

Energieberatungsbericht

Gebäude:

[REDACTED]
[REDACTED]

Auftraggeber:

[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]

Erstellt von:

Bauen & Energie
Joachim Schrader
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED] [REDACTED]
E-Mail: info@bauen-energie.info

Erstellt am:

30. Mai 2017

Allgemeine Angaben zum Gebäude

Objekt:



Beschreibung:

Gebäudetyp: freistehendes Einfamilienhaus
Baujahr: 1967
Wohneinheiten: 2

Beheiztes Volumen V_e : 459 m³

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

Nutzfläche A_N nach EnEV: 147 m²

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

Lüftung:

Das Gebäude wird mittels Fensterlüftung belüftet.

Nutzerverhalten:

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

mittlere Innentemperatur: 19,0 °C,
Luftwechselrate: 0,70 h⁻¹,
interne Wärmegevinne: 4938 kWh pro Jahr,
Warmwasser-Wärmebedarf: 1838 kWh pro Jahr.

Verbrauchsangaben:

Der Berechnung dieses Berichts wurde 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.

Den mittleren jährlichen Brennstoffverbrauch im aktuellen Zustand zeigt die nachfolgende Tabelle.

	berechneter Verbrauch	tatsächlicher Verbrauch
Heizöl EL	4.544 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	U _{max} KfW ^{**)} in W/m ² K
X	DA	Dachfläche	73,54	1,40	0,24	0,14
X	DA	Dachgaubenseiten	18,00	1,40	0,24	0,14
X	OG	Oberste Geschossdecke	31,20	0,70	0,24	0,14
X	WA	Außenwand	115,58	0,80	0,24	0,20
X	FA	Doppelverglasung	26,00	2,70	1,3	0,95
X	BK	Kellerdecke	83,20	1,00	0,30	0,25

*) 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. Ist die Dämmschichtdicke aus technischen Gründen begrenzt, so ist die höchstmögliche Dämmschichtdicke (bei einem Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit von $\lambda = 0,035 \text{ W/(mK)}$) einzubauen. Soweit Dämm-Materialien in Hohlräume eingeblasen oder Dämm-Materialien aus nachwachsenden Rohstoffen verwendet werden, ist ein Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit von $\lambda = 0,045 \text{ W/(mK)}$ einzuhalten. Ist die Glasdicke aus technischen Gründen begrenzt, so gilt für die Verglasung der Maximalwert von $1,30 \text{ W/m}^2\text{K}$.

**) Die Mindestanforderungen an U-Werte für KfW-Förderungen gelten nicht für KfW-Effizienzhäuser, sondern für die KfW-Förderung von Einzelmaßnahmen. Die Anforderungen Stand 06/2014 können jederzeit aktualisiert werden.

Für das Gebäude ergibt sich eine abgeschätzte Heizlast von 14 kW.

Anlagentechnik

Heizung:

Erzeugung	Zentrale Wärmeerzeugung Gebläsekessel - Baujahr vor 1995, 24 kW, Heizöl EL Kessel-Wirkungsgrad bei Volllast: 86,8 %
Verteilung	Auslegungstemperaturen 90/70 °C Dämmung der Leitungen: halbe EnEV Altbau-typischer Betrieb (kein hydraul. Abgleich, nicht optimierte Heizkurve) Umwälzpumpe nicht leistungsgeregelt
Übergabe	freie Heizfläche, Anordnung im Außenwandbereich Thermostatventil mit Auslegungsproportionalbereich 2 K

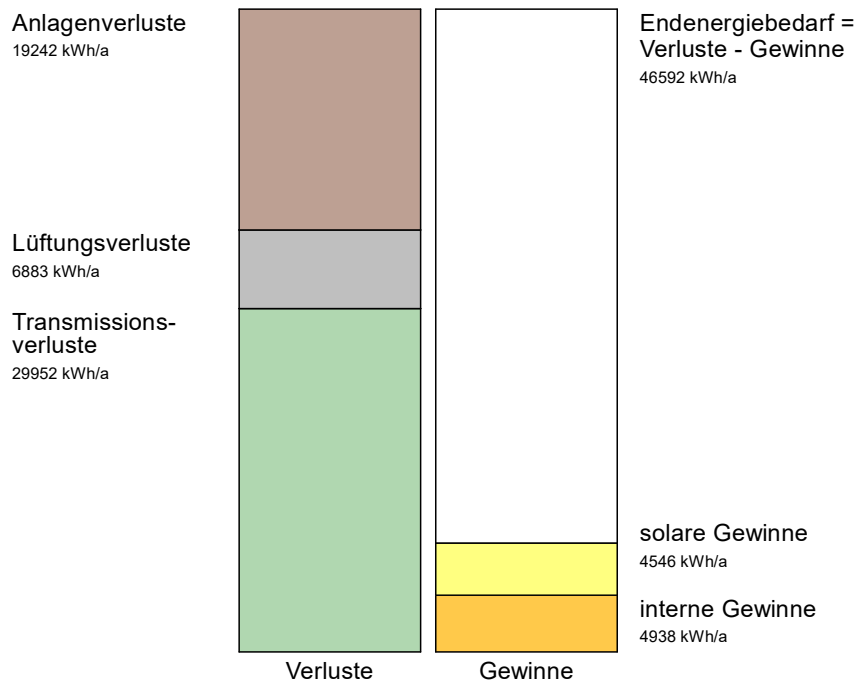
Warmwasser:

Erzeugung	Zentrale Warmwasserbereitung Gebläsekessel - Baujahr vor 1995, 24 kW, Heizöl EL
Speicherung	Indirekt beheizter Speicher - 200 Liter, Dämmung nach EnEV
Verteilung	Verteilung mit Zirkulation Dämmung der Leitungen: nach EnEV

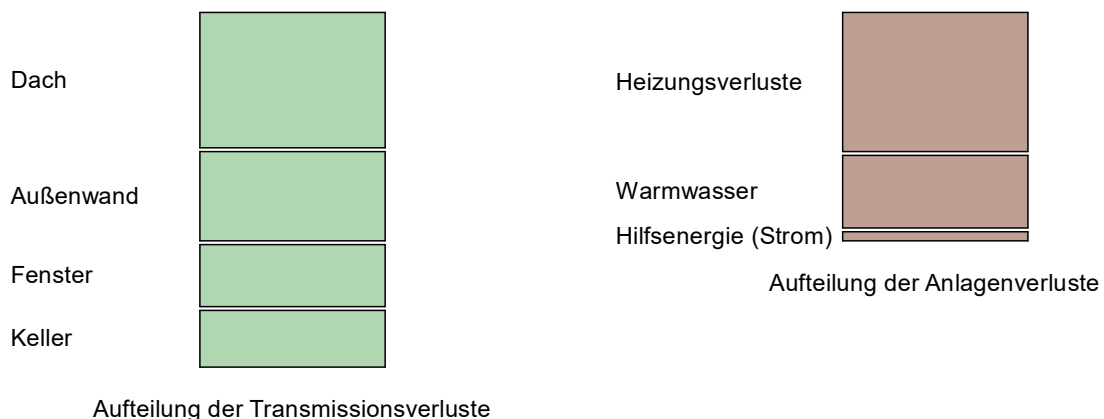
Energiebilanz

Energieverluste entstehen über die Gebäudehülle, durch den Luftwechsel sowie bei der Erzeugung und Bereitstellung der benötigten Energie.

In dem folgenden Diagramm ist die Energiebilanz für die Raumwärme 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 zurzeit die größten Einsparpotenziale in Ihrem Gebäude liegen.



