

Energieberatungsbericht



Gebäude: Franz-Kölbl-Weg 1
82515 Wolfratshausen

Auftraggeber: Landratsamt Bad Tölz
Herr Landrat Josef Niedermaier
Prof.-Max-Lange-Platz 1
83646 Bad Tölz

Erstellt von: Bayern Facility Management GmbH
Dipl.-Ing. (FH) Eckhart Seifart, Energieberater

Arnulfstraße 50
80335 München

Tel.: 089 / 44 233 37 82
Fax: 089 / 44 233 637 82
E-Mail: eckhart.seifart@bayernfm.de

Erstellt am: 8. März 2010

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	3
1.1 Ausgangssituation.....	3
2. Ist-Zustand	3
2.1 Beschreibung	3
2.2. Grunddaten / Gebäude	3
2.3 Berechnungsgrundlagen	4
2.4 Fenster.....	4
2.5 Wärmebrücken.....	4
2.6 Verbrauchsangaben.....	4
2.7 Gebäudehülle Ist-Zustand.....	5
2.8 Anlagentechnik	5
2.9 Warmwasser:	5
2.10 Energiebilanz	6
2.11 Bewertung des Gebäudes.....	7
3. Variante 1 : Vorschläge für die energetische Modernisierung	8
3.1 Variante 1 - Gebäudehülle - Wärmedämmung Außenwand.....	8
3.2 Variante 1 - Modernisierung der Anlagentechnik	8
3.3 Variante 1 - Modernisierung – Energiebedarf Darstellung	9
4. Variante 2 : Vorschläge für die energetische Modernisierung	10
4.1 Variante 2 - Gebäudehülle - Wärmedämmung auf oberste Geschoßdecke...	10
4.2 Variante 2 - Modernisierung der Anlagentechnik	10
4.3 Variante 2 - Modernisierung – Energiebedarf Darstellung	11
5. Variante 3 : Vorschläge für die energetische Modernisierung	12
5.1 Variante 3 - Gebäudehülle bleibt unverändert, Modernisierung der Anlagentechnik	12
5.2 Variante 3 - Modernisierung der Anlagentechnik	12
5.3 Variante 3 - Modernisierung – Energiebedarf Darstellung	13
6. Variante 4 : Vorschläge für die energetische Modernisierung	14
6.1 Variante 4 - Gebäudehülle - Wärmedämmung Außenwand und Wärme- dämmung auf oberste Geschoßdecke	14
6.2 Variante 4 - Modernisierung der Anlagentechnik	14
6.3 Variante 4 - Modernisierung – Energiebedarf Darstellung	15
7. Variante 5 : Vorschläge für die energetische Modernisierung	16
7.1 Variante 5 - Gebäudehülle - Wärmedämmung Außenwand und auf oberste Geschossdecke und Modernisierung der Anlagentechnik	16
7.2 Variante 5 - Modernisierung der Anlagentechnik	16
7.3 Variante 5 - Modernisierung - Energiebedarf Darstellung	17
8. Zusammenfassung der Ergebnisse	18
8.1 Primärenergiebedarf	18
8.2 Endenergiebedarf.....	18
8.3 Nutzenergiebedarf.....	18
8.4 Anlagentechnische Verluste.....	19
8.5 Schadstoff-Emissionen	19
Anhang - Brennstoffdaten	21

1. Einleitung

1.1 Ausgangssituation

Der Landkreis Bad Tölz-Wolfratshausen unterstützt das Ziel der „Energiewende Oberland“, die Energieversorgung der eigenen Region bis 2035 vollständig aus eigenen Energiequellen zu decken.

Dieses Ziel soll erreicht werden durch verschiedene Maßnahmen:

- Reduzierung des Energieverbrauchs
- Einsatz von innovativer Technologien sowie
- Nachhaltig Nutzung der vorhandenen heimischen Ressourcen

Das aufzeigen der Reduzierung erfolgt in Form einer Bewertung des Ist-Zustandes mit der Auflistung von einzelnen Energieeinsparenden Maßnahmen die am Schluss mit einander zu verschiedenen Varianten kombiniert werden.

2. Ist-Zustand

2.1 Beschreibung

Bei dem Gebäude handelt es sich um das Hausmeisterhaus im Franz-Kölbl-Weg 1, in Wolfratshausen. Das eingeschossige Gebäude wurde 1956 in leichtbauweise errichtet. Das Spitzdach ist nicht ausgebaut und hat niedrigen Trempel in Höhe von ca. 80 cm, der mit einer Holzverschalung verkleidet ist.

Das Gebäude steht in einer halb offenen Ortsbebauung.

2.2. Grunddaten / Gebäude

Ort:	82515 Wolfratshausen	
Bundesland:	Bayern	
Gebäudetyp:	Wohngebäude	
Baujahr:	1956	
Nutzung:	Hausmeisterhaus	
Zonen:	3	
Personenzahl:	2	
Volumen:	$V_e =$	360 m ³
Hüllfläche:	$A =$	308 m ²
Kompaktheit:	$A/V =$	1,37 m ⁻¹
Energiebezugsfläche:	$A_N =$	--- m ²
Mittlere Raumhöhe:	$H =$	2,4 m
Luftvolumen:	$V_L =$	370 m ³
Luftwechsel:	$n =$	0,6 h ⁻¹

2.3 Berechnungsgrundlagen

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

Die Berechnung des Energiebedarfs wurden in Anlehnung an die DIN Normen (DIN 18599, DIN 13779) und die EnEV 2009 in der derzeit gültigen Fassung durchgeführt.

