlichkeit

Brennstoffkosten

Brennstoffkosten:	EUR/a		Einsparung	
Ist-Zustand	2886			
Var.1 - Variante 1 - nur Dachdämmung	2226		660	22,9%
Var.2 - Variante 2 - DD, Kollektor	1931		955	33,1%
Var.3 - Variante 3 - DD,Koll,DF	1945		941	32,6%
Var.4 - Variante 4 - DD,Koll,DF,Wand	1688		1198	41,5%
Var.5 - Variante 5 - nur Wanddämmung	2597		289	10,0%
Var.6 - Variante 6 - nur Kollektoren	2497		389	13,5%
Var.7 - Variante 7 - Brennwertheizung	2510		376	13,0%
Var.8 - Variante 8 - DD,Koll,Wand,BW-Heiz	1467		1419	49,2%

Brennstoff- und Betriebskosten

Brennstoff- und Betriebskosten:	EUR/a		Einsparung	
Ist-Zustand	2886			
Var.1 - Variante 1 - nur Dachdämmung	2226		660	22,9%
Var.2 - Variante 2 - DD, Kollektor	1931		955	33,1%
Var.3 - Variante 3 - DD,Koll,DF	1945		941	32,6%
Var.4 - Variante 4 - DD,Koll,DF,Wand	1688		1198	41,5%
Var.5 - Variante 5 - nur Wanddämmung	2597		289	10,0%
Var.6 - Variante 6 - nur Kollektoren	2497		389	13,5%
Var.7 - Variante 7 - Brennwertheizung	2510		376	13,0%
Var.8 - Variante 8 - DD,Koll,Wand,BW-Heiz	1467		1419	49,2%

Gesamtinvestitionskosten

Gesamtinvestitionskosten:	EUR
Var.1 - Variante 1 - nur Dachdämmung	38214
Var.2 - Variante 2 - DD, Kollektor	43524
Var.3 - Variante 3 - DD,Koll,DF	43822
Var.4 - Variante 4 - DD,Koll,DF,Wand	49845
Var.5 - Variante 5 - nur Wanddämmung	3998
Var.6 - Variante 6 - nur Kollektoren	5950
Var.7 - Variante 7 - Brennwertheizung	9792
Var.8 - Variante 8 - DD,Koll,Wand,BW-Heiz	61562

Gesamtkosten der Energiesparmaßnahmen

Gesamtkosten der Energiesparmaßnahmen (ohne sowieso anfallende Kosten, Erhaltungsaufwand)

	EUR
Var.1 - Variante 1 - nur Dachdämmung	13199
Var.2 - Variante 2 - DD, Kollektor	18458
Var.3 - Variante 3 - DD,Koll,DF	18808
Var.4 - Variante 4 - DD,Koll,DF,Wand	22331
Var.5 - Variante 5 - nur Wanddämmung	3998
Var.6 - Variante 6 - nur Kollektoren	5950
Var.7 - Variante 7 - Brennwertheizung	9392
Var.8 - Variante 8 - DD,Koll,Wand,BW-Heiz	33423

Kosteneinsparung durch die Energiesparmaßnahmen

Gesamtkosteneinsparung in der Nutzungsdauer der Maßnahmen:

	EUR
Var.1 - Variante 1 - nur Dachdämmung	5730
Var.2 - Variante 2 - DD, Kollektor	3060
Var.3 - Variante 3 - DD,Koll,DF	-780
Var.4 - Variante 4 - DD,Koll,DF,Wand	7200
Var.5 - Variante 5 - nur Wanddämmung	6180
Var.6 - Variante 6 - nur Kollektoren	2080
Var.7 - Variante 7 - Brennwertheizung	-570
Var.8 - Variante 8 - DD,Koll,Wand,BW-Heiz	-4620

Mittlere Kosteneinsparung pro Jahr:

	EUR/a
Var.1 - Variante 1 - nur Dachdämmung	191
Var.2 - Variante 2 - DD, Kollektor	102
Var.3 - Variante 3 - DD,Koll,DF	-26
Var.4 - Variante 4 - DD,Koll,DF,Wand	240
Var.5 - Variante 5 - nur Wanddämmung	206
Var.6 - Variante 6 - nur Kollektoren	104
Var.7 - Variante 7 - Brennwertheizung	-19
Var.8 - Variante 8 - DD,Koll,Wand,BW-Heiz	-154

Fazit

Je nach Geldbeutel kann nun entschieden werden, welche Maßnahme umgesetzt wird oder nicht. Sinnvoll sind alle Maßnahmen, was sich auch bei der Amortisation widerspiegelt.

In allen Maßnahmen sind auch die Nebenkosten wie Gerüst und Architekt eingeflossen.

Die Kostenaufstellung hat aber keinen Vollständigkeitscharakter. Dies könnte nur eine Kostenschätzung eines Architekten von sich behaupten, wobei auch hier zu dem frühen Planungsstadium Unwägbarkeiten auftreten können.

Empfehlen würde ich das Paket 4. Hier sind alle sinnvollen Maßnahmen vereint.

Um auf den ENEC Standard zu kommen und höhere Zuschüsse von der KfW zu erlangen, ist es bei Ihrem Gebäude notwendig, auf einen Verbrauchswert von maximal

124,16 kWh/m²a

zu kommen. Bei der Variante 4 wird ein Wert von **189,33 kWh/m²a** erreicht.

Nach Berechnung der Variante 7 würde selbst ein Austausch der Heizung gegen eine Öl-Brennwertheizung Sinn machen, allerdings erst wenn der bestehende Kessel ohnehin ausgetauscht werden muss. Hier sollte man die Nutzungsdauer der jetzigen Heizung von noch ca. 8 Jahren ausnutzen. Bei einem starken Anstieg der Brennstoffkosten sollte der neue Kessel aber früher in Betracht gezogen werden.

Auch der zusätzliche Tausch des Kessels gegen eine Brennwertheizung würde den ENEC Wert nicht erreichen. Auch eine außenseitige Kellerdämmung verhilft nicht zum ENEC Standard.

Die Maßnahmen, die den ENEC Standard erreichen würden, ständen in keinem Verhältnis zu den durch die KfW Zuschüsse eingesparten Kosten.

Anhang - Brennstoffdaten

	Einheit	Heizwert kWh/Einheit	Brennwert kWh/Einheit
Heizöl EL	L	10,08	10,68
Strom	kWh	1,00	

	Arbeitspreis Cent/kWh	Arbeitspreis Cent/Einheit	Grundpreis Euro/Jahr	Lagerver- zinsung*
Heizöl EL	5,34	53,8		2,5%
Strom	13,00	13,0	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	0,643	0,227
Strom	3,0	683	1,111	0,583