Bewertung des Gebäudes

Die Gesamtbewertung des Gebäudes erfolgt aufgrund des jährlichen Primärenergiebedarfs pro m² Nutzfläche - zurzeit beträgt dieser 352 kWh/m²a.

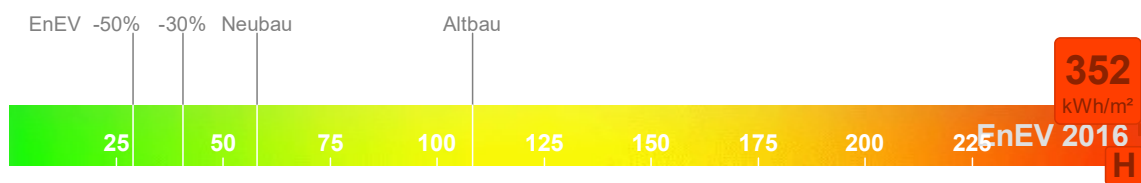
Gesamtbewertung

Primärenergiebedarf

Endenergiebedarf

Ist-Zustand: 352 kWh/m²a

Ist-Zustand: 317 kWh/m²a



Gebäudehülle

Heizwärmebedarf

Ist-Zustand: 186 kWh/m²a



Anlagentechnik

Anlagenverluste

Ist-Zustand: 154 kWh/m²a



Umweltwirkung

CO₂-Emission

Ist-Zustand: 97 kg/m²a



Vorschläge für die energetische Modernisierung Variante 1 : neue Fenster

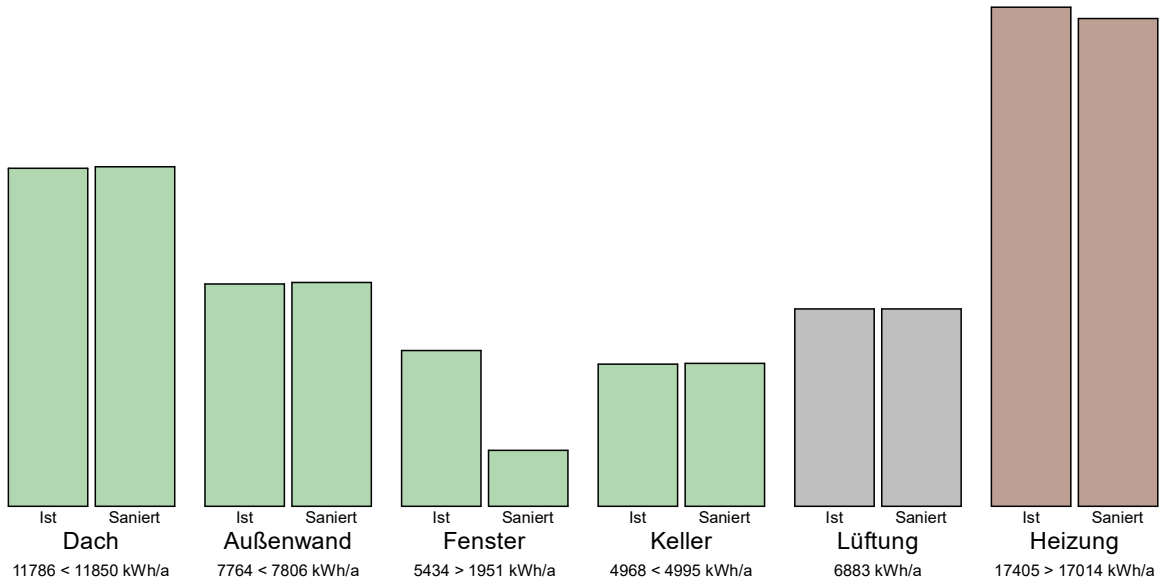
Modernisierung der Gebäudehülle

keine Maßnahme

Für das Gebäude ergibt sich eine abgeschätzte Heizlast von 13 kW.

Einsparung

Nach Umsetzung aller vorgeschlagenen Maßnahmen reduziert sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um 8 %. Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 46592 kWh/Jahr reduziert sich auf 42981 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 3611 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzerverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 1104 kg CO₂/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen sinkt der Primärenergiebedarf Ihres Gebäudes auf 325 kWh/m² pro Jahr. Der Primärenergiebedarf berücksichtigt auch die vorgelagerte Prozesskette für die Gewinnung, die Umwandlung und den Transport der eingesetzten Energieträger. Es ergibt sich die folgende Bewertung für das modernisierte Gebäude im Vergleich zum Ist-Zustand.

Gesamtbewertung

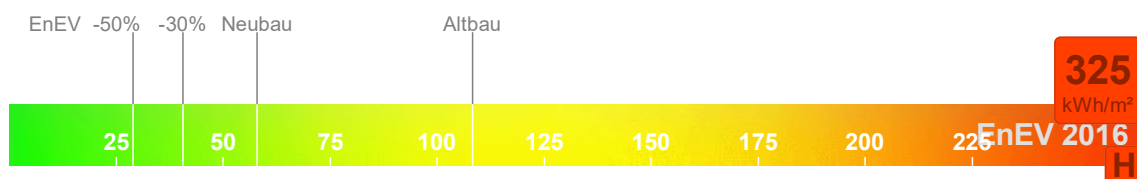
Brennstoff-Einsparung: 8 %

Primärenergiebedarf

Endenergiebedarf

Ist-Zustand: 352 kWh/m²a
Saniert: 325 kWh/m²a

Ist-Zustand: 317 kWh/m²a
Saniert: 292 kWh/m²a



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von :

Gesamtinvestitionen	:	9.100 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	:	7.800 EUR

Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	:	1.300 EUR
--	----------	------------------

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

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	: 50 EUR/Jahr	1.500 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	: <u>+ 2.676 EUR/Jahr</u>	<u>+ 80.280 EUR</u>
	: 2.726 EUR/Jahr	81.780 EUR
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	: 2.898 EUR/Jahr	86.940 EUR

Einsparung	:	172 EUR/Jahr	5.160 EUR
-------------------	----------	---------------------	------------------

Die Amortisationsdauer beträgt 7 Jahre.

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt :

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Istzustand	2.898 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	2.676 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	1,00 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	0,00 %
Interner Zinsfuß	16,90 %

Vorschläge für die energetische Modernisierung

Variante 2 : Variante 1 und Dach

Modernisierung der Gebäudehülle

Dach / oberste Decke: Wärmedämmung von oben, begehbar, 20cm
Zwischen- und Aufsparrendämmung 20cm, Sparrendach 1945-1960

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 _{max} KfW ^{**)} in W/m ² K
DA	Dachfläche - Zwischen- und Aufsparrendäm...	73,54	0,14	0,24	0,14
DA	Dachgaubenseiten - Zwischen- und Aufsparr...	18,00	0,14	0,24	0,14
OG	Oberste Geschossdecke - Wärmedämmung ...	31,20	0,13	0,24	0,14
WA	Außenwand	115,58	0,80	0,24	0,20
FA	Doppelverglasung	26,00	0,90	1,3	0,95
BK	Kellerdecke	83,20	1,00	0,30	0,25