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

Zur Bewertung der thermischen Hülle wurden folgende Parameter zugrunde gelegt:

- im Ist-Zustand vorhandener Außenwandaufbau
- im Ist-Zustand vorhandene oberste Geschößdecke
- im Ist-Zustand vorhandener Dachaufbau
- Das Treppenhaus zum Keller ist gegenüber dem beheizten Bereich durch Türen getrennt

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 NGF.

2.4 Fenster

Die Fenster bestehen aus einer Kunststoffrahmenkonstruktion mit Wärmeschutzverglasung. Die Fensterkonstruktion hat einen U-Wert von ca. $1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ und wurde ca. 2008 eingebaut.

2.5 Wärmebrücken

Die Rahmenkonstruktion der Fensterelemente, mit Füllung, in Richtung Terrasse weist die Gefahr potentieller Wärmebrücken auf. Der Übergang von Mauerwerk zur Rahmenkonstruktion hat teilweise nicht die erforderliche Ausführungsqualität die notwendig ist. Dies gilt auch für den Anschluss der Außenwand an die Bodenplatte.

2.6 Verbrauchsangaben

Mit dem obigen Nutzerverhalten sind die Ergebnisse der Berechnung in genauer Übereinstimmung mit den Verbrauchswerten der letzten Jahre (Brennstoffdaten siehe Anhang).

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.

2.7 Gebäudehülle Ist-Zustand

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.

U-Wert-Übersicht der einzelnen Bauteile im momentan Zustand

	Typ	Bauteil	Fläche in m ²	U-Wert in W/m ² K	U _{max} EnEV* in W/m ² K
X	OG	Oberste Geschossdecke	99	0,40	0,24
X	OG	Dach	108	1,90	0,24
X	WA	Außenwand	116	2,10	0,24
X	FA	Isolierverglasung	20	1,30	1,30
X	BK	Kellerdecke	99	0,73	0,30

*) Als U-Wert (früher k-Wert) wird der Wärmedurchgangskoeffizient eines Bauteils bezeichnet. Bei Änderungen von Bauteilen an bestehenden Gebäuden muss der von der EnEV vorgegebene maximale U-Wert eingehalten werden. Die angegebenen Maximalwerte gelten für Dämmungen auf der kalten Außenseite. Bei Innendämmung erhöht sich der Maximalwert um 0,10 W/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.

2.8 Anlagentechnik

Das Hausmeisterhaus hat eine separate Heizungsanlage aus dem Jahr 1984. Der Ölbrenner wurde im Jahr 2006 erneuert. Die Warmwasserbereitung erfolgt über die Heizungsanlage.

1) Niedertemperatur Gaskessel Baujahr 1984 Leistung: 18 kW

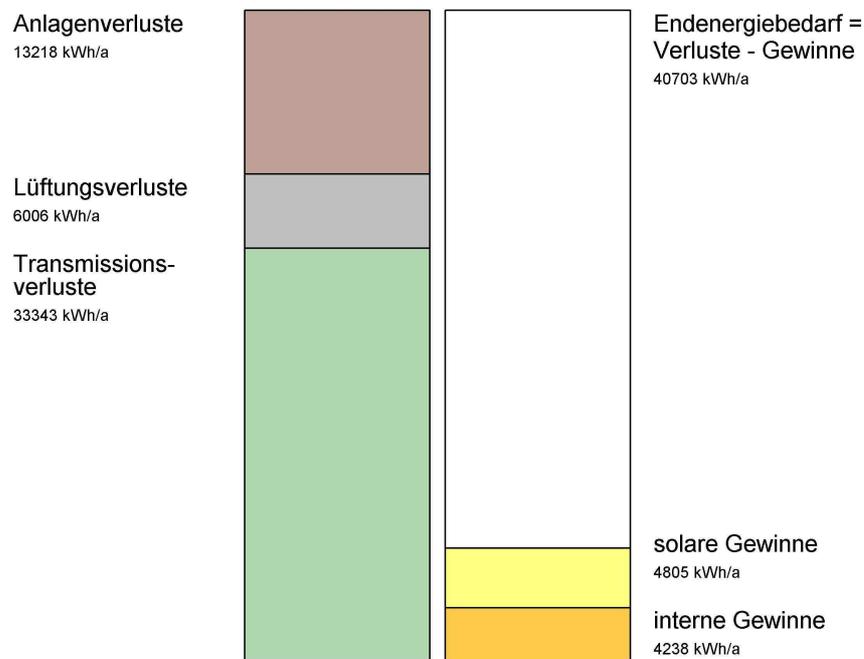
2.9 Warmwasser:

Im Bad und Küche sind Waschbecken sowie eine Badewanne vorhanden.

2.10 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 zurzeit die größten Einsparpotenziale in Ihrem Gebäude liegen.

2.11 Bewertung des Gebäudes

Die Gesamtbewertung des Gebäudes erfolgt aufgrund des jährlichen Primärenergiebedarfs pro m² Nutzfläche – zurzeit beträgt dieser 312 kWh/m²a.

