

Energieberatungsbericht



Gebäude: Förderschule
Robert-Schumann-Weg 5
82583 Geretsried

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: 13. März 2010

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
1. Einleitung	4
1.1 Ausgangssituation.....	4
2. Ist-Zustand	4
2.1 Beschreibung	4
2.2. Grunddaten / Gebäude	4
2.3 Berechnungsgrundlagen	5
2.4 Fenster.....	5
2.5 Wärmebrücken.....	5
2.6 Verbrauchsangaben.....	5
2.7 Gebäudehülle Ist-Zustand.....	6
2.8 Anlagentechnik	6
2.9 Warmwasser:	6
2.10 Energiebilanz	7
2.11 Bewertung des Gebäudes.....	7
3. Variante 1 : Vorschläge für die energetische Modernisierung	8
3.1 Variante 1 - Gebäudehülle - Fensteraustausch.....	8
3.2 Variante 1 - Modernisierung der Anlagentechnik	9
3.3 Variante 1 - Modernisierung - Energiebedarf Darstellung	10
4. Variante 2 : Vorschläge für die energetische Modernisierung	11
4.1 Variante 2 - Gebäudehülle - Wärmedämmung Außenwand.....	11
4.2 Variante 2 - Modernisierung der Anlagentechnik - Variante 2.....	12
4.3 Variante 2 - Modernisierung - Energiebedarf Darstellung	13
5. Variante 3 : Vorschläge für die energetische Modernisierung	14
5.1 Variante 3 - Gebäudehülle - Wärmedämmung auf Dachfläche	14
5.2 Variante 3 - Modernisierung der Anlagentechnik	15
5.3 Variante 3 - Modernisierung - Energiebedarf Darstellung	16
6. Variante 4 : Vorschläge für die energetische Modernisierung	17
6.1 Variante 4 - Gebäudehülle bleibt unverändert, Modernisierung der Anlagentechnik.....	17
6.2 Variante 4 - Modernisierung der Anlagentechnik	18
6.3 Variante 4 - Modernisierung - Energiebedarf Darstellung	19
7. Variante 5 : Vorschläge für die energetische Modernisierung	20
7.1 Variante 5 - Gebäudehülle - Fensteraustausch und Wärmedämmung Außenwand	20
7.2 Variante 5 - Modernisierung der Anlagentechnik	21
7.3 Variante 5 - Modernisierung - Energiebedarf Darstellung	22
8. Variante 6 : Vorschläge für die energetische Modernisierung	23
8.1 Variante 6 - Gebäudehülle – Fensteraustausch, Wärmedämmung Außenwand und Wärmedämmung auf oberster Geschoßdecke	23
8.2 Variante 6 - Modernisierung der Anlagentechnik	24
8.3 Variante 6 - Modernisierung - Energiebedarf Darstellung	25
9. Variante 7 : Vorschläge für die energetische Modernisierung	26
9.1 Variante 7 - Fensteraustausch, Wärmedämmung der Außenwand, Wärme- dämmung auf oberster Geschoßdecke und Modernisierung der Anlagentechnik.	26
9.2 Variante 7 - Modernisierung der Anlagentechnik	27
9.3 Variante 7 - Modernisierung - Energiebedarf Darstellung	28

10. Zusammenfassung der Ergebnisse	29
10.1 Primärenergiebedarf	29
10.2 Endenergiebedarf.....	29
10.3 Nutzenergiebedarf.....	30
10.4 Anlagentechnische Verluste.....	30
10.6 Schadstoff-Emissionen	31
Anhang - Brennstoffdaten	32

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 die Förderschule in Geretsried. Die Schule ist in einer fast quadratischen Form, mit einem abgeschlossenen Innenhof, erbaut. Das Gebäude ist zweistöckig und hat an der Nordseite einen einstöckigen, rechteckigen Vorbau, in dem sich die Schulverwaltung befindet. Gebäude wurde 1975 in einer Betonplatten Pfosten Riegel Konstruktion errichtet. Das Gebäude ist teilweise unterkellert und wird im Untergeschoß beheizt.

Die Turnhalle ist separat in nordwestlicher Richtung neben der Schule errichtet. Das Gebäude steht in einer halboffenen Ortsbebauung.

2.2. Grunddaten / Gebäude

Ort:	82583 Geretsried		
Bundesland:	Bayern		
Gebäudetyp:	Nichtwohngebäude		
Baujahr:	1975		
Nutzung:	Schulgebäude		
Zonen:	5		
Personenzahl:	150		
Volumen:	$V_e =$	13.709	m ³
Hüllfläche:	$A =$	4.218	m ²
Kompaktheit:	$A/V =$	0,47	m ⁻¹
Energiebezugsfläche:	$A_N =$	4.387	m ²
Mittlere Raumhöhe:	$H =$	3,2	m
Luftvolumen:	$V_L =$	10.968	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:

- beheiztes Kellergeschoß
- im Ist-Zustand vorhandener Außenwandaufbau
- 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 Aluminium Rahmenkonstruktion mit Isolierverglasung. Die Fensterkonstruktion hat einen U-Wert von ca. 1,9 – 2,1 W/m^2K .

2.5 Wärmebrücken

Die große Anzahl der gleichartigen Fensterelemente mit einer Aluminium Rahmenkonstruktion aus dem Jahr 1975 beinhaltet das Risiko, einer hohen Anzahl, von Wärmebrücken. Dies gilt auch für die großflächige Verglasung des Innenhofes aus der gleichen Zeit.

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 momentanen Zustand

	Typ	Bauteil	Fläche in m ²	U-Wert in W/m ² K	U _{max} EnEV* in W/m ² K
X	DA	Dach Haupthaus	1.289	0,44	0,24
X	DA	Anbau: Dach	423	0,44	0,24
X	WA	Anbau: Außenwand	525	2,40	0,24
X	WA	Haupthaus Außenwand	575	2,30	0,24
X	FA	Anbau: Doppelverglasung	148	1,95	1,30
X	FA	Haupthaus Doppelverglasung	763	1,90	1,30
X	BK	Haupthaus Kellerdecke	1.289	0,83	0,30
X	BK	Anbau: EG Fußboden	423	0,83	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

In der gemeinsamen Heizungszentrale wird das komplette Schulzentrum mit einem Wärmeerzeuger beheizt. Im Technikraum der Turnhalle befindet sich ein Warmwassererzeuger für den Nassbereich in den Umkleiden.

- | | | |
|-------------------------------|--------------|------------------|
| 1) Niedertemperatur Gaskessel | Baujahr 1993 | Leistung: 480 kW |
| 2) Gaskessel | Baujahr 2009 | Leistung: 34 kW |

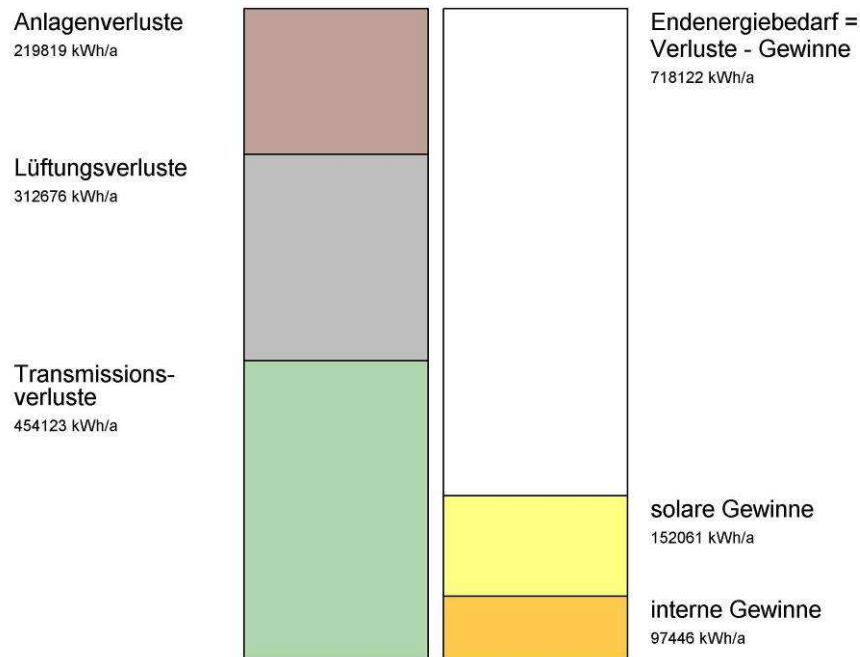
2.9 Warmwasser:

In den Toiletten ist nur Kaltwasser vorhanden. Das Warmwasser für die Turnhalle wird mit einem separaten, gasbefeuerten, Wärmeerzeuger erwärmt (siehe 2.8).