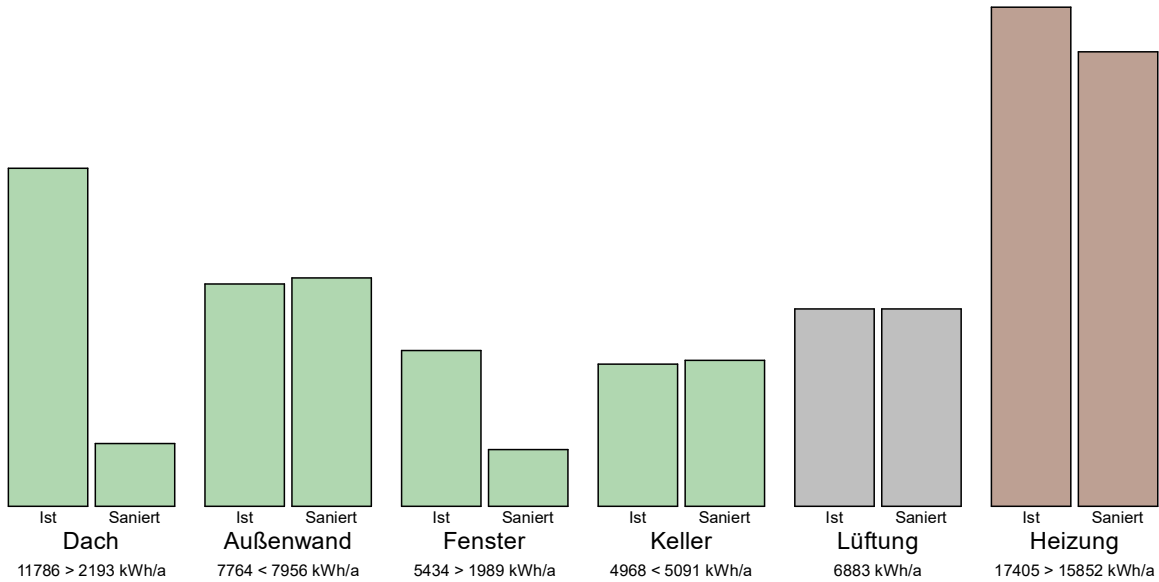
*) Als U-Wert (früher k-Wert) wird der Wärmedurchgangskoeffizient eines Bauteils bezeichnet. Bei Änderungen von Bauteilen an bestehenden Gebäuden muss der von der EnEV vorgegebene maximale U-Wert eingehalten werden. Die angegebenen Maximalwerte gelten für Dämmungen auf der kalten Außenseite. Ist die Dämmschichtdicke aus technischen Gründen begrenzt, so ist die höchstmögliche Dämmschichtdicke (bei einem Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit von $\lambda = 0,035 \text{ W/(mK)}$) einzubauen. Soweit Dämm-Materialien in Hohlräume eingeblasen oder Dämm-Materialien aus nachwachsenden Rohstoffen verwendet werden, ist ein Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit von $\lambda = 0,045 \text{ W/(mK)}$ einzuhalten. Ist die Glasdicke aus technischen Gründen begrenzt, so gilt für die Verglasung der Maximalwert von $1,30 \text{ W/m}^2\text{K}$.

***) Die Mindestanforderungen an U-Werte für KfW-Förderungen gelten nicht für KfW-Effizienzhäuser, sondern für die KfW-Förderung von Einzelmaßnahmen. Die Anforderungen Stand 06/2014 können jederzeit aktualisiert werden.

Für das Gebäude ergibt sich eine abgeschätzte Heizlast von 9 kW.

Einsparung

Nach Umsetzung aller vorgeschlagenen Maßnahmen reduziert sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um 29 %. Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 46592 kWh/Jahr reduziert sich auf 32998 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 13593 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzerverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 4157 kg CO₂/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen sinkt der Primärenergiebedarf Ihres Gebäudes auf 250 kWh/m² pro Jahr. Der Primärenergiebedarf berücksichtigt auch die vorgelagerte Prozesskette für die Gewinnung, die Umwandlung und den Transport der eingesetzten Energieträger. Es ergibt sich die folgende Bewertung für das modernisierte Gebäude im Vergleich zum Ist-Zustand.

Gesamtbewertung

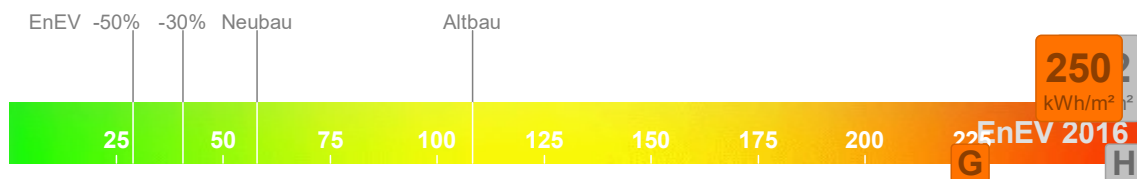
Brennstoff-Einsparung: 29 %

Primärenergiebedarf

Endenergiebedarf

Ist-Zustand: 352 kWh/m²a
Saniert: 250 kWh/m²a

Ist-Zustand: 317 kWh/m²a
Saniert: 224 kWh/m²a



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von :

Gesamtinvestitionen	:	69.711 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	:	60.870 EUR

Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	:	8.841 EUR
--	----------	------------------

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

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	: 343 EUR/Jahr	10.290 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	: <u>+ 2.061 EUR/Jahr</u>	<u>+ 61.830 EUR</u>
	: 2.404 EUR/Jahr	72.120 EUR
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	: 2.898 EUR/Jahr	86.940 EUR

Einsparung	:	494 EUR/Jahr	14.820 EUR
-------------------	----------	---------------------	-------------------

Die Amortisationsdauer beträgt 12 Jahre.

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt :

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Istzustand	2.898 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	2.062 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	1,00 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	0,00 %
Interner Zinsfuß	8,68 %

Vorschläge für die energetische Modernisierung

Variante 3 : Variante 2 und Lüftung

Modernisierung der Gebäudehülle

Dach / oberste Decke: Wärmedämmung von oben, begehbar, 20cm
Zwischen- und Aufsparrendämmung 20cm, Sparrendach 1945-1960

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 _{max} KfW ^{**)} in W/m ² K
DA	Dachfläche - Zwischen- und Aufsparrendäm...	73,54	0,14	0,24	0,14
DA	Dachgaubenseiten - Zwischen- und Aufsparr...	18,00	0,14	0,24	0,14
OG	Oberste Geschossdecke - Wärmedämmung ...	31,20	0,13	0,24	0,14
WA	Außenwand	115,58	0,80	0,24	0,20
FA	Doppelverglasung	26,00	0,90	1,3	0,95
BK	Kellerdecke	83,20	1,00	0,30	0,25

*) 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. Ist die Dämmschichtdicke aus technischen Gründen begrenzt, so ist die höchstmögliche Dämmschichtdicke (bei einem Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit von $\lambda = 0,035 \text{ W/(mK)}$) einzubauen. Soweit Dämm-Materialien in Hohlräume eingeblasen oder Dämm-Materialien aus nachwachsenden Rohstoffen verwendet werden, ist ein Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit von $\lambda = 0,045 \text{ W/(mK)}$ einzuhalten. Ist die Glasdicke aus technischen Gründen begrenzt, so gilt für die Verglasung der Maximalwert von $1,30 \text{ W/m}^2\text{K}$.

**) Die Mindestanforderungen an U-Werte für KfW-Förderungen gelten nicht für KfW-Effizienzhäuser, sondern für die KfW-Förderung von Einzelmaßnahmen. Die Anforderungen Stand 06/2014 können jederzeit aktualisiert werden.

Für das Gebäude ergibt sich eine abgeschätzte Heizlast von 8 kW.