Gesamtbewertung

Primärenergiebedarf

Ist-Zustand: 312 kWh/m²a



3. Variante 1 : Vorschläge für die energetische Modernisierung

In dieser Variante wird folgende Modernisierungsmaßnahme betrachtet:

3.1 Variante 1 - Gebäudehülle - Wärmedämmung Außenwand

Außenwände: Außenwände mit einem Wärmeverbundsystem verkleiden.
Mindest Dämmstärke WDVS 16 cm Polystyrol WLG 040

Fenster: Bestehende Fensterelemente bleiben

Oberste Geschoßdecke: Bestehende Geschoßdecke bleibt unverändert

Hüllfläche

	Bezeichnung	Richtung	Neigung [°]	Fläche [m²]	U-Wert [W/m²K]	Bauteilkennung	H_T [W/K]	Fx
1	Oberste Geschoßdecke	Horizont.	0	99	0,4	OGD gegen Außenluft = Systemgrenze	20	0,5
2	Außenwand	West	90	23	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	5	1
3	Isolierverglasung	West	90	3	1,3	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	4	1
4	Außenwand	Süd	90	14	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	3	1
5	Isolierverglasung	Süd	90	3	1,3	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	4	1
6	Außenwand	Ost	90	20	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	4	1
7	Isolierverglasung	Ost	90	6	1,3	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	8	1
8	Außenwand	Nord	90	9	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	2	1
9	Isolierverglasung	Nord	90	8	1,3	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	10	1
10	EG Fußboden	Horizont.	0	99	0,73	EG FB gegen Erdreich = Systemgrenze	72	1

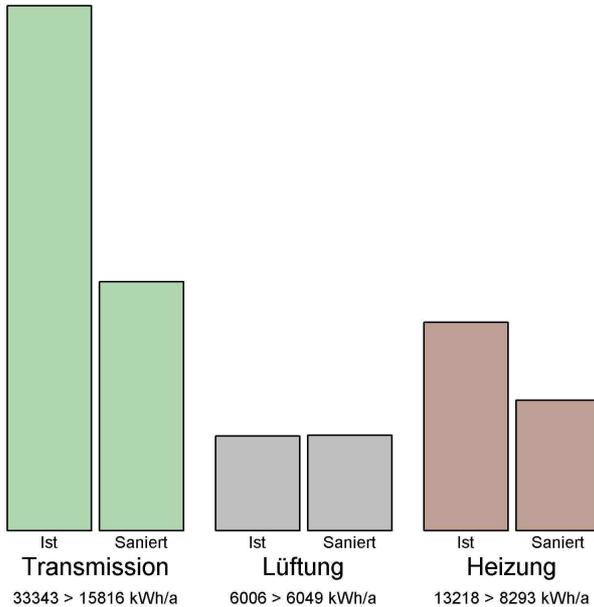
3.2 Modernisierung der Anlagentechnik - Variante 1

In der Anlagentechnik wird keine Veränderung vorgenommen.

3.3 Modernisierung - Variante 1 – Energiebedarf Darstellung

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

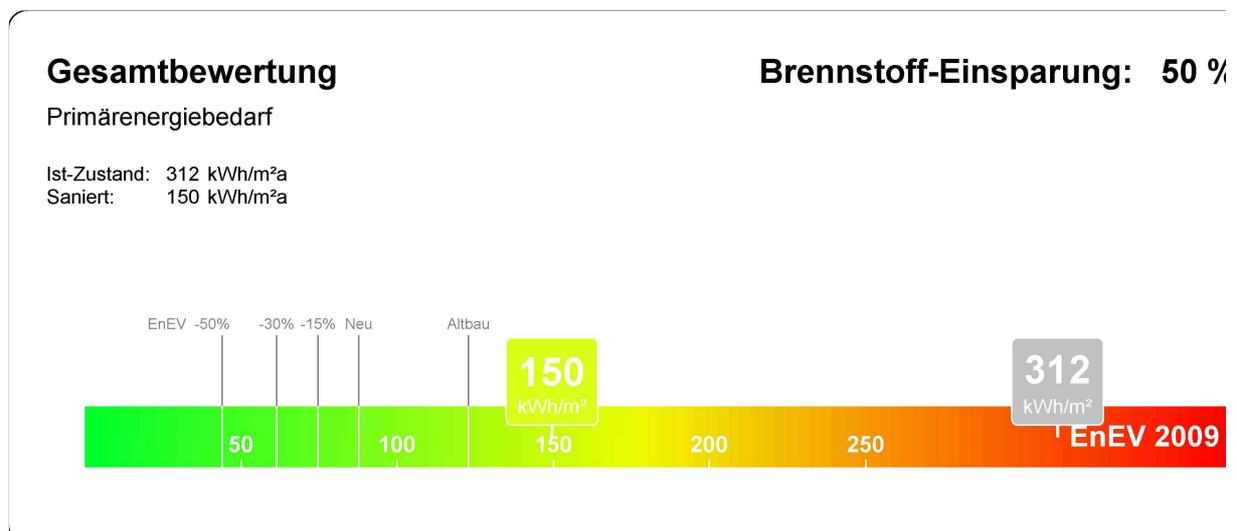
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 40703 kWh/Jahr reduziert sich auf 20303 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 20400 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 6027 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 **150 kWh/m²** pro Jahr.



4. Variante 2 : Vorschläge für die energetische Modernisierung

In dieser Variante wird folgende Modernisierungsmaßnahme betrachtet:

4.1 Variante 2 - Gebäudehülle - Wärmedämmung auf oberste Geschoßdecke

Oberste Geschoßdecke: Die oberste Geschoßdecke wird mit EPS Dämmstoffplatten verkleidet, Mindest Dämmstärke EPS 8 cm Dämmstoffplatten WLG 045

Außenwände: Bestehende Außenwände bleiben unverändert

Fenster: Bestehende Fensterelemente bleiben

Hüllfläche

	Bezeichnung	Richtung	Neigung [°]	Fläche [m²]	U-Wert [W/m²K]	Bauteilkennung	H_T [W/K]	Fx
1	Oberste Geschoßdecke	Horizont.	0	795	0,22	OGD gegen Außenluft = Systemgrenze	87	0,5
2	Außenwand	West	90	308	2,1	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	647	1
3	Isolierverglasung	West	90	56	1,3	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	73	1
4	Außenwand	Süd	90	255	2,1	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	536	1
5	Isolierverglasung	Süd	90	113	1,3	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	147	1
6	Außenwand	Ost	90	316	2,1	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	664	1
7	Isolierverglasung	Ost	90	28	1,3	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	36	1
8	Außenwand	Nord	90	192	2,1	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	403	1
9	Isolierverglasung	Nord	90	177	1,3	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	230	1
10	EG Fußboden	Horizont.	0	795	0,73	EG FB gegen Erdreich = Systemgrenze	580	1

