

Energieberatungsbericht



Gebäude: Fachoberschule und Berufsoberschule
Alter Bahnhofsplatz 10
83646 Bad Tölz

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: 16. März 2010

Inhaltsverzeichnis

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

9. Variante 7 : Vorschläge für die energetische Modernisierung	29
9.1 Variante 7 - Gebäudehülle – Fensteraustausch und Wärmedämmung	
Außenwand	29
9.2 Variante 7 - Modernisierung der Anlagentechnik	30
9.3 Variante 7 - Modernisierung – Energiebedarf Darstellung	31
10. Variante 8 : Vorschläge für die energetische Modernisierung.....	32
10.1 Variante 8 - Gebäudehülle – Fensteraustausch und Wärmedämmung	
Außenwand	32
10.2 Variante 8 - Modernisierung der Anlagentechnik	33
10.3 Variante 8 - Modernisierung – Energiebedarf Darstellung	34
11. Zusammenfassung der Ergebnisse	35
11.1 Primärenergiebedarf	35
11.2 Endenergiebedarf	35
11.3 Nutzenergiebedarf	36
11.4 Anlagentechnische Verluste	36
11.5 Schadstoff-Emissionen	37
Anhang - Brennstoffdaten	38

Allgemeine Angaben zum Gebäude

Objekt: Am Alten Bahnhofplatz 1
83646 Bad Tölz

Beschreibung:

Gebäudetyp: Nichtwohngebäude
Baujahr: 1994
Wohneinheiten: 3

Beheiztes Volumen V_e : 21675 m³

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

Luftvolumen V : 20548 m³

Nettogrundfläche A_{NGF} : 6680,00 m²

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

Für das Schulentwicklungskonzept Energiewende 2035 (SEKE 2035) ist die Analyse der einzelnen Schulen der erste Schritt. Daraus folgt die energetische Bewertung der Schulen in Form eines Energieberatungsberichts. In diesem Bericht wird die einzelne Schule, hier die FOS, BOS, beschrieben und Verbesserungen zum Energieverbrauch aufgezeigt.

Dabei wird die Gebäudehülle inklusive der Anlagen zur Raumheizung und zur Trinkwarmwasserbereitung mit Hilfe von Energiebilanzen in Augenschein genommen. Es erfolgt eine Bewertung nach DIN 18599. In dieser DIN 18599 wird auf Gebäudetypen und deren angenommenen Werte für Verbräuche zurückgegriffen.

Das Energieeinsparpotential von Sanierungsmaßnahmen wird ermittelt und gegenübergestellt. Weiterhin sollen eine Abschätzung der Investitionskosten und eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung erfolgen. Als weitere Basis ist die aktuelle EneV 2009 zu Grunde gelegt.

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 Fach.- und Berufsoberschule in Bad Tölz. Das Hauptgebäude hat einen U-förmigen Grundriss und wurde 1997 in massiver Bauweise mit Lochfassade errichtet. Der Altbau ist teilweise unterkellert und beheizt. Das Treppenhaus ist vom restlichen Erdgeschoß durch Türen abgetrennt. Im Jahr 2003 wurde ein drei geschoßiger Anbau erstellt, in dessen Untergeschoß sich eine 150 Stellplätze umfassende Tiefgarage befindet. Das Gebäude steht in einer geschlossenen Ortsbebauung.

2.2. Grunddaten / Gebäude

Ort:	83646 Dietmannsried	
Bundesland:	Bayern	
Gebäudetyp:	Nichtwohngebäude	
Baujahr:	1997	
Nutzung:	Schulgebäude	
Zonen:	5	
Personenzahl:	800	
Volumen:	$V_e =$	21.675 m ³
Hüllfläche:	$A =$	7.979 m ²
Kompaktheit:	$A/V =$	0,36 m ⁻¹
Energiebezugsfläche:	$A_N =$	6.936 m ²
Mittlere Raumhöhe:	$H =$	3,1 m
Luftvolumen:	$V_L =$	20.578 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:

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

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

2.4 Fenster

Die Fenster im Altbau bestehen aus einer Holzrahmen Konstruktion mit Isolierverglasung dessen U-Werte ca. 1,8 – 2,2 W/m²K betragen.