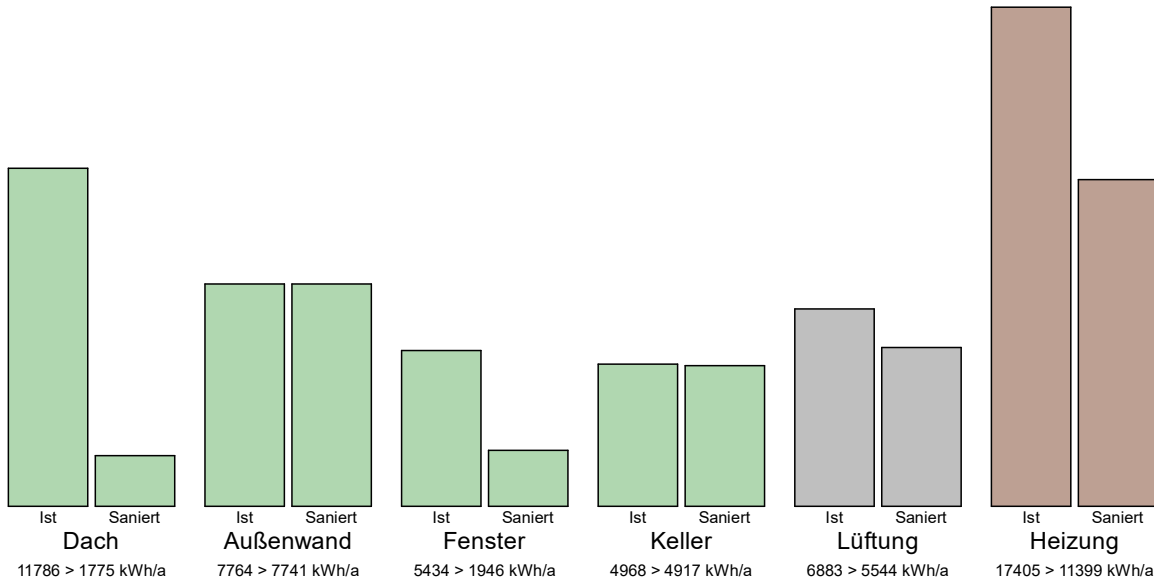
Modernisierung der Anlagentechnik

Heizung:

Erzeugung	Zentrale Wärmeerzeugung Gebläsekessel - Baujahr vor 1995, 24 kW, Heizöl EL Kessel-Wirkungsgrad bei Volllast: 86,8 %
Verteilung	Auslegungstemperaturen 90/70°C Dämmung der Leitungen: halbe EnEV Altbau-typischer Betrieb (kein hydraul. Abgleich, nicht optimierte Heizkurve) Umwälzpumpe nicht leistungsgeregelt
Übergabe	freie Heizfläche, Anordnung im Außenwandbereich Thermostatventil mit Auslegungsproportionalbereich 2 K
Lüftungsanlage	dezentrale Lüftungsanlage mit Abluft/Zuluft-Wärmeübertrager (Wärmerückgewinnung) Wärmebereitstellungsgrad 90 %

Einsparung

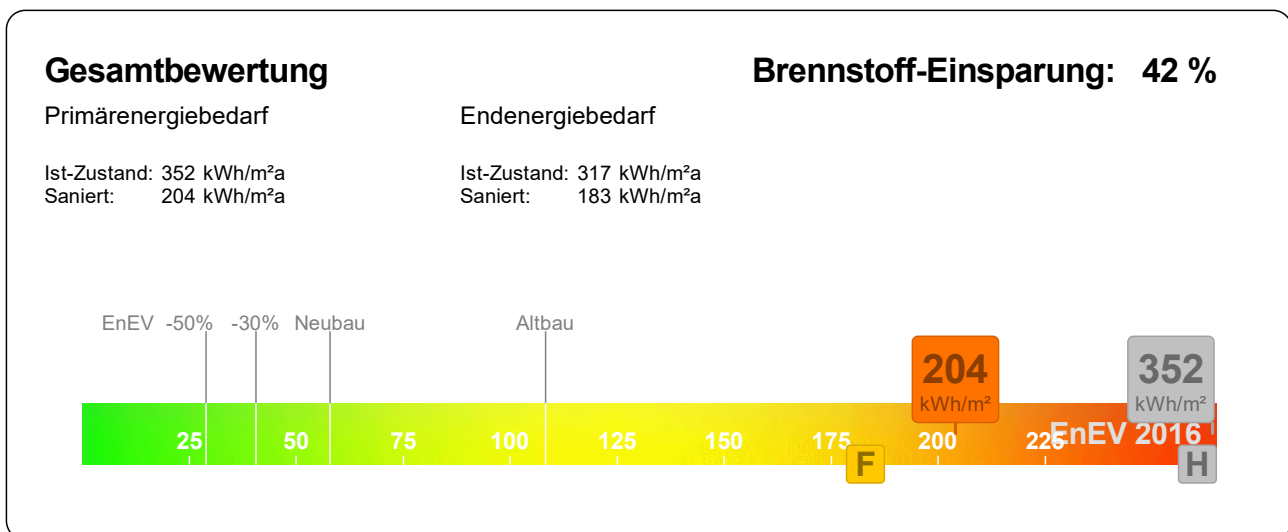
Nach Umsetzung aller vorgeschlagenen Maßnahmen reduziert sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um 42 %. Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 46592 kWh/Jahr reduziert sich auf 26896 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 19696 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzerverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 6017 kg CO₂/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen sinkt der Primärenergiebedarf Ihres Gebäudes auf 204 kWh/m² pro Jahr. Der Primärenergiebedarf berücksichtigt auch die vorgelagerte Prozesskette für die Gewinnung, die Umwandlung und den Transport der eingesetzten Energieträger. Es ergibt sich die folgende Bewertung für das modernisierte Gebäude im Vergleich zum Ist-Zustand.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von :

Gesamtinvestitionen	:	61.211 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	:	63.870 EUR

Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	:	-2.659 EUR
--	----------	-------------------

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

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	: 93 EUR/Jahr	2.790 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	: <u>+ 1.689 EUR/Jahr</u>	<u>+ 50.670 EUR</u>
	: 1.782 EUR/Jahr	53.460 EUR
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	: 2.898 EUR/Jahr	86.940 EUR

Einsparung	:	1.116 EUR/Jahr	33.480 EUR
-------------------	----------	-----------------------	-------------------

Die Amortisationsdauer beträgt 1 Jahre.

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt :

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Istzustand	2.898 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	1.689 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	1,00 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	0,00 %
Interner Zinsfuß	- %

Vorschläge für die energetische Modernisierung Variante 4 : V3 und Wärmepumpe sowie FBH

Modernisierung der Gebäudehülle

Außenwände: Wärmedämmverbundsystem, 14cm

Dach / oberste Decke: Wärmedämmung von oben, begehbar, 20cm
Zwischen- und Aufsparrendämmung 20cm, Sparrendach 1945-1960

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 _{max} KfW ^{**)} in W/m ² K
DA	Dachfläche - Zwischen- und Aufsparrendäm...	73,54	0,14	0,24	0,14
DA	Dachgaubenseiten - Zwischen- und Aufsparr...	18,00	0,14	0,24	0,14
OG	Oberste Geschossdecke - Wärmedämmung ...	31,20	0,13	0,24	0,14
WA	Außenwand	115,58	0,80	0,24	0,20
FA	Doppelverglasung	26,00	0,90	1,3	0,95
BK	Kellerdecke	83,20	1,00	0,30	0,25

*) 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. Ist die Dämmschichtdicke aus technischen Gründen begrenzt, so ist die höchstmögliche Dämmschichtdicke (bei einem Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit von $\lambda = 0,035 \text{ W/(mK)}$) einzubauen. Soweit Dämm-Materialien in Hohlräume eingeblasen oder Dämm-Materialien aus nachwachsenden Rohstoffen verwendet werden, ist ein Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit von $\lambda = 0,045 \text{ W/(mK)}$ einzuhalten. Ist die Glasdicke aus technischen Gründen begrenzt, so gilt für die Verglasung der Maximalwert von $1,30 \text{ W/m}^2\text{K}$.