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 237 kWh/m²a.

Gesamtbewertung

Primärenergiebedarf

Ist-Zustand: 237 kWh/m²a



3. Variante 1 : Vorschläge für die energetische Modernisierung

In dieser Variante wird folgende Modernisierungsmaßnahme betrachtet:

3.1 Variante 1 - Gebäudehülle - Fensteraustausch

Außenwände: Bestehende Außenwände bleiben

Fenster: Einbau von zeitgemäßen Konstruktionen mit moderner 2-fach Wärmeschutzverglasung. Diese neuen Fenster werden teilweise mit dezentralen Lüftungselementen ausgestattet die für einen Luftaustausch sorgen. Fensterelement U-Wert max. 1,10 W/m²K

Dachfläche: keine Maßnahme

Hüllfläche

	Bezeichnung	Richtung	Neigung [°]	Fläche [m²]	U-Wert [W/m²K]	Bauteilkennung	H_T [W/K]	Fx
1	DA	Horizont.	0	1289	0,44	DA gegen Außenluft = Systemgrenze	567	1
2	Außenwand	Süd	90	122	2,3	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	281	1
3	Isolierverglasung	Süd	90	189	1,1	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	208	1
4	Außenwand	Ost	90	86	2,3	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	198	1
5	Isolierverglasung	Ost	90	187	1,1	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	206	1
6	Außenwand	Nord	90	125	2,3	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	288	1
7	Isolierverglasung	Nord	90	168	1,1	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	185	1
8	Außenwand	West	90	64	2,3	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	147	1
9	Isolierverglasung	West	90	179	1,1	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	197	1
10	EG Fußboden	Horizont.	0	1289	0,83	EG FB gegen Erdreich = Systemgrenze	1070	1

Hüllfläche Anbau

	Bezeichnung	Richtung	Neigung [°]	Fläche [m²]	U-Wert [W/m²K]	Bauteilkennung	H_T [W/K]	Fx
1	DA	Horizont.	0	423	0,44	DA gegen Außenluft = Systemgrenze	186	1
2	Außenwand	Süd	90	134	2,4	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	322	1
3	Isolierverglasung	Süd	90	66	1,1	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	73	1
4	Außenwand	Ost	90	112	2,4	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	269	1
5	Isolierverglasung	Ost	90	0	1,1	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	0	1
6	Außenwand	Nord	90	121	2,4	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	290	1
7	Isolierverglasung	Nord	90	66	1,1	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	73	1
8	Außenwand	West	90	81	2,4	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	194	1
9	Isolierverglasung	West	90	17	1,1	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	19	1
10	EG Fußboden	Horizont.	0	423	0,83	EG FB gegen Erdreich = Systemgrenze	351	1

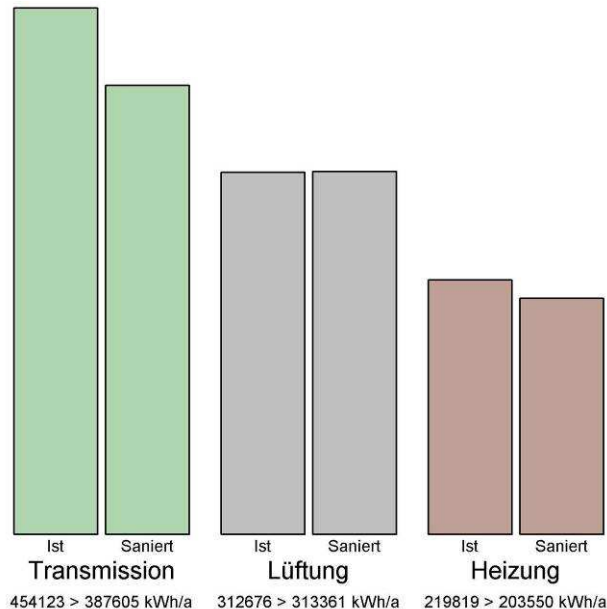
3.2 Modernisierung der Anlagentechnik - Variante 1

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 **10 %**.

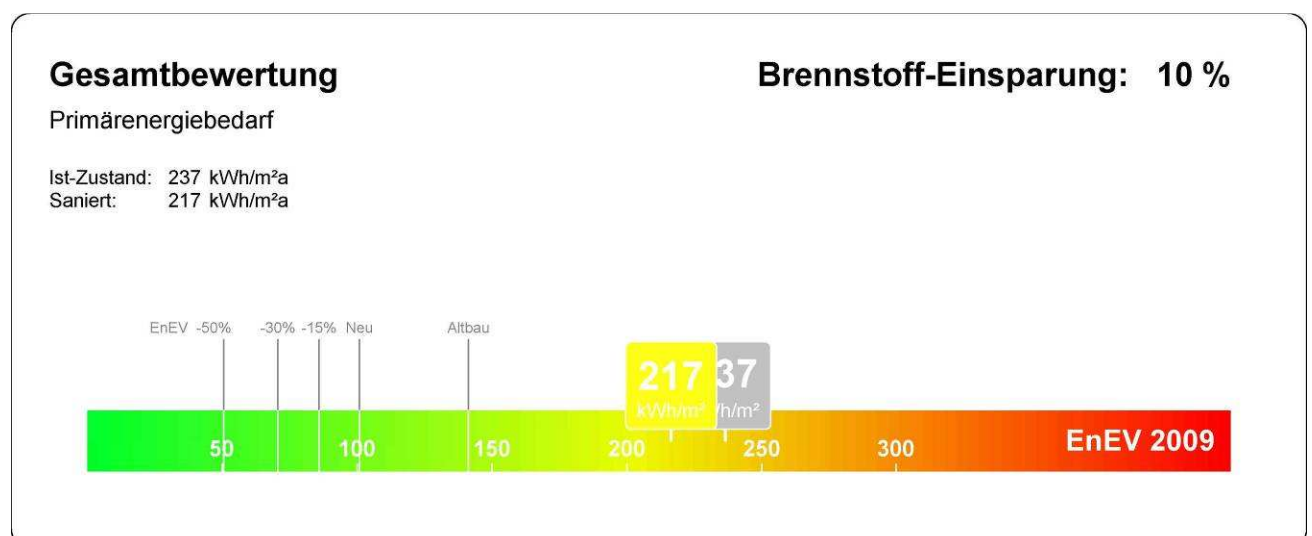
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 718122 kWh/Jahr reduziert sich auf 647437 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 70685 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 15839 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.