2.5 Wärmebrücken

Die Hervorstehenden Erker in Dreiecksform mit ungedämmten Fassadenelementen die am ganzen Baukörper ausgeführt sind bergen die Gefahr potentieller Wärmebrücken. .

Die großen Fensterflächen im Verbindungsgang zwischen Altbau und Neubau sind oftmals nicht optimal mit dem Mauerwerk verbunden. Dies gilt auch für einen Teil der vorhandenen Fensterflächen am ganzen Gebäude. Der Übergang von Mauerwerk zu den Zargen und Rahmen beinhaltet die Gefahr möglicher Wärmebrücken.

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	OG	Anbau: Oberste Geschossdecke	1.474	0,29	0,24
X	OG	Oberste Geschossdecke	408	0,70	0,24
	WA	Anbau: Außenwand	639	0,22	0,24
X	WA	Haupthaus Außenwand	2.225	0,90	0,24
	FA	Anbau: Isolierverglasung	255	1,35	1,30
X	FA	Haupthaus Isolierverglasung	779	1,80	1,30
X	BK	Haupthaus Kellerdecke	1.474	0,93	0,30
	BK	Anbau: Kellerdecke	408	0,40	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 zwei Wärmeerzeugern von Fa. Viessmann versorgt.

1) Niedertemperatur Gaskessel	Baujahr 1997	Leistung: 225 kW
2) Niedertemperatur Gaskessel	Baujahr 1997	Leistung: 225 kW

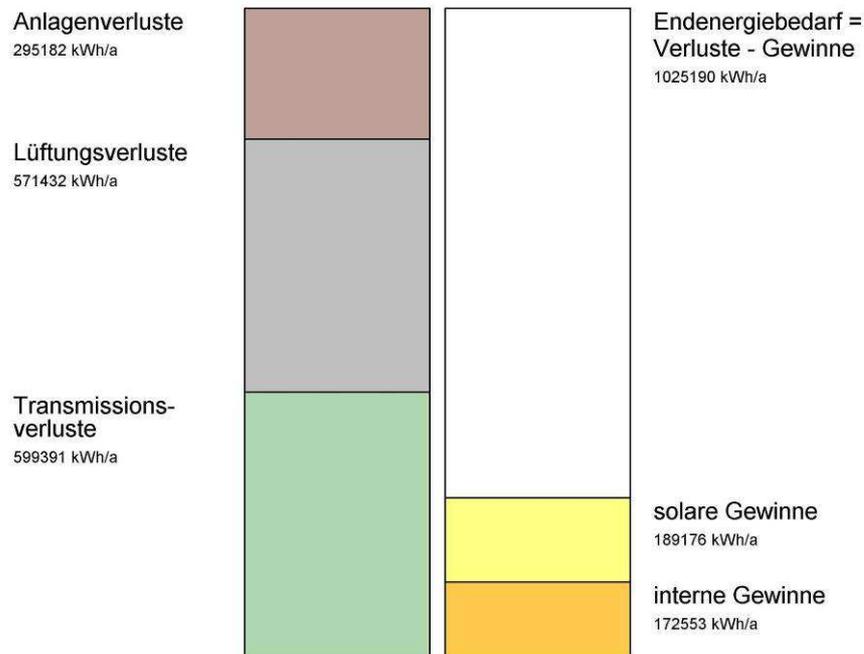
2.9 Warmwasser:

In den Toiletten und den vereinzelt vorhandenen Waschtischen gibt es nur Kaltwasser.

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 167 kWh/m²a.