**) Die Mindestanforderungen an U-Werte für KfW-Förderungen gelten nicht für KfW-Effizienzhäuser, sondern für die KfW-Förderung von Einzelmaßnahmen. Die Anforderungen Stand 06/2014 können jederzeit aktualisiert werden.

Für das Gebäude ergibt sich eine abgeschätzte Heizlast von 8 kW.

Modernisierung der Anlagentechnik

Heizung:

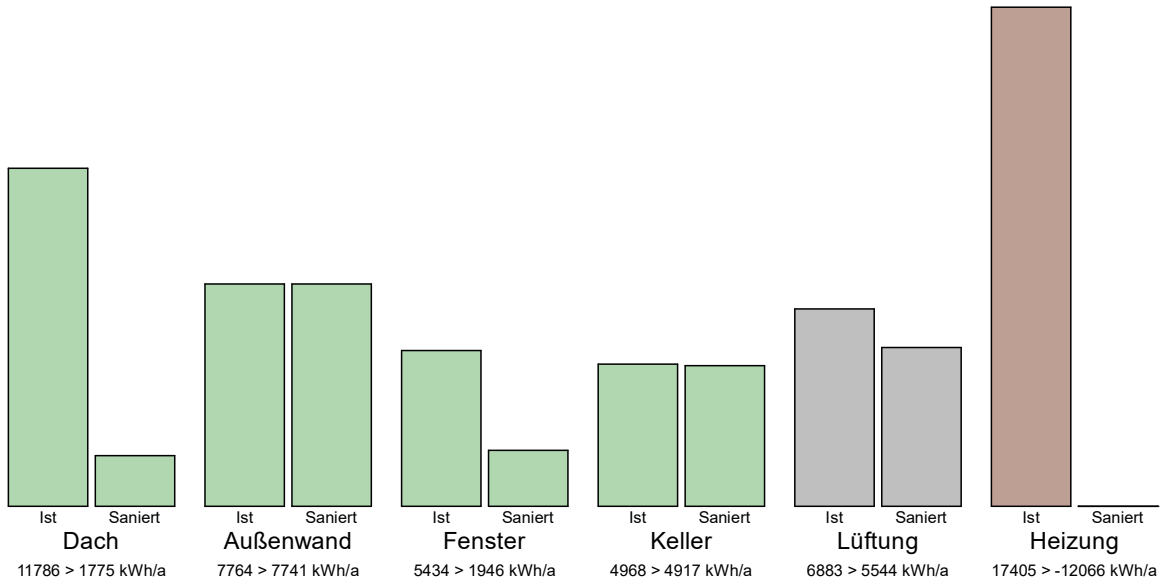
Erzeugung	Zentrale Wärmeerzeugung Sole-Wasser-Wärmepumpe - Strom (Sondertarif) Jahresarbeitszahl: 5,4 VAILLANT - geoTHERM exclusiv VWS 103/3
Verteilung	Auslegungstemperaturen 35/28°C Dämmung der Leitungen: doppelte EnEV optimierter Betrieb (optimale Heizkurve, hydraul. Abgleich) Umwälzpumpe leistungsgeregelt
Übergabe	Flächenheizung (z.B. Fußbodenheizung) Einzelraumregelung mit Zweipunktregler 2 K Schaltdifferenz
Lüftungsanlage	dezentrale Lüftungsanlage mit Abluft/Zuluft-Wärmeübertrager (Wärmerückgewinnung) Wärmebereitstellungsgrad 90 %

Warmwasser:

Erzeugung	Zentrale Warmwasserbereitung Warmwassererzeugung über die Heizungsanlage
Speicherung	Indirekt beheizter Speicher - 200 Liter, Dämmung nach EnEV
Verteilung	Verteilung mit Zirkulation Dämmung der Leitungen: doppelte EnEV

Einsparung

Nach Umsetzung aller vorgeschlagenen Maßnahmen reduziert sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um 93 %. Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 46592 kWh/Jahr reduziert sich auf 3431 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 43161 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzerverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 12159 kg CO₂/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen sinkt der Primärenergiebedarf Ihres Gebäudes auf 42 kWh/m² pro Jahr. Der Primärenergiebedarf berücksichtigt auch die vorgelagerte Prozesskette für die Gewinnung, die Umwandlung und den Transport der eingesetzten Energieträger. Es ergibt sich die folgende Bewertung für das modernisierte Gebäude im Vergleich zum Ist-Zustand.

Gesamtbewertung

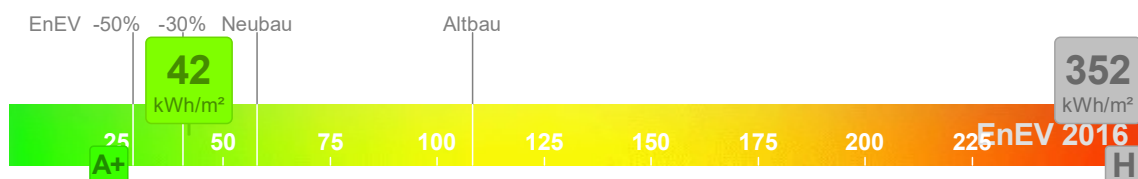
Brennstoff-Einsparung: 93 %

Primärenergiebedarf

Endenergiebedarf

Ist-Zustand: 352 kWh/m²a
Saniert: 42 kWh/m²a

Ist-Zustand: 317 kWh/m²a
Saniert: 23 kWh/m²a



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von :

Gesamtinvestitionen	:	96.647 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	:	84.005 EUR

Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	:	12.642 EUR
--	----------	-------------------

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

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	: 1.524 EUR/Jahr	45.720 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	: <u>+ 542 EUR/Jahr</u>	<u>+ 16.260 EUR</u>
	: 2.066 EUR/Jahr	61.980 EUR
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	: 2.898 EUR/Jahr	86.940 EUR

Einsparung	:	832 EUR/Jahr	24.960 EUR
-------------------	----------	---------------------	-------------------

Die Amortisationsdauer beträgt 19 Jahre.

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt :

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Istzustand	2.898 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	542 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	1,00 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	0,00 %
Interner Zinsfuß	13,11 %

Vorschläge für die energetische Modernisierung

Variante 5 : V4 und WDVS = KfW 100

Modernisierung der Gebäudehülle

Außenwände: Wärmedämmverbundsystem, 16cm

Dach / oberste Decke: Wärmedämmung von oben, begehbar, 20cm
Zwischen- und Aufsparrendämmung 20cm, Sparrendach 1945-1960

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 _{max} KfW ^{**)} in W/m ² K
DA	Dachfläche - Zwischen- und Aufsparrendäm...	73,54	0,14	0,24	0,14
DA	Dachgaubenseiten - Zwischen- und Aufsparr...	18,00	0,14	0,24	0,14
OG	Oberste Geschossdecke - Wärmedämmung ...	31,20	0,13	0,24	0,14
WA	Außenwand - Wärmedämmverbundsystem, ...	115,58	0,16	0,24	0,20
FA	Doppelverglasung	26,00	0,90	1,3	0,95
BK	Kellerdecke	83,20	1,00	0,30	0,25

*) 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. Ist die Dämmschichtdicke aus technischen Gründen begrenzt, so ist die höchstmögliche Dämmschichtdicke (bei einem Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit von $\lambda = 0,035 \text{ W/(mK)}$) einzubauen. Soweit Dämm-Materialien in Hohlräume eingeblasen oder Dämm-Materialien aus nachwachsenden Rohstoffen verwendet werden, ist ein Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit von $\lambda = 0,045 \text{ W/(mK)}$ einzuhalten. Ist die Glasdicke aus technischen Gründen begrenzt, so gilt für die Verglasung der Maximalwert von $1,30 \text{ W/m}^2\text{K}$.