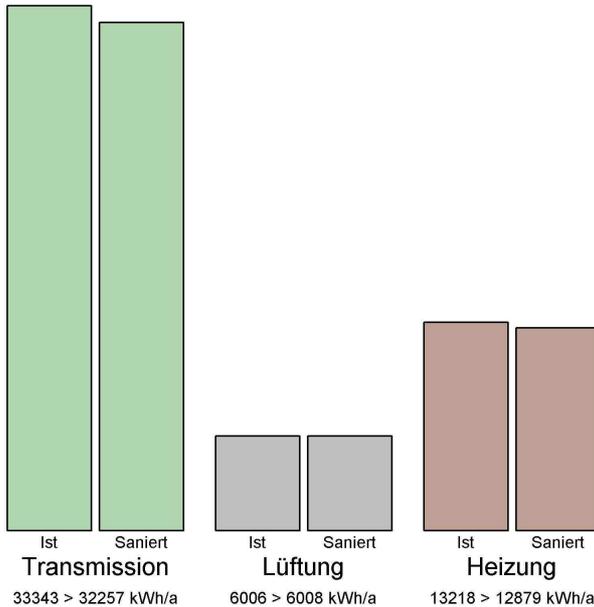
4.2 Modernisierung der Anlagentechnik - Variante 2

In der Anlagentechnik wird keine Veränderung vorgenommen.

4.3 Modernisierung - Variante 2 – Energiebedarf Darstellung

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **3 %**.

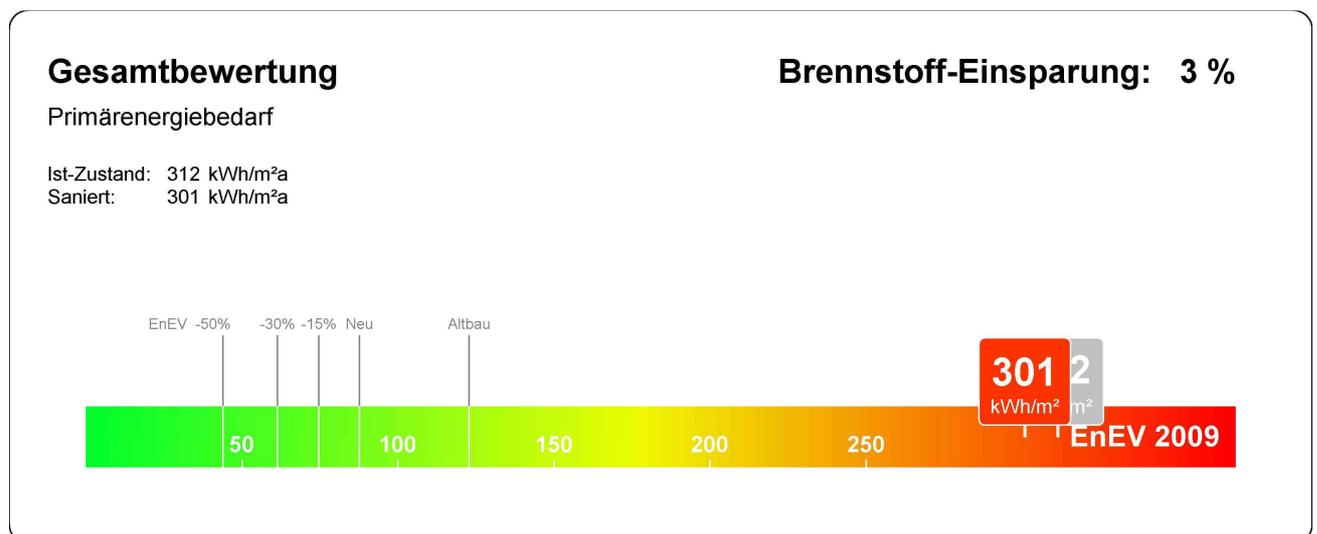
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 40703 kWh/Jahr reduziert sich auf 39362 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 1341 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 396 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 **301 kWh/m²** pro Jahr.



5. Variante 3 : Vorschläge für die energetische Modernisierung

In dieser Variante wird folgende Modernisierungsmaßnahme betrachtet:

5.1 Variante 3 - Gebäudehülle bleibt unverändert, Modernisierung der Anlagentechnik

Außenwände: Bestehende Außenwände bleiben unverändert

Fenster: Bestehende Fensterelemente bleiben

Oberste Geschoßdecke: Bestehende Geschoßdecke bleibt unverändert

Hüllfläche

	Bezeichnung	Richtung	Neigung [°]	Fläche [m²]	U-Wert [W/m²K]	Bauteilkennung	H_T [W/K]	Fx
1	Oberste Geschoßdecke	Horizont.	0	99	0,2	OGD gegen Außenluft = Systemgrenze	10	0,5
2	Außenwand	West	90	23	2,1	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	48	1
3	Isolierverglasung	West	90	3	1,3	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	4	1
4	Außenwand	Süd	90	14	2,1	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	29	1
5	Isolierverglasung	Süd	90	3	1,3	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	4	1
6	Außenwand	Ost	90	20	2,1	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	42	1
7	Isolierverglasung	Ost	90	6	1,3	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	8	1
8	Außenwand	Nord	90	9	2,1	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	19	1
9	Isolierverglasung	Nord	90	8	1,3	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	10	1
10	EG Fußboden	Horizont.	0	99	0,73	EG FB gegen Erdreich = Systemgrenze	72	1