Gesamtbewertung

Primärenergiebedarf

Ist-Zustand: 167 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

Oberste Geschoßdecke: Bestehende Geschoßdecke bleibt unverändert

Kellerdecke Anbau: Bestehende Kellerdecke bleibt unverändert

Hüllfläche

	Bezeichnung	Richtung	Neigung [°]	Fläche [m²]	U-Wert [W/m²K]	Bauteilkennung	H_T [W/K]	Fx
1	Oberste Geschoßdecke	Horizont.	0	1474	0,70	OGD gegen Außenluft = Systemgrenze	516	0,5
2	Außenwand	Ost	90	577	0,90	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	519	1
3	Isolierverglasung	Ost	90	151	1,10	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	166	1
4	Außenwand	Nord	90	746	0,90	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	671	1
5	Isolierverglasung	Nord	90	315	1,10	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	347	1
6	Außenwand	West	90	225	0,90	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	203	1
7	Isolierverglasung	West	90	20	1,10	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	22	1
8	Außenwand	Süd	90	462	0,90	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	416	1
9	Isolierverglasung	Süd	90	151	1,10	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	166	1
10	EG Fußboden	Horizont.	0	1474	0,93	EG FB gegen Erdreich = Systemgrenze	1371	1

Hüllfläche Anbau

	Bezeichnung	Richtung	Neigung [°]	Fläche [m ²]	U-Wert [W/m ² K]	Bauteilkennung	H_T [W/K]	Fx
1	Oberste Geschoßdecke	Horizont.	0	407	0,29	OGD gegen Außenluft = Systemgrenze	59	0,5
2	Außenwand	Ost	90	210	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	46	1
3	Isolierverglasung	Ost	90	75	1,35	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	101	1
4	Außenwand	Nord	90	158	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	35	1
5	Isolierverglasung	Nord	90	10	1,35	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	14	1
6	Außenwand	West	90	205	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	45	1
7	Isolierverglasung	West	90	114	1,35	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	154	1
8	Außenwand	Süd	90	77	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	17	1
9	Isolierverglasung	Süd	90	0	0,00	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	0	1
10	EG Fußboden	Horizont.	0	407	0,40	EG FB gegen Erdreich = Systemgrenze	163	1

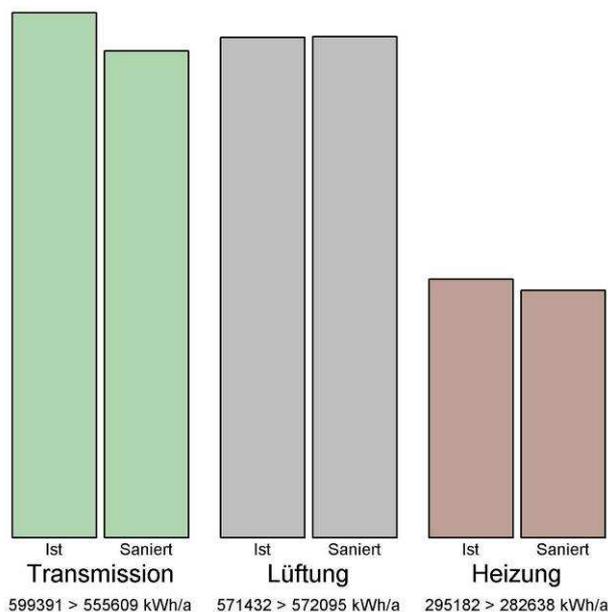
3.1 Variante 1 - Modernisierung der Anlagentechnik

In der Anlagentechnik wird keine Veränderung vorgenommen.