**) Die Mindestanforderungen an U-Werte für KfW-Förderungen gelten nicht für KfW-Effizienzhäuser, sondern für die KfW-Förderung von Einzelmaßnahmen. Die Anforderungen Stand 06/2014 können jederzeit aktualisiert werden.

Für das Gebäude ergibt sich eine abgeschätzte Heizlast von 6 kW.

Modernisierung der Anlagentechnik

Heizung:

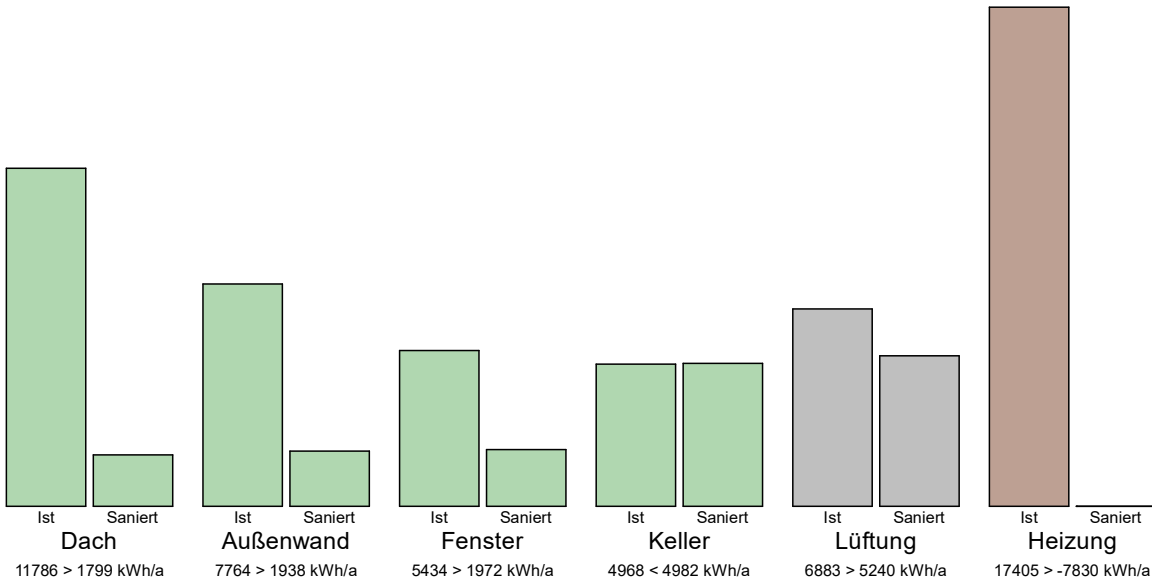
Erzeugung	Zentrale Wärmeerzeugung Sole-Wasser-Wärmepumpe - Strom (Sondertarif) Jahresarbeitszahl: 5,4 VAILLANT - geoTHERM exclusiv VWS 103/3
Verteilung	Auslegungstemperaturen 35/28°C Dämmung der Leitungen: doppelte EnEV optimierter Betrieb (optimale Heizkurve, hydraul. Abgleich) Umwälzpumpe leistungsgeregelt
Übergabe	Flächenheizung (z.B. Fußbodenheizung) Einzelraumregelung mit Zweipunktregler 2 K Schaltdifferenz
Lüftungsanlage	dezentrale Lüftungsanlage mit Abluft/Zuluft-Wärmeübertrager (Wärmerückgewinnung) Wärmebereitstellungsgrad 90 %

Warmwasser:

Erzeugung	Zentrale Warmwasserbereitung Warmwassererzeugung über die Heizungsanlage
Speicherung	Indirekt beheizter Speicher - 200 Liter, Dämmung nach EnEV
Verteilung	Verteilung mit Zirkulation Dämmung der Leitungen: doppelte EnEV

Einsparung

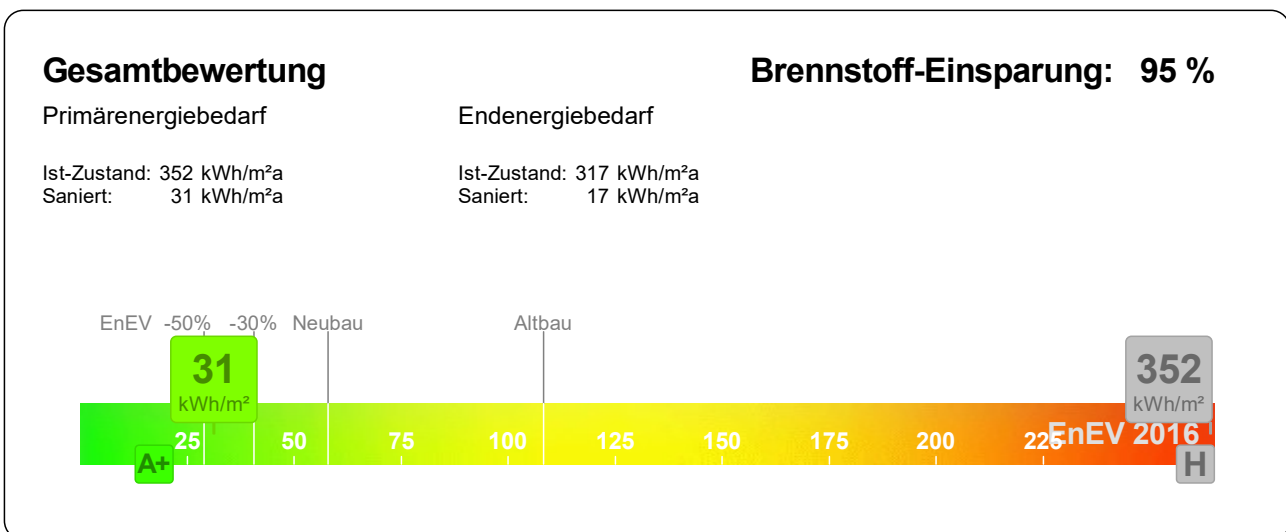
Nach Umsetzung aller vorgeschlagenen Maßnahmen reduziert sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um 95 %. Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 46592 kWh/Jahr reduziert sich auf 2547 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 44044 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzerverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 12719 kg CO₂/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen sinkt der Primärenergiebedarf Ihres Gebäudes auf 31 kWh/m² pro Jahr. Der Primärenergiebedarf berücksichtigt auch die vorgelagerte Prozesskette für die Gewinnung, die Umwandlung und den Transport der eingesetzten Energieträger. Es ergibt sich die folgende Bewertung für das modernisierte Gebäude im Vergleich zum Ist-Zustand.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von :

Gesamtinvestitionen	:	98.226 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	:	87.114 EUR

Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	:	11.112 EUR
--	----------	-------------------

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

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	: 1.465 EUR/Jahr	43.950 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	: <u>+ 426 EUR/Jahr</u>	<u>+ 12.780 EUR</u>
	: 1.891 EUR/Jahr	56.730 EUR
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	: 2.898 EUR/Jahr	86.940 EUR

Einsparung	:	1.007 EUR/Jahr	30.210 EUR
-------------------	----------	-----------------------	-------------------

Die Amortisationsdauer beträgt 17 Jahre.