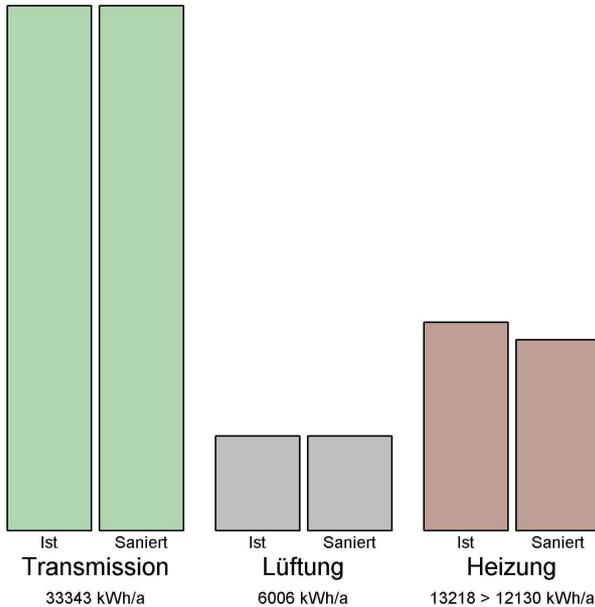
5.2 Modernisierung der Anlagentechnik - Variante 3

Moderne Anlagentechnik: Der bestehende Wärmeerzeuger mit dem im Jahr 2006 erneuerten Brenner bleibt bestehen. Es wird die Wärmedämmung an Heizungs- und Wasserleitungen ertüchtigt. Die vorhandenen Pumpen werden durch Differenzdruck gesteuerte Pumpen ausgetauscht.

5.3 Modernisierung - Variante 3 – Energiebedarf Darstellung

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **3 %**.

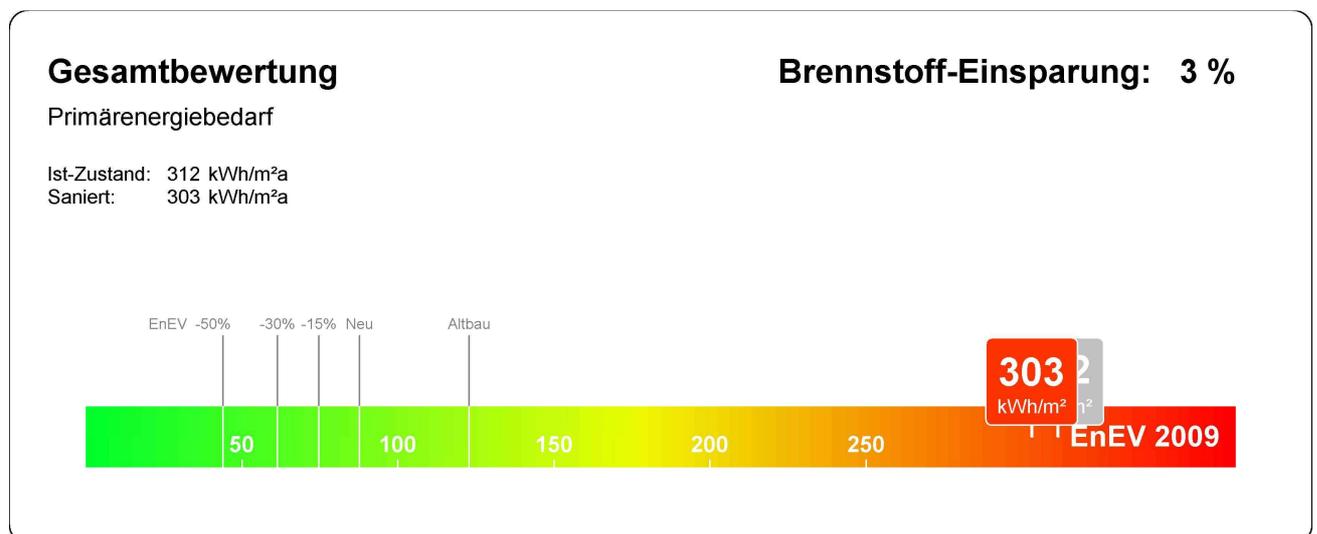
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 40703 kWh/Jahr reduziert sich auf 39615 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 1088 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 428 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 **303 kWh/m²** pro Jahr.



6. Variante 4 : Vorschläge für die energetische Modernisierung

In dieser Variante wird folgende Modernisierungsmaßnahme betrachtet:

6.1 Variante 4 - Gebäudehülle - Wärmedämmung Außenwand und Wärmedämmung auf oberste Geschoßdecke

Außenwände: Außenwände mit einem Wärmeverbundsystem verkleiden. Mindest Dämmstärke WDVS 16 cm Polystyrol WLG 040

Oberste Geschoßdecke: Die oberste Geschoßdecke wird mit EPS Dämmstoffplatten verkleidet, Mindest Dämmstärke EPS 8 cm Dämmstoffplatten WLG 045

Fenster: Bestehende Fensterelemente bleiben

Hüllfläche

	Bezeichnung	Richtung	Neigung [°]	Fläche [m²]	U-Wert [W/m²K]	Bauteilkennung	H_T [W/K]	Fx
1	Oberste Geschoßdecke	Horizont.	0	99	0,2	OGD gegen Außenluft = Systemgrenze	10	0,5
2	Außenwand	West	90	23	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	5	1
3	Isolierverglasung	West	90	3	1,3	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	4	1
4	Außenwand	Süd	90	14	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	3	1
5	Isolierverglasung	Süd	90	3	1,3	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	4	1
6	Außenwand	Ost	90	20	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	4	1
7	Isolierverglasung	Ost	90	6	1,3	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	8	1
8	Außenwand	Nord	90	9	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	2	1
9	Isolierverglasung	Nord	90	8	1,3	EG FB gegen Erdreich = Systemgrenze	10	1
10	EG Fußboden	Horizont.	0	99	0,73		72	1