4. Variante 2 : Vorschläge für die energetische Modernisierung

In dieser Variante wird folgende Modernisierungsmaßnahme betrachtet:

4.1 Variante 2 - 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	DA	Horizont.	0	1289	0,44	DA gegen Außenluft = Systemgrenze	567	1
2	Außenwand	Süd	90	122	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	27	1
3	Isolierverglasung	Süd	90	189	1,95	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	369	1
4	Außenwand	Ost	90	86	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	19	1
5	Isolierverglasung	Ost	90	187	1,95	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	365	1
6	Außenwand	Nord	90	125	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	28	1
7	Isolierverglasung	Nord	90	168	1,95	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	328	1
8	Außenwand	West	90	64	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	14	1
9	Isolierverglasung	West	90	179	1,95	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	349	1
10	EG Fußboden	Horizont.	0	1289	0,83	EG FB gegen Erdreich = Systemgrenze	1070	1

Hüllfläche Anbau

	Bezeichnung	Richtung	Neigung [°]	Fläche [m²]	U-Wert [W/m²K]	Bauteilkennung	H_T [W/K]	Fx
1	DA	Horizont.	0	423	0,44	DA gegen Außenluft = Systemgrenze	186	1
2	Außenwand	Süd	90	134	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	29	1
3	Isolierverglasung	Süd	90	66	1,9	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	125	1
4	Außenwand	Ost	90	112	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	25	1
5	Isolierverglasung	Ost	90	0	1,9	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	0	1
6	Außenwand	Nord	90	121	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	27	1
7	Isolierverglasung	Nord	90	66	1,9	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	125	1
8	Außenwand	West	90	81	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	18	1
9	Isolierverglasung	West	90	17	1,9	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	32	1
10	EG Fußboden	Horizont.	0	423	0,83	EG FB gegen Erdreich = Systemgrenze	351	1

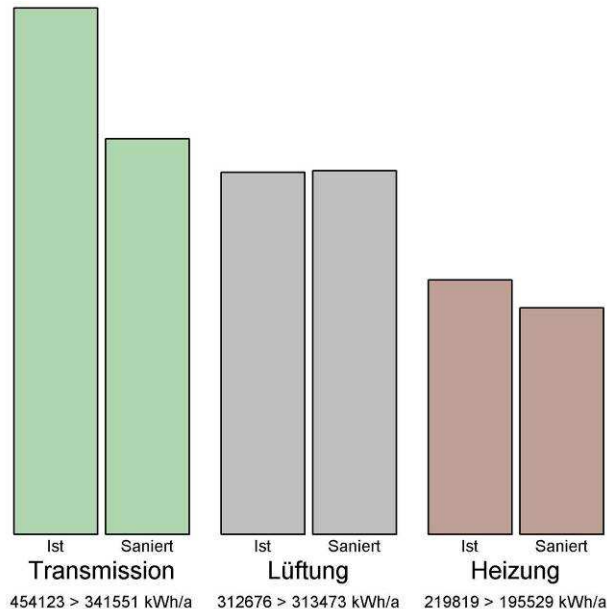
4.2 Modernisierung der Anlagentechnik - Variante 2

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 **16 %**.

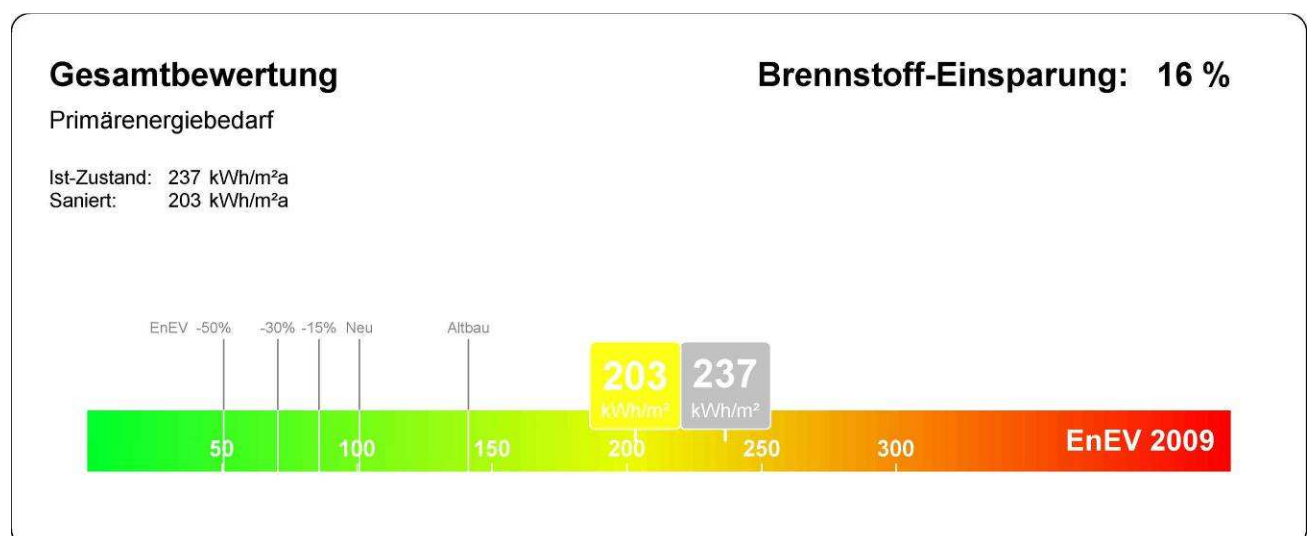
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 718122 kWh/Jahr reduziert sich auf 599820 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 118302 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 26560 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 **203 kWh/m²** pro Jahr.



5. Variante 3 : Vorschläge für die energetische Modernisierung

In dieser Variante wird folgende Modernisierungsmaßnahme betrachtet:

5.1 Variante 3 - Gebäudehülle - Wärmedämmung auf Dachfläche

Dachfläche: Die Dachfläche wird mit EPS Dämmstoffplatten verkleidet, Mindest Dämmstärke EPS 12 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	DA	Horizont.	0	1289	0,2	DA gegen Außenluft = Systemgrenze	258	1
2	Außenwand	Süd	90	122	2,3	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	281	1
3	Isolierverglasung	Süd	90	189	1,95	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	369	1
4	Außenwand	Ost	90	86	2,3	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	198	1
5	Isolierverglasung	Ost	90	187	1,95	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	365	1
6	Außenwand	Nord	90	125	2,3	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	288	1
7	Isolierverglasung	Nord	90	168	1,95	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	328	1
8	Außenwand	West	90	64	2,3	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	147	1
9	Isolierverglasung	West	90	179	1,95	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	349	1
10	EG Fußboden	Horizont.	0	1289	0,83	EG FB gegen Erdreich = Systemgrenze	1070	1

Hüllfläche Anbau

	Bezeichnung	Richtung	Neigung [°]	Fläche [m²]	U-Wert [W/m²K]	Bauteilkennung	H_T [W/K]	Fx
1	DA	Horizont.	0	423	0,2	DA gegen Außenluft = Systemgrenze	85	1
2	Außenwand	Süd	90	134	2,4	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	322	1
3	Isolierverglasung	Süd	90	66	1,9	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	125	1
4	Außenwand	Ost	90	112	2,4	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	269	1
5	Isolierverglasung	Ost	90	0	1,9	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	0	1
6	Außenwand	Nord	90	121	2,4	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	290	1
7	Isolierverglasung	Nord	90	66	1,9	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	125	1
8	Außenwand	West	90	81	2,4	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	194	1
9	Isolierverglasung	West	90	17	1,9	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	32	1
10	EG Fußboden	Horizont.	0	423	0,83	EG FB gegen Erdreich = Systemgrenze	351	1