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt :

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Istzustand	2.898 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	426 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	1,00 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	0,00 %
Interner Zinsfuß	17,84 %

Vorschläge für die energetische Modernisierung

Variante 6 : V5 + KG-Decke unten = KFW 55

Modernisierung der Gebäudehülle

Außenwände: Wärmedämmverbundsystem, 16cm

Dach / oberste Decke: Wärmedämmung von oben, begehbar, 20cm
Zwischen- und Aufsparrendämmung 20cm, Sparrendach 1945-1960

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 _{max} KfW ^{**)} in W/m ² K
DA	Dachfläche - Zwischen- und Aufsparrendäm...	73,54	0,14	0,24	0,14
DA	Dachgaubenseiten - Zwischen- und Aufsparr...	18,00	0,14	0,24	0,14
OG	Oberste Geschossdecke - Wärmedämmung ...	31,20	0,13	0,24	0,14
WA	Außenwand - Wärmedämmverbundsystem, ...	115,58	0,16	0,24	0,20
FA	Doppelverglasung	26,00	0,90	1,3	0,95
BK	Kellerdecke	83,20	0,21	0,30	0,25

*) 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. Ist die Dämmschichtdicke aus technischen Gründen begrenzt, so ist die höchstmögliche Dämmschichtdicke (bei einem Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit von $\lambda = 0,035 \text{ W/(mK)}$) einzubauen. Soweit Dämm-Materialien in Hohlräume eingeblasen oder Dämm-Materialien aus nachwachsenden Rohstoffen verwendet werden, ist ein Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit von $\lambda = 0,045 \text{ W/(mK)}$ einzuhalten. Ist die Glasdicke aus technischen Gründen begrenzt, so gilt für die Verglasung der Maximalwert von $1,30 \text{ W/m}^2\text{K}$.

***) Die Mindestanforderungen an U-Werte für KfW-Förderungen gelten nicht für KfW-Effizienzhäuser, sondern für die KfW-Förderung von Einzelmaßnahmen. Die Anforderungen Stand 06/2014 können jederzeit aktualisiert werden.

Für das Gebäude ergibt sich eine abgeschätzte Heizlast von 5 kW.

Modernisierung der Anlagentechnik

Heizung:

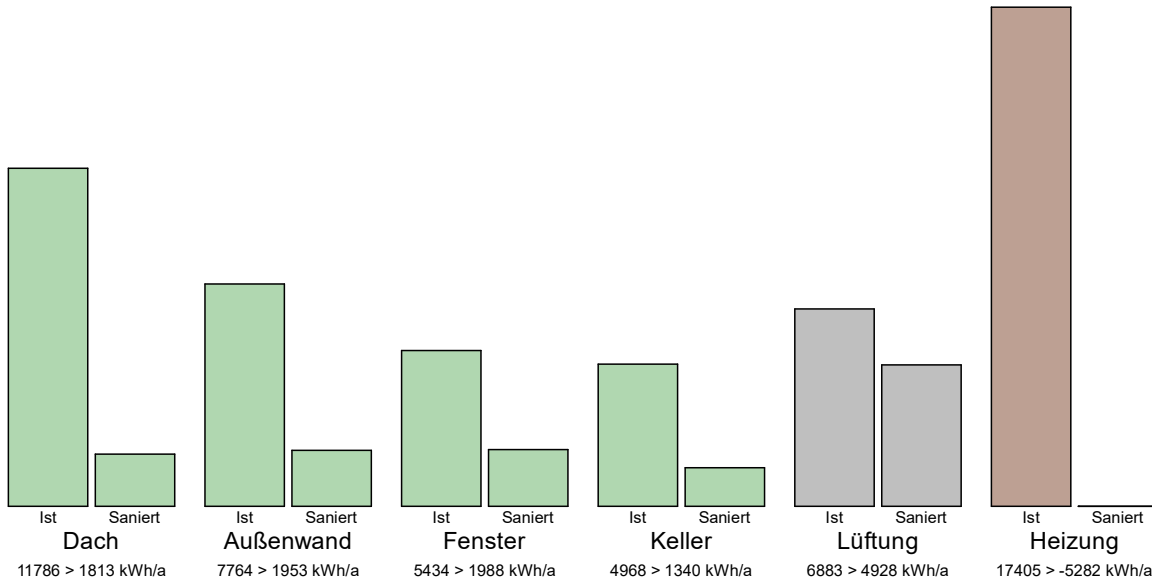
Erzeugung	Zentrale Wärmeerzeugung Sole-Wasser-Wärmepumpe - Strom (Sondertarif) Jahresarbeitszahl: 5,4 VAILLANT - geoTHERM exclusiv VWS 103/3
Verteilung	Auslegungstemperaturen 35/28°C Dämmung der Leitungen: doppelte EnEV optimierter Betrieb (optimale Heizkurve, hydraul. Abgleich) Umwälzpumpe leistungsgeregelt
Übergabe	Flächenheizung (z.B. Fußbodenheizung) Einzelraumregelung mit Zweipunktregler 2 K Schaltdifferenz
Lüftungsanlage	dezentrale Lüftungsanlage mit Abluft/Zuluft-Wärmeübertrager (Wärmerückgewinnung) Wärmebereitstellungsgrad 90 %

Warmwasser:

Erzeugung	Zentrale Warmwasserbereitung
Speicherung	Warmwassererzeugung über die Heizungsanlage
Verteilung	Indirekt beheizter Speicher - 200 Liter, Dämmung nach EnEV
	Verteilung mit Zirkulation
	Dämmung der Leitungen: doppelte EnEV

Einsparung

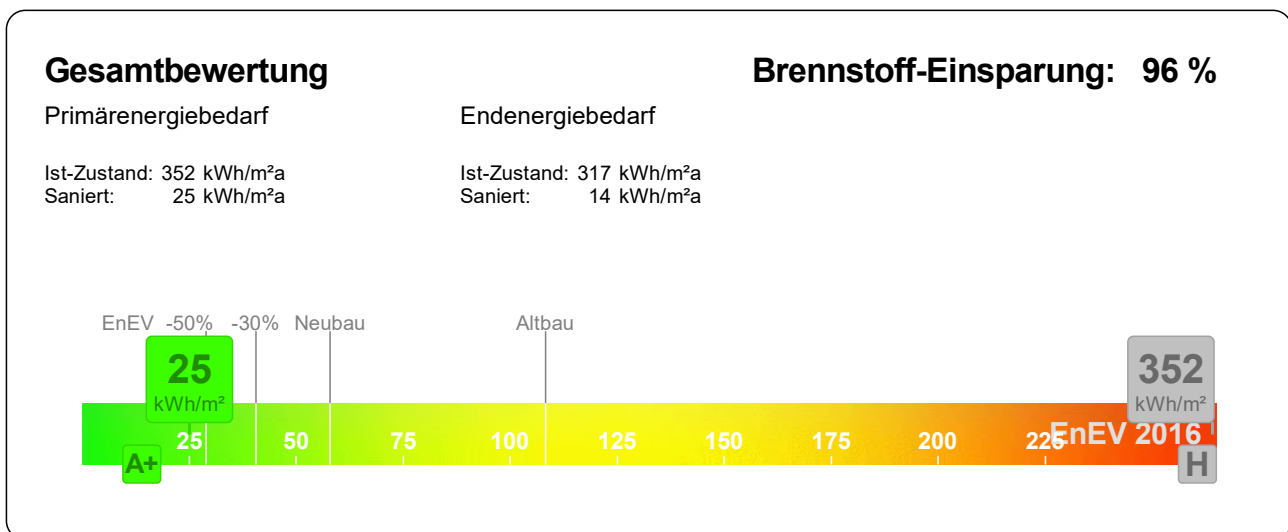
Nach Umsetzung aller vorgeschlagenen Maßnahmen reduziert sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um 96 %. Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 46592 kWh/Jahr reduziert sich auf 2047 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 44545 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzerverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 13036 kg CO₂/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen sinkt der Primärenergiebedarf Ihres Gebäudes auf 25 kWh/m² pro Jahr. Der Primärenergiebedarf berücksichtigt auch die vorgelagerte Prozesskette für die Gewinnung, die Umwandlung und den Transport der eingesetzten Energieträger. Es ergibt sich die folgende Bewertung für das modernisierte Gebäude im Vergleich zum Ist-Zustand.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von :