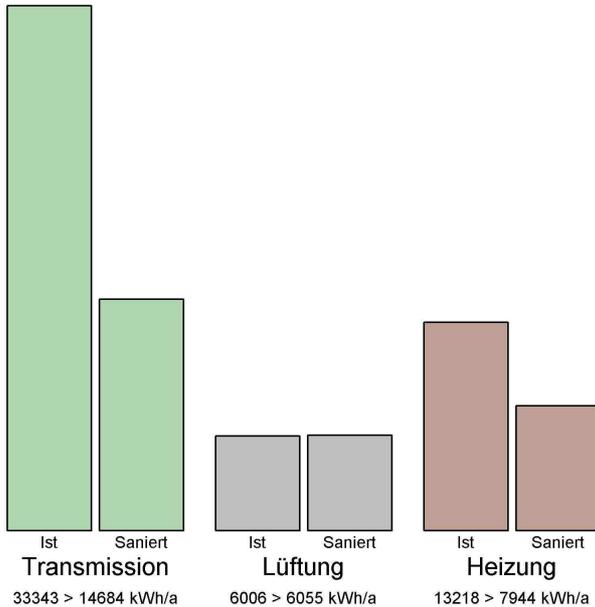
6.2 Modernisierung der Anlagentechnik - Variante 4

In der Anlagentechnik wird keine Veränderung vorgenommen.

6.3 Modernisierung - Variante 4 – Energiebedarf Darstellung

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **53 %**.

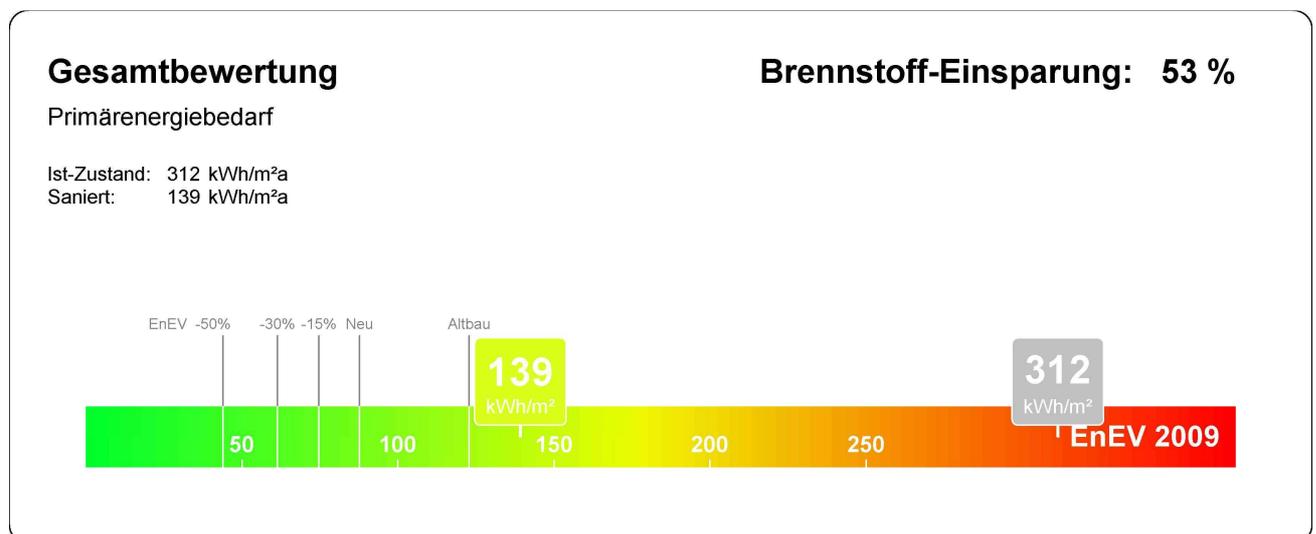
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 40703 kWh/Jahr reduziert sich auf 19013 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 21690 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 6409 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 **139 kWh/m²** pro Jahr.



7. Variante 5 : Vorschläge für die energetische Modernisierung

In dieser Variante wird folgende Modernisierungsmaßnahme betrachtet:

7.1 Variante 5 - Gebäudehülle - Wärmedämmung Außenwand und auf oberste Geschossdecke und Modernisierung der Anlagentechnik

Außenwände: Außenwände mit einem Wärmeverbundsystem verkleiden. Mindest Dämmstärke WDVS 16 cm Polysteyol WLG 040

Oberste Geschoßdecke: Die oberste Geschoßdecke wird mit EPS Dämmstoffplatten verkleidet, Mindest Dämmstärke EPS 8 cm Dämmstoffplatten WLG 045

Fenster: Bestehende Fensterelemente bleiben

Hüllfläche

	Bezeichnung	Richtung	Neigung [°]	Fläche [m²]	U-Wert [W/m²K]	Bauteilkennung	H_T [W/K]	Fx
1	Oberste Geschoßdecke	Horizont.	0	99	0,2	OGD gegen Außenluft = Systemgrenze	10	0,5
2	Außenwand	West	90	23	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	5	1
3	Isolierverglasung	West	90	3	1,3	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	4	1
4	Außenwand	Süd	90	14	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	3	1
5	Isolierverglasung	Süd	90	3	1,3	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	4	1
6	Außenwand	Ost	90	20	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	4	1
7	Isolierverglasung	Ost	90	6	1,3	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	8	1
8	Außenwand	Nord	90	9	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	2	1
9	Isolierverglasung	Nord	90	8	1,3	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	10	1
10	EG Fußboden	Horizont.	0	99	0,73	EG FB gegen Erdreich = Systemgrenze	72	1