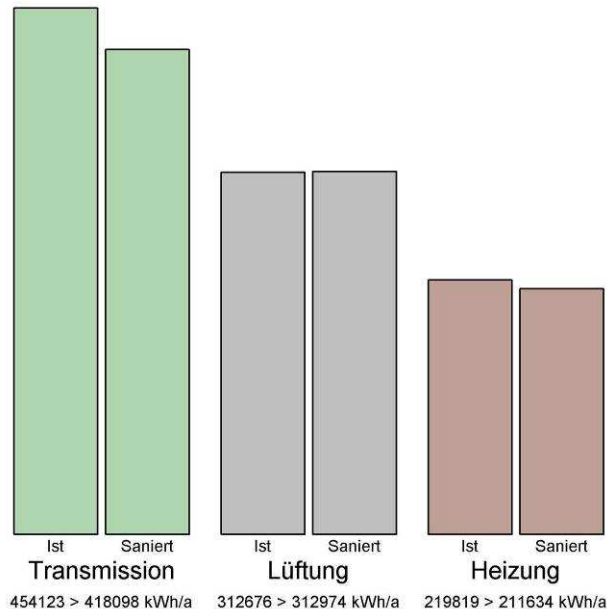
5.2 Modernisierung der Anlagentechnik - Variante 3

In der Anlagentechnik wird keine Veränderung vorgenommen.

5.3 Modernisierung - Variante 3 – Energiebedarf Darstellung

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **5 %**.

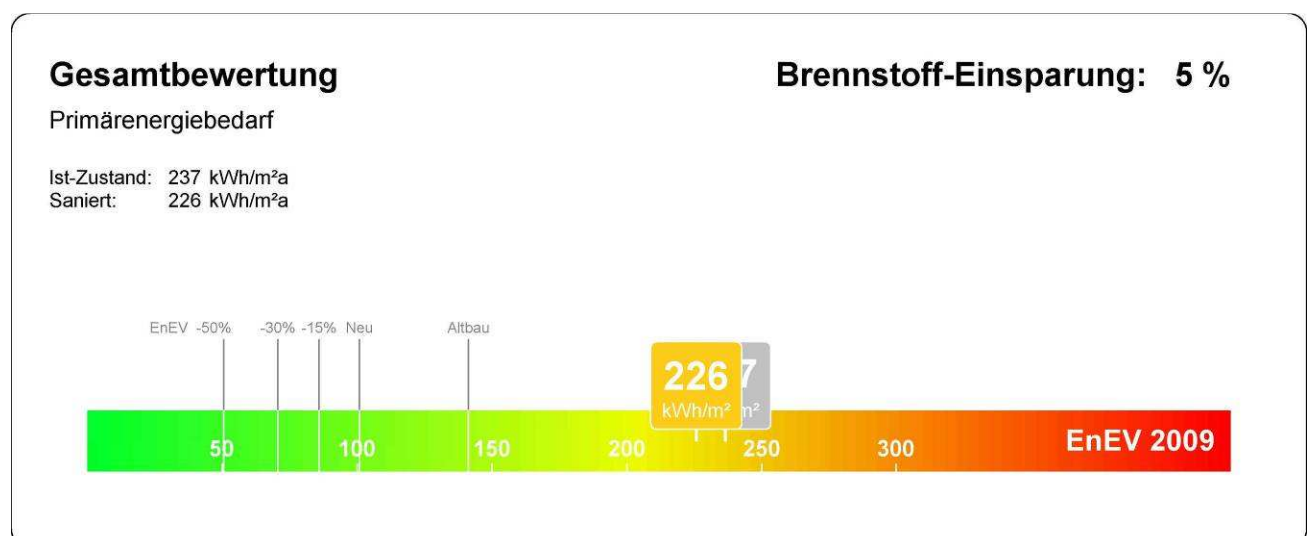
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 718122 kWh/Jahr reduziert sich auf 680061 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 38061 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 8533 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 **226 kWh/m²** pro Jahr.



6. Variante 4 : Vorschläge für die energetische Modernisierung

In dieser Variante wird folgende Modernisierungsmaßnahme betrachtet:

6.1 Variante 4 - Gebäudehülle bleibt unverändert, Modernisierung der Anlagentechnik

Außenwände: Bestehende Außenwände bleiben unverändert

Fenster: Bestehende Fensterelemente bleiben

Dachfläche : Bestehende Geschoßdecke bleibt unverändert

Hüllfläche

	Bezeichnung	Richtung	Neigung [°]	Fläche [m²]	U-Wert [W/m²K]	Bauteilkennung	H_T [W/K]	Fx
1	DA	Horizont.	0	1289	0,44	DA gegen Außenluft = Systemgrenze	567	1
2	Außenwand	Süd	90	122	2,3	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	281	1
3	Isolierverglasung	Süd	90	189	1,95	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	369	1
4	Außenwand	Ost	90	86	2,3	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	198	1
5	Isolierverglasung	Ost	90	187	1,95	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	365	1
6	Außenwand	Nord	90	125	2,3	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	288	1
7	Isolierverglasung	Nord	90	168	1,95	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	328	1
8	Außenwand	West	90	64	2,3	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	147	1
9	Isolierverglasung	West	90	179	1,95	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	349	1
10	EG Fußboden	Horizont.	0	1289	0,83	EG FB gegen Erdreich = Systemgrenze	1070	1

Hüllfläche Anbau,

	Bezeichnung	Richtung	Neigung [°]	Fläche [m²]	U-Wert [W/m²K]	Bauteilkennung	H_T [W/K]	Fx
1	DA	Horizont.	0	423	0,44	DA gegen Außenluft = Systemgrenze	186	1
2	Außenwand	Süd	90	134	2,4	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	322	1
3	Isolierverglasung	Süd	90	66	1,9	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	125	1
4	Außenwand	Ost	90	112	2,4	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	269	1
5	Isolierverglasung	Ost	90	0	1,9	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	0	1
6	Außenwand	Nord	90	121	2,4	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	290	1
7	Isolierverglasung	Nord	90	66	1,9	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	125	1
8	Außenwand	West	90	81	2,4	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	194	1
9	Isolierverglasung	West	90	17	1,9	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	32	1
10	EG Fußboden	Horizont.	0	423	0,83	EG FB gegen Erdreich = Systemgrenze	351	1

6.2 Modernisierung der Anlagentechnik - Variante 4

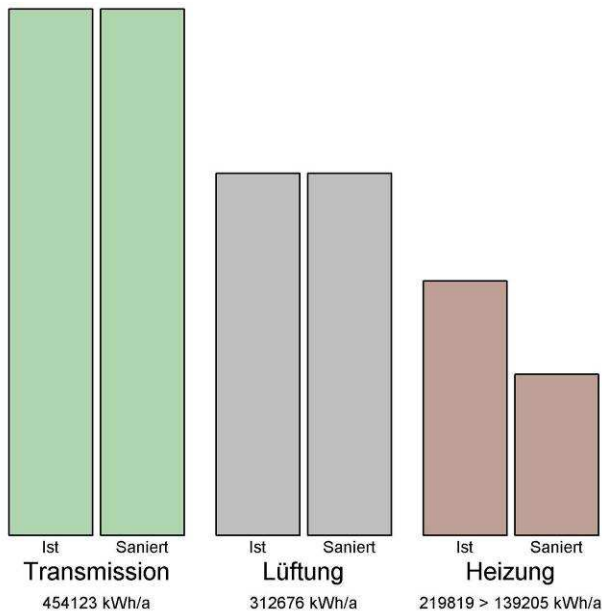
Moderne Anlagentechnik:

Der leistungsstarke Bestandskessel wird durch ein modernes Brennwertgerät ersetzt. Die vorhandenen Pumpen werden durch Differenzdruck gesteuerte Pumpen ausgetauscht.