Gesamtinvestitionen	:	92.788 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	:	97.930 EUR

Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	:	-5.142 EUR
--	----------	-------------------

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

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	: 835 EUR/Jahr	25.050 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	: <u>+ 361 EUR/Jahr</u>	<u>+ 10.830 EUR</u>
	: 1.196 EUR/Jahr	35.880 EUR
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	: 2.898 EUR/Jahr	86.940 EUR

Einsparung	:	1.702 EUR/Jahr	51.060 EUR
-------------------	----------	-----------------------	-------------------

Die Amortisationsdauer beträgt 1 Jahre.

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt :

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Istzustand	2.898 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	361 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	1,00 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50 %
Teuerungsrate für Brennstoff	0,00 %
Interner Zinsfuß	- %

Zusammenfassung der Ergebnisse

Schadstoff-Emissionen

CO₂-Emissionen

CO₂-Emissionen:

Ist-Zustand

Var.1 - neue Fenster

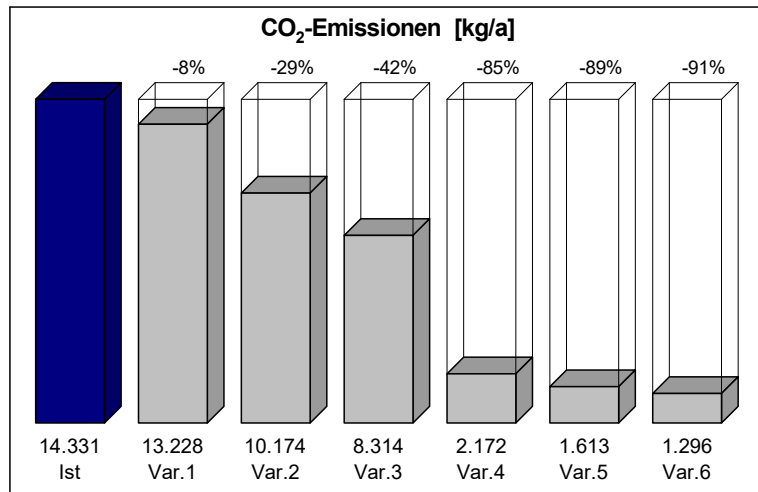
Var.2 - Variante 1 und Dach

Var.3 - Variante 2 und Lüftung

Var.4 - V3 und Wärmepumpe sowie ...

Var.5 - V4 und WDVS = KFW 100

Var.6 - V5 + KG-Decke unten = KF...



Kosten / Wirtschaftlichkeit

Brennstoffkosten

Brennstoffkosten:

Ist-Zustand

Var.1 - neue Fenster

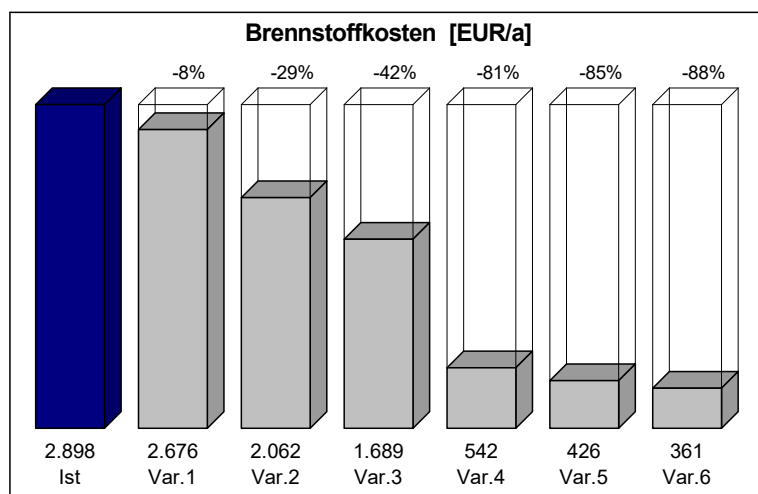
Var.2 - Variante 1 und Dach

Var.3 - Variante 2 und Lüftung

Var.4 - V3 und Wärmepumpe sowie ...

Var.5 - V4 und WDVS = KFW 100

Var.6 - V5 + KG-Decke unten = KF...

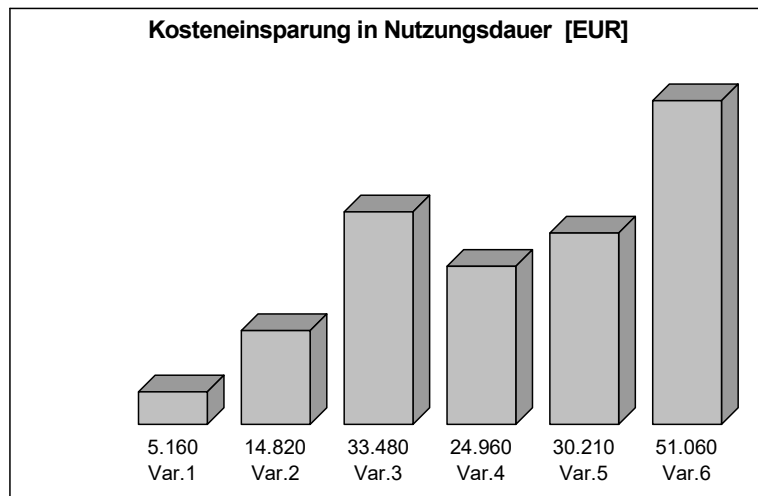


(Brennstoffdaten siehe Anhang)

Kosteneinsparung durch die Energiesparmaßnahmen

Kosteneinsparung in Nutzungsdauer:

- Var.1 - neue Fenster
- Var.2 - Variante 1 und Dach
- Var.3 - Variante 2 und Lüftung
- Var.4 - V3 und Wärmepumpe sowie ...
- Var.5 - V4 und WDVS = KFW 100
- Var.6 - V5 + KG-Decke unten = KF...



Anhang - Brennstoffdaten

	Einheit	Heizwert H _i kWh/Einheit	Brennwert H _s kWh/Einheit	Verhältnis H _s /H _i *
Heizöl EL	L	10,08	10,68	1,06
Strom	kWh	1,00		
Strom (Sondertarif)	kWh	1,00		

* Bitte beachten: In der EnEV-Berechnung für den Wohnungsbau nach DIN 4108-6 / DIN 4701-10 sind die Endenergiewerte auf den Heizwert bezogen - in der Berechnung nach DIN 18599 hingegen auf den Brennwert. Standardwerte für das Verhältnis H_s/H_i aus DIN 18599-1 Anhang B.

	Arbeitspreis Cent/kWh	Arbeitspreis Cent/Einheit	Grundpreis Euro/Jahr	Lagerver- zinsung**
Heizöl EL	5,92	59,7		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	CO ₂ - Emissionen g/kWh	SO ₂ - Emissionen g/kWh	NO _x - Emissionen g/kWh
Heizöl EL	1,1	302	0,455	0,227
Strom	1,8	633	1,111	0,583
Strom (Sondertarif)	1,8	633	1,111	0,583