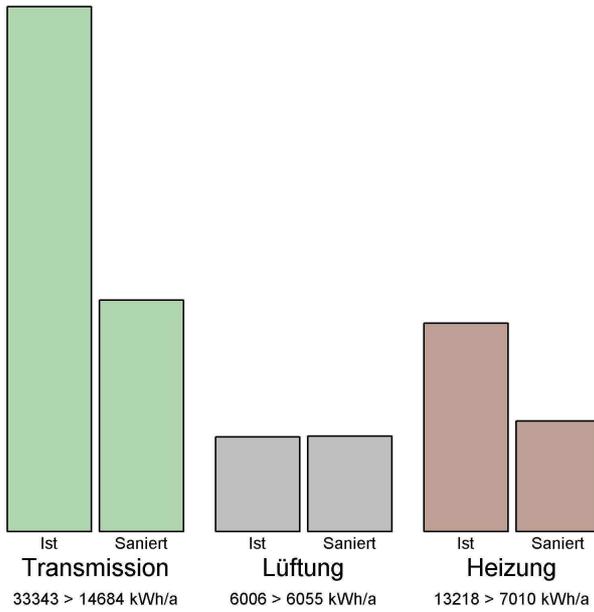
7.2 Modernisierung der Anlagentechnik - Variante 5

Moderne Anlagentechnik: Der bestehende Wärmeerzeuger mit dem im Jahr 2006 erneuerten Brenner bleibt bestehen. Es wird die Wärmedämmung an Heizungs- und Wasserleitungen ertüchtigt. Die vorhandenen Pumpen werden durch Differenzdruck gesteuerte Pumpen ausgetauscht.

7.3 Modernisierung - Variante 5 – Energiebedarf Darstellung

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **56 %**.

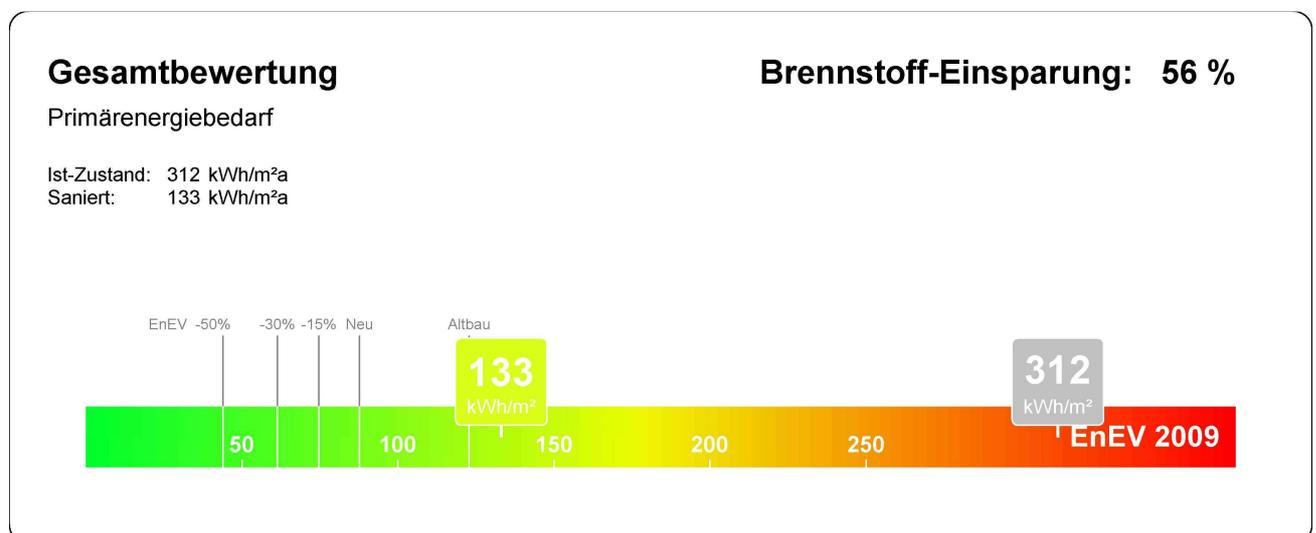
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 40703 kWh/Jahr reduziert sich auf 18079 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 22624 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 6757 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 **133 kWh/m²** pro Jahr.



8. Zusammenfassung der Ergebnisse

8.1 Primärenergiebedarf

Primärenergiebedarf Q_p :

	kWh/a		Einsparung
Ist-Zustand	41125		
Var.1 - WD a AW	19745		21380 52,0%
Var.2 - WD OGD	39721		1404 3,4%
Var.3 - HZ Rohre WD	40018		1107 2,7%
Var.4 - WD an AW, WD OGD	18390		22735 55,3%
Var.5 - WD an AW, WD OGD, HZ Rohre WD	17580		23545 57,3%

Primärenergiebedarf q_p pro m^2 :

	kWh/m ² a		Einsparung
Ist-Zustand	312		
Var.1 - WD a AW	150		162 52,0%
Var.2 - WD OGD	301		11 3,4%
Var.3 - HZ Rohre WD	303		8 2,7%
Var.4 - WD an AW, WD OGD	139		172 55,3%
Var.5 - WD an AW, WD OGD, HZ Rohre WD	133		178 57,3%