6.3 Modernisierung - Variante 4 – Energiebedarf Darstellung

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **11 %**.

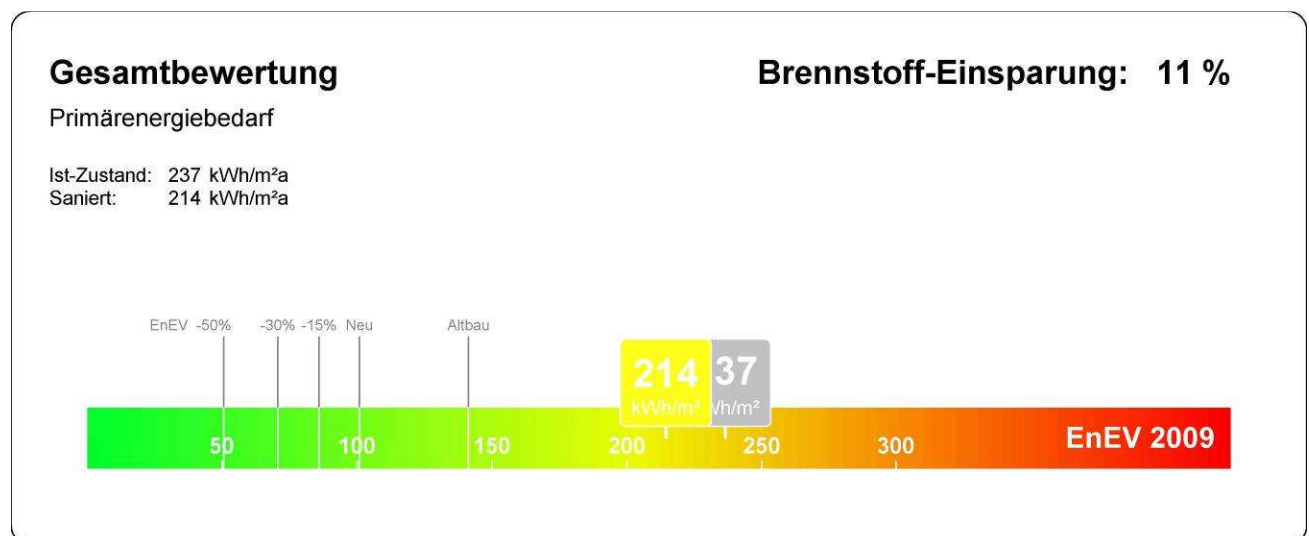
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 718122 kWh/Jahr reduziert sich auf 639498 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 78624 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 17533 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 **214 kWh/m²** pro Jahr.



7. Variante 5 : Vorschläge für die energetische Modernisierung

In dieser Variante wird folgende Modernisierungsmaßnahme betrachtet:

7.1 Variante 5 - Gebäudehülle - Fensteraustausch und Wärmedämmung Außenwand

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

Fenster: Einbau von zeitgemäßen Konstruktionen mit moderner 2-fach Wärmeschutzverglasung. Diese neuen Fenster werden teilweise mit dezentralen Lüftungselementen ausgestattet die für einen Luftaustausch sorgen. Fensterelement U-Wert max. 1,10 W/m²K

Dachfläche: Bestehende Dachfläche bleibt unverändert

Hüllfläche

	Bezeichnung	Richtung	Neigung [°]	Fläche [m²]	U-Wert [W/m²K]	Bauteilkennung	H_T [W/K]	Fx
1	DA	Horizont.	0	1289	0,44	DA gegen Außenluft = Systemgrenze	567	1
2	Außenwand	Süd	90	122	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	27	1
3	Isolierverglasung	Süd	90	189	1,1	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	208	1
4	Außenwand	Ost	90	86	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	19	1
5	Isolierverglasung	Ost	90	187	1,1	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	206	1
6	Außenwand	Nord	90	125	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	28	1
7	Isolierverglasung	Nord	90	168	1,1	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	185	1
8	Außenwand	West	90	64	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	14	1
9	Isolierverglasung	West	90	179	1,1	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	197	1
10	EG Fußboden	Horizont.	0	1289	0,83	EG FB gegen Erdreich = Systemgrenze	1070	1

Hüllfläche Anbau

	Bezeichnung	Richtung	Neigung [°]	Fläche [m²]	U-Wert [W/m²K]	Bauteilkennung	H_T [W/K]	Fx
1	DA	Horizont.	0	423	0,44	DA gegen Außenluft = Systemgrenze	186	1
2	Außenwand	Süd	90	134	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	29	1
3	Isolierverglasung	Süd	90	66	1,1	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	73	1
4	Außenwand	Ost	90	112	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	25	1
5	Isolierverglasung	Ost	90	0	1,1	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	0	1
6	Außenwand	Nord	90	121	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	27	1
7	Isolierverglasung	Nord	90	66	1,1	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	73	1
8	Außenwand	West	90	81	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	18	1
9	Isolierverglasung	West	90	17	1,1	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	19	1
10	EG Fußboden	Horizont.	0	423	0,83	EG FB gegen Erdreich = Systemgrenze	351	1

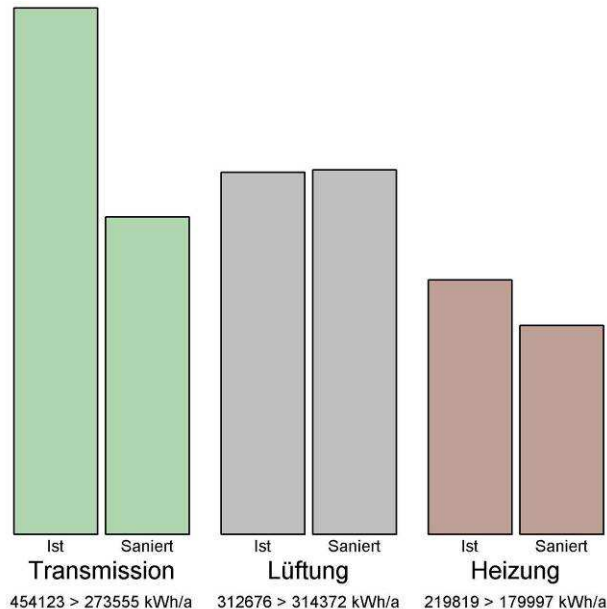
7.2 Modernisierung der Anlagentechnik - Variante 5

In der Anlagentechnik wird keine Veränderung vorgenommen.

7.3 Modernisierung - Variante 5 – Energiebedarf Darstellung

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **26 %**.

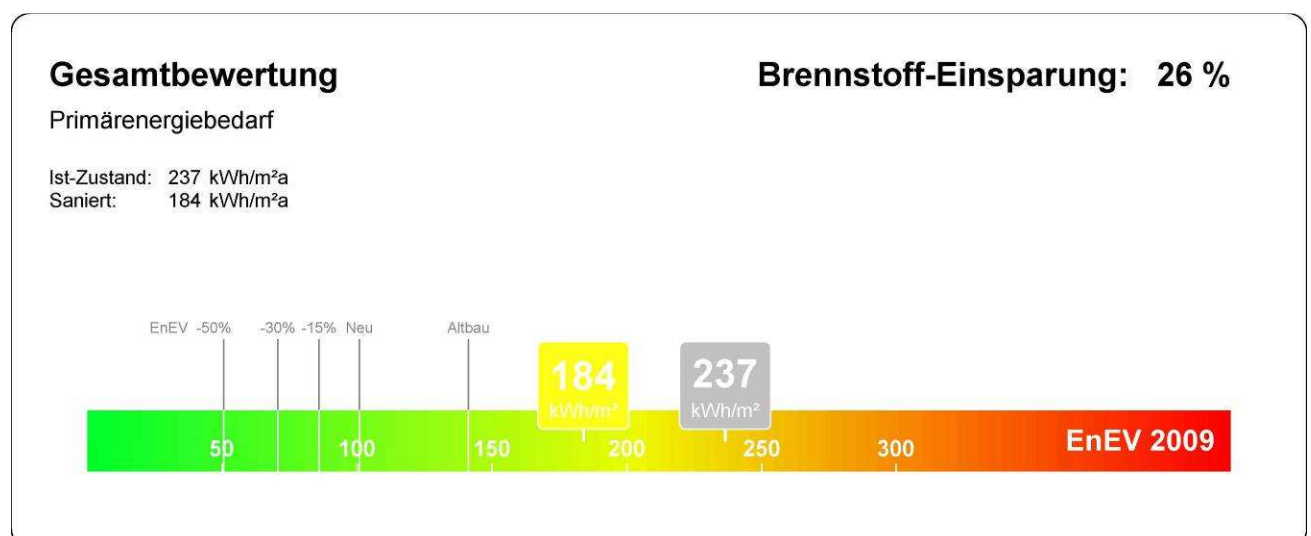
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 718122 kWh/Jahr reduziert sich auf 531577 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 186545 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 41858 kg CO₂/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf **184 kWh/m²** pro Jahr.



8. Variante 6 : Vorschläge für die energetische Modernisierung

In dieser Variante wird folgende Modernisierungsmaßnahme betrachtet:

8.1 Variante 6 - Gebäudehülle – Fensteraustausch, Wärmedämmung Außenwand und Wärmedämmung auf oberster Geschoßdecke

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

Fenster: Einbau von zeitgemäßen Konstruktionen mit moderner 2-fach Wärmeschutzverglasung. Diese neuen Fenster werden teilweise mit dezentralen Lüftungselementen ausgestattet die für einen Luftaustausch sorgen.
Fensterelement U-Wert max. 1,10 W/m²K

Dachfläche: Die oberste Geschoßdecke wird mit EPS Dämmstoffplatten verkleidet,
EPS 16 cm Dämmstoffplatten WLG 045

Hüllfläche

	Bezeichnung	Richtung	Neigung [°]	Fläche [m²]	U-Wert [W/m²K]	Bauteilkennung	H_T [W/K]	Fx
1	DA	Horizont.	0	1289	0,14	DA gegen Außenluft = Systemgrenze	180	1
2	Außenwand	Süd	90	122	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	27	1
3	Doppelverglasung	Süd	90	189	1,1	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	208	1
4	Außenwand	Ost	90	86	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	19	1
5	Doppelverglasung	Ost	90	187	1,1	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	206	1
6	Außenwand	Nord	90	125	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	28	1
7	Doppelverglasung	Nord	90	168	1,1	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	185	1
8	Außenwand	West	90	64	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	14	1
9	Doppelverglasung	West	90	179	1,1	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	197	1
10	EG Fußboden	Horizont.	0	1289	0,83	EG FB gegen Erdreich = Systemgrenze	1070	1

Hüllfläche Anbau

	Bezeichnung	Richtung	Neigung [°]	Fläche [m²]	U-Wert [W/m²K]	Bauteilkennung	H_T [W/K]	Fx
1	DA	Horizont.	0	423	0,14	DA gegen Außenluft = Systemgrenze	59	1
2	Außenwand	Süd	90	134	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	29	1
3	Doppelverglasung	Süd	90	66	1,1	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	73	1
4	Außenwand	Ost	90	112	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	25	1
5	Doppelverglasung	Ost	90	0	1,1	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	0	1
6	Außenwand	Nord	90	121	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	27	1
7	Doppelverglasung	Nord	90	66	1,1	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	73	1
8	Außenwand	West	90	81	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	18	1
9	Doppelverglasung	West	90	17	1,1	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	19	1
10	EG Fußboden	Horizont.	0	423	0,83	EG FB gegen Erdreich = Systemgrenze	351	1

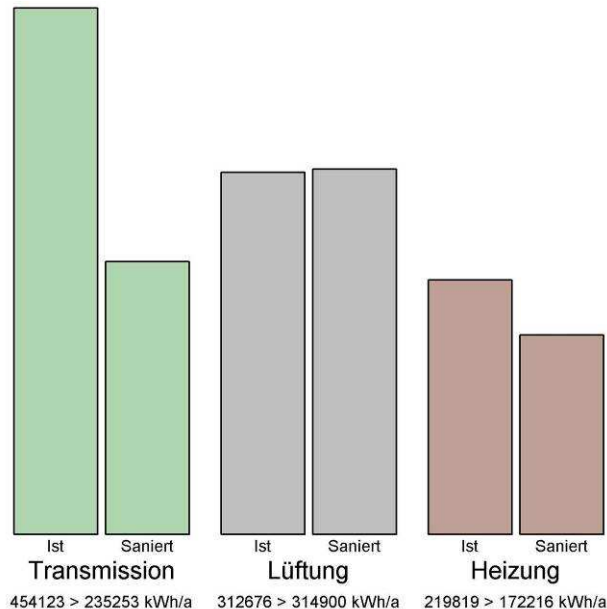
8.2 Modernisierung der Anlagentechnik - Variante 6

In der Anlagentechnik wird keine Veränderung vorgenommen.

8.3 Modernisierung - Variante 6 – Energiebedarf Darstellung

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **31 %**.

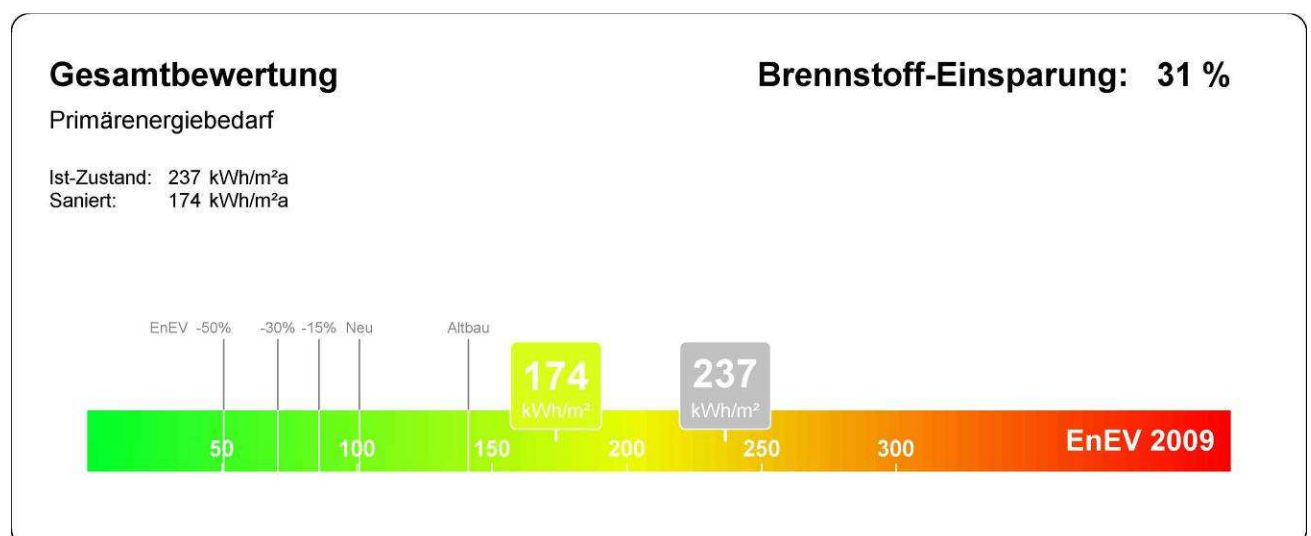
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 718122 kWh/Jahr reduziert sich auf 495440 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 222682 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 49963 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 **174 kWh/m²** pro Jahr.