8.2 Endenergiebedarf

Endenergiebedarf Q_E :

	kWh/a		Einsparung
Ist-Zustand	40703		
Var.1 - WD a AW	20303		20400 50,1%
Var.2 - WD OGD	39362		1341 3,3%
Var.3 - HZ Rohre WD	39615		1088 2,7%
Var.4 - WD an AW, WD OGD	19013		21690 53,3%
Var.5 - WD an AW, WD OGD, HZ Rohre WD	18079		22624 55,6%

Endenergiebedarf q_E pro m^2 :

	kWh/m ² a		Einsparung
Ist-Zustand	308		
Var.1 - WD a AW	154		155 50,1%
Var.2 - WD OGD	298		10 3,3%
Var.3 - HZ Rohre WD	300		8 2,7%
Var.4 - WD an AW, WD OGD	144		164 53,3%
Var.5 - WD an AW, WD OGD, HZ Rohre WD	137		171 55,6%

8.3 Nutzenergiebedarf

Nutzenergiebedarf Q_b :

	kWh/a		Einsparung
Ist-Zustand	27485		
Var.1 - WD a AW	12009		15476 56,3%
Var.2 - WD OGD	26482		1003 3,6%
Var.3 - HZ Rohre WD	27485		0 0,0%
Var.4 - WD an AW, WD OGD	11069		16417 59,7%
Var.5 - WD an AW, WD OGD, HZ Rohre WD	11069		16417 59,7%

Nutzenergiebedarf q_b pro m^2 :

	kWh/m ² a		Einsparung
Ist-Zustand	208		
Var.1 - WD a AW	91		117 56,3%
Var.2 - WD OGD	201		8 3,6%
Var.3 - HZ Rohre WD	208		0 0,0%
Var.4 - WD an AW, WD OGD	84		124 59,7%
Var.5 - WD an AW, WD OGD, HZ Rohre WD	84		124 59,7%

8.4 Anlagentechnische Verluste

Anlagentechnische Verluste Q_i :

	kWh/a		Einsparung	
Ist-Zustand	13218			
Var.1 - WD a AW	8293		4924	37,3%
Var.2 - WD OGD	12879		339	2,6%
Var.3 - HZ Rohre WD	12130		1088	8,2%
Var.4 - WD an AW, WD OGD	7944		5274	39,9%
Var.5 - WD an AW, WD OGD, HZ Rohre WD	7010		6207	47,0%

Anlagentechnische Verluste q_t pro m^2 :

	kWh/m ² a		Einsparung	
Ist-Zustand	100			
Var.1 - WD a AW	63		37	37,3%
Var.2 - WD OGD	98		3	2,6%
Var.3 - HZ Rohre WD	92		8	8,2%
Var.4 - WD an AW, WD OGD	60		40	39,9%
Var.5 - WD an AW, WD OGD, HZ Rohre WD	53		47	47,0%

Anlagenaufwandszahl

Anlagenaufwandszahl e_p :

Ist-Zustand	1,50	
Var.1 - WD a AW	1,64	
Var.2 - WD OGD	1,50	
Var.3 - HZ Rohre WD	1,46	
Var.4 - WD an AW, WD OGD	1,66	
Var.5 - WD an AW, WD OGD, HZ Rohre WD	1,59	

8.5 Schadstoff-Emissionen

CO₂-Emissionen

CO₂-Emissionen:

	kg/a		Einsparung	
Ist-Zustand	12127			
Var.1 - WD a AW	6100		6027	49,7%
Var.2 - WD OGD	11731		396	3,3%
Var.3 - HZ Rohre WD	11699		428	3,5%
Var.4 - WD an AW, WD OGD	5718		6409	52,8%
Var.5 - WD an AW, WD OGD, HZ Rohre WD	5370		6757	55,7%

CO₂-Emissionen pro m^2 :

	kg/m ² a		Einsparung	
Ist-Zustand	92			
Var.1 - WD a AW	46		46	49,7%
Var.2 - WD OGD	89		3	3,3%
Var.3 - HZ Rohre WD	89		3	3,5%
Var.4 - WD an AW, WD OGD	43		49	52,8%
Var.5 - WD an AW, WD OGD, HZ Rohre WD	41		51	55,7%

NO_x-Emissionen

NO_x-Emissionen:

	kg/a	Einsparung	
Ist-Zustand	8,9		
Var.1 - WD a AW	4,5	4,4	49,6%
Var.2 - WD OGD	8,6	0,3	3,3%
Var.3 - HZ Rohre WD	8,6	0,3	3,8%
Var.4 - WD an AW, WD OGD	4,2	4,7	52,7%
Var.5 - WD an AW, WD OGD, HZ Rohre WD	3,9	5,0	55,8%

SO₂-Emissionen

SO₂-Emissionen:

	kg/a	Einsparung	
Ist-Zustand	17,8		
Var.1 - WD a AW	9,0	8,8	49,6%
Var.2 - WD OGD	17,2	0,6	3,3%
Var.3 - HZ Rohre WD	17,1	0,7	3,7%
Var.4 - WD an AW, WD OGD	8,4	9,4	52,8%
Var.5 - WD an AW, WD OGD, HZ Rohre WD	7,9	9,9	55,7%

Anhang - Brennstoffdaten

	Einheit	Heizwert Hi kWh/Einheit	Brennwert Hs kWh/Einheit	Verhältnis Hs/Hi *
Heizöl EL	L	10,08	10,68	1,06
Strom	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 Hs/Hi 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	

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

	Primär- energie- faktor	CO2- Emissionen g/kWh	SO2- Emissionen g/kWh	NOx- Emissionen g/kWh
Heizöl EL	1,1	311	0,455	0,227
Strom	2,6	683	1,111	0,583