9. Variante 7 : Vorschläge für die energetische Modernisierung

In dieser Variante wird folgende Modernisierungsmaßnahme betrachtet:

9.1 Variante 7 - Fensteraustausch, Wärmedämmung der Außenwand, Wärmedämmung auf oberster Geschoßdecke und Modernisierung der Anlagentechnik

Außenwände: Außenwände mit einem Wärmeverbundsystem verkleiden, WDVS 14 cm Polysterol WLG 040

Fenster Haupthaus: Austausch der bestehenden Verglasung durch moderne 2-fach Wärmeschutzverglasung. Diese neuen Fenster werden teilweise mit dezentralen Lüftungselementen ausgestattet die für einen Luftaustausch sorgen.
Fensterelement U-Wert max. 1,10 W/m²K

Fenster Anbau: Austausch der bestehenden Verglasung durch moderne 2-fach Wärmeschutzverglasung. Diese neuen Fenster werden teilweise mit dezentralen Lüftungselementen ausgestattet die für einen Luftaustausch sorgen.
Fensterelement U-Wert max. 1,10 W/m²K

Dachfläche: Die Dachfläche wird mit EPS Dämmstoffplatten verkleidet, Mindest Dämmstärke EPS 12 cm Dämmstoffplatten WLG 045

Hüllfläche

	Bezeichnung	Richtung	Neigung [°]	Fläche [m²]	U-Wert [W/m²K]	Bauteilkennung	H_T [W/K]	Fx
1	DA	Horizont.	0	1289	0,2	DA gegen Außenluft = Systemgrenze	258	1
2	Außenwand	Süd	90	122	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	27	1
3	Isolierverglasung	Süd	90	189	1,1	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	208	1
4	Außenwand	Ost	90	86	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	19	1
5	Isolierverglasung	Ost	90	187	1,1	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	206	1
6	Außenwand	Nord	90	125	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	28	1
7	Isolierverglasung	Nord	90	168	1,1	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	185	1
8	Außenwand	West	90	64	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	14	1
9	Isolierverglasung	West	90	179	1,1	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	197	1
10	EG Fußboden	Horizont.	0	1289	0,83	EG FB gegen Erdreich = Systemgrenze	1070	1

Hüllfläche Anbau

	Bezeichnung	Richtung	Neigung [°]	Fläche [m²]	U-Wert [W/m²K]	Bauteilkennung	H_T [W/K]	Fx
1	DA	Horizont.	0	423	0,2	DA gegen Außenluft = Systemgrenze	85	1
2	Außenwand	Süd	90	134	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	29	1
3	Isolierverglasung	Süd	90	66	1,1	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	73	1
4	Außenwand	Ost	90	112	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	25	1
5	Isolierverglasung	Ost	90	0	1,1	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	0	1
6	Außenwand	Nord	90	121	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	27	1
7	Isolierverglasung	Nord	90	66	1,1	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	73	1
8	Außenwand	West	90	81	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	18	1
9	Isolierverglasung	West	90	17	1,1	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	19	1
10	EG Fußboden	Horizont.	0	423	0,83	EG FB gegen Erdreich = Systemgrenze	351	1

9.2 Modernisierung der Anlagentechnik - Variante 7

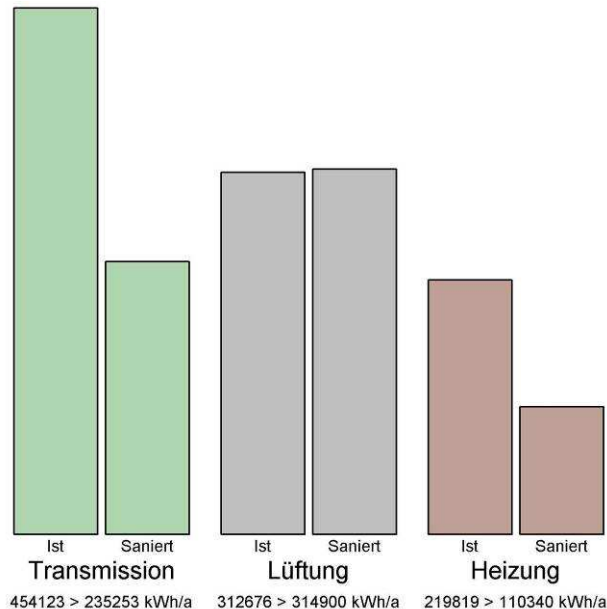
Moderne Anlagentechnik:

Der leistungsstarke Bestandskessel wird durch ein modernes Brennwertgeräte ersetzt. Die vorhandenen Pumpen werden durch Differenzdruck gesteuerte Pumpen ausgetauscht.

9.3 Modernisierung - Variante 7 – Energiebedarf Darstellung

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **39 %**.

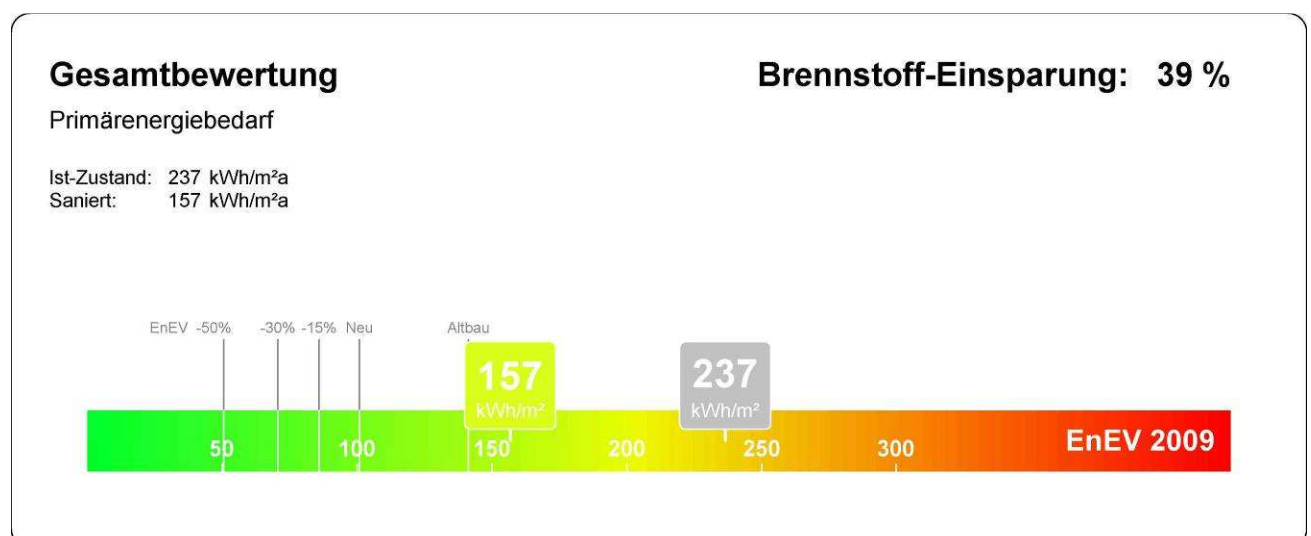
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 718122 kWh/Jahr reduziert sich auf 435476 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 282646 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 63363 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 **157 kWh/m²** pro Jahr.



10. Zusammenfassung der Ergebnisse

10.1 Primärenergiebedarf

Primärenergiebedarf Q_p :

	kWh/a		Einsparung
Ist-Zustand	836091		
Var.1 - AF neu	765658		70432 8,4%
Var.2 - WD an AW	718031		118059 14,1%
Var.3 - WD DA	798151		37940 4,5%
Var.4 - HZ neu	758044		78046 9,3%
Var.5 - AF neu, WD AW	650012		186079 22,3%
Var.6 - AF, WD AW, WD DA	613976		222114 26,6%
Var.7 - AF, WD AW, WD DA, HZ n	554355		281736 33,7%

Primärenergiebedarf q_p pro m^2 :

	kWh/ m^2 a		Einsparung
Ist-Zustand	237		
Var.1 - AF neu	217		20 8,4%
Var.2 - WD an AW	203		33 14,1%
Var.3 - WD DA	226		11 4,5%
Var.4 - HZ neu	214		22 9,3%
Var.5 - AF neu, WD AW	184		53 22,3%
Var.6 - AF, WD AW, WD DA	174		63 26,6%
Var.7 - AF, WD AW, WD DA, HZ n	157		80 33,7%

10.2 Endenergiebedarf

Endenergiebedarf Q_E :

	kWh/a		Einsparung
Ist-Zustand	718122		
Var.1 - AF neu	647437		70685 9,8%
Var.2 - WD an AW	599820		118302 16,5%
Var.3 - WD DA	680061		38061 5,3%
Var.4 - HZ neu	639498		78624 10,9%
Var.5 - AF neu, WD AW	531577		186545 26,0%
Var.6 - AF, WD AW, WD DA	495440		222682 31,0%
Var.7 - AF, WD AW, WD DA, HZ n	435476		282646 39,4%

Endenergiebedarf q_E pro m^2 :

	kWh/ m^2 a		Einsparung
Ist-Zustand	203		
Var.1 - AF neu	183		20 9,8%
Var.2 - WD an AW	170		33 16,5%
Var.3 - WD DA	192		11 5,3%
Var.4 - HZ neu	181		22 10,9%
Var.5 - AF neu, WD AW	150		53 26,0%
Var.6 - AF, WD AW, WD DA	140		63 31,0%
Var.7 - AF, WD AW, WD DA, HZ n	123		80 39,4%

10.3 Nutzenergiebedarf

Nutzenergiebedarf Q_b :

	kWh/a		Einsparung
Ist-Zustand	498303		
Var.1 - AF neu	443887		54416 10,9%
Var.2 - WD an AW	404291		94012 18,9%
Var.3 - WD DA	468428		29875 6,0%
Var.4 - HZ neu	498303		0 0%
Var.5 - AF neu, WD AW	351581		146722 29,4%
Var.6 - AF, WD AW, WD DA	323224		175079 35,1%
Var.7 - AF, WD AW, WD DA, HZ n	325135		173168 34,8%

Nutzenergiebedarf q_b pro m^2 :

	kWh/m ² a		Einsparung
Ist-Zustand	141		
Var.1 - AF neu	126		15 10,9%
Var.2 - WD an AW	114		27 18,9%
Var.3 - WD DA	133		8 6,0%
Var.4 - HZ neu	141		0 0%
Var.5 - AF neu, WD AW	99		42 29,4%
Var.6 - AF, WD AW, WD DA	91		50 35,1%
Var.7 - AF, WD AW, WD DA, HZ n	92		49 34,8%

10.4 Anlagentechnische Verluste

Anlagentechnische Verluste Q_t :

	kWh/a		Einsparung
Ist-Zustand	219819		
Var.1 - AF neu	203550		16269 7,4%
Var.2 - WD an AW	195529		24290 11,1%
Var.3 - WD DA	211634		8186 3,7%
Var.4 - HZ neu	139205		80614 36,7%
Var.5 - AF neu, WD AW	179997		39823 18,1%
Var.6 - AF, WD AW, WD DA	172216		47604 21,7%
Var.7 - AF, WD AW, WD DA, HZ n	110340		109479 49,8%









Anlagentechnische Verluste q_t pro m^2 :

	kWh/m ² a		Einsparung
Ist-Zustand	62		
Var.1 - AF neu	58		5 7,4%
Var.2 - WD an AW	55		7 11,1%
Var.3 - WD DA	60		2 3,7%
Var.4 - HZ neu	39		23 36,7%
Var.5 - AF neu, WD AW	51		11 18,1%
Var.6 - AF, WD AW, WD DA	49		13 21,7%
Var.7 - AF, WD AW, WD DA, HZ n	31		31 49,8%









10.6 Schadstoff-Emissionen

CO₂-Emissionen

CO₂-Emissionen:









	kg/a		Einsparung
Ist-Zustand	195411		
Var.1 - AF neu	179572		15839 8,1%
Var.2 - WD an AW	168850		26560 13,6%
Var.3 - WD DA	186878		8533 4,4%
Var.4 - HZ neu	177878		17533 9,0%
Var.5 - AF neu, WD AW	153553		41858 21,4%
Var.6 - AF, WD AW, WD DA	145447		49963 25,6%
Var.7 - AF, WD AW, WD DA, HZ n	132048		63363 32,4%

CO₂-Emssionen pro m²:

	kg/m ² a		Einsparung
Ist-Zustand	55		
Var.1 - AF neu	51		4 8,1%
Var.2 - WD an AW	48		8 13,6%
Var.3 - WD DA	53		2 4,4%
Var.4 - HZ neu	50		5 9,0%
Var.5 - AF neu, WD AW	43		12 21,4%
Var.6 - AF, WD AW, WD DA	41		14 25,6%
Var.7 - AF, WD AW, WD DA, HZ n	37		18 32,4%









NO_x-Emissionen

NO_x-Emissionen:

	kg/a		Einsparung
Ist-Zustand	160,5		
Var.1 - AF neu	147,7		12,8 8,0%
Var.2 - WD an AW	139,0		21,5 13,4%
Var.3 - WD DA	153,6		6,9 4,3%
Var.4 - HZ neu	146,3		14,2 8,8%
Var.5 - AF neu, WD AW	126,6		33,9 21,1%
Var.6 - AF, WD AW, WD DA	120,1		40,5 25,2%
Var.7 - AF, WD AW, WD DA, HZ n	109,2		51,3 32,0%

SO₂-Emissionen

SO₂-Emissionen:

	kg/a		Einsparung
Ist-Zustand	176,6		
Var.1 - AF neu	166,3		10,2 5,8%
Var.2 - WD an AW	159,3		17,2 9,8%
Var.3 - WD DA	171,0		5,5 3,1%
Var.4 - HZ neu	165,4		11,2 6,3%
Var.5 - AF neu, WD AW	149,4		27,1 15,4%
Var.6 - AF, WD AW, WD DA	144,2		32,4 18,3%
Var.7 - AF, WD AW, WD DA, HZ n	135,6		41,0 23,2%

Anhang - Brennstoffdaten

	Einheit	Heizwert Hi kWh/Einheit	Brennwert Hs kWh/Einheit	Verhältnis Hs/Hi *
Erdgas E	m ³	10,42	11,57	1,11
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.

	Einheit	Arbeitspreis Cent/Einheit	Arbeitspreis Cent/kWh	Grundpreis Euro/Jahr
Erdgas E	m ³	65,2	6,26	182
Strom	kWh	19,2	19,20	50

	Primär- energie- faktor	CO ₂ - Emissionen g/kWh	SO ₂ - Emissionen g/kWh	NO _x - Emissionen g/kWh
Erdgas E	1,1	247	0,157	0,200
Strom	2,6	683	1,111	0,583