3.3 Variante 1 - Modernisierung – Energiebedarf Darstellung

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

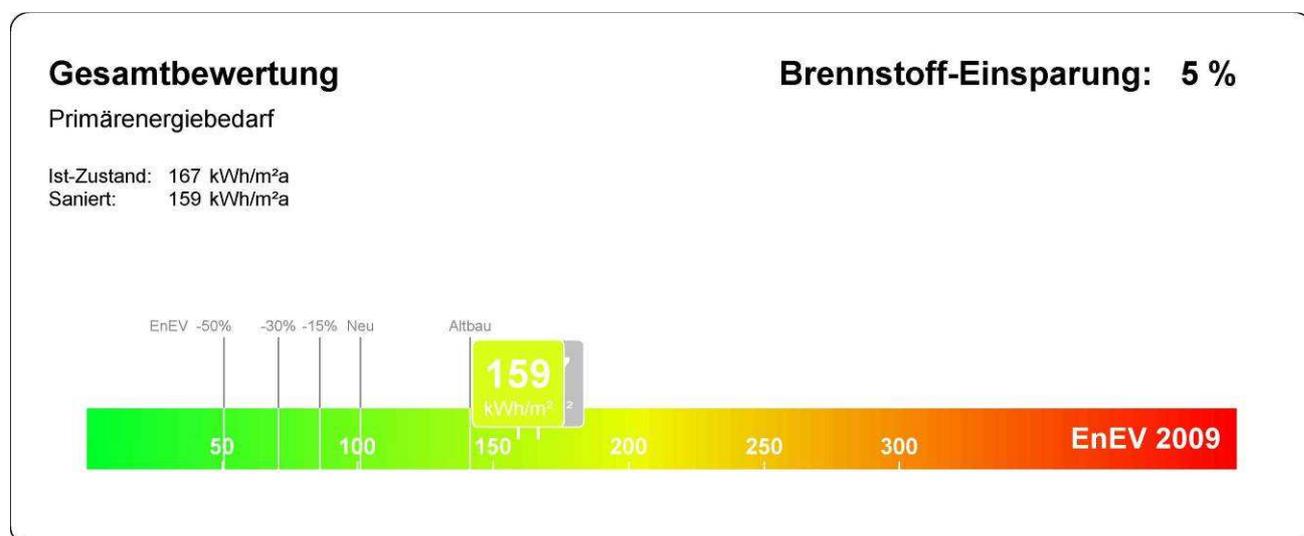
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 1025190 kWh/Jahr reduziert sich auf 976076 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 49114 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 10947 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 **159 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 12 cm Polystyrol WLG 040

Fenster: **Bestehende Fensterelemente bleiben**

Oberste Geschoßdecke: **Bestehende Geschoßdecke bleibt unverändert**

Kellerdecke Anbau: **Bestehende Kellerdecke bleibt unverändert**

Hüllfläche

	Bezeichnung	Richtung	Neigung [°]	Fläche [m ²]	U-Wert [W/m ² K]	Bauteilkennung	H_T [W/K]	Fx
1	Oberste Geschoßdecke	Horizont.	0	1474	0,70	OGD gegen Außenluft = Systemgrenze	516	0,5
2	Außenwand	Ost	90	577	0,21	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	121	1
3	Isolierverglasung	Ost	90	151	1,80	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	272	1
4	Außenwand	Nord	90	746	0,21	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	157	1
5	Isolierverglasung	Nord	90	315	1,80	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	567	1
6	Außenwand	West	90	225	0,21	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	47	1
7	Isolierverglasung	West	90	20	1,80	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	36	1
8	Außenwand	Süd	90	462	0,21	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	97	1
9	Isolierverglasung	Süd	90	151	1,80	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	272	1
10	EG Fußboden	Horizont.	0	1474	0,93	EG FB gegen Erdreich = Systemgrenze	1371	1

Hüllfläche Anbau

	Bezeichnung	Richtung	Neigung [°]	Fläche [m ²]	U-Wert [W/m ² K]	Bauteilkennung	H_T [W/K]	Fx
1	Oberste Geschoßdecke	Horizont.	0	407	0,29	OGD gegen Außenluft = Systemgrenze	59	0,5
2	Außenwand	Ost	90	210	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	46	1
3	Isolierverglasung	Ost	90	75	1,35	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	101	1
4	Außenwand	Nord	90	158	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	35	1
5	Isolierverglasung	Nord	90	10	1,35	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	14	1
6	Außenwand	West	90	205	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	45	1
7	Isolierverglasung	West	90	114	1,35	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	154	1
8	Außenwand	Süd	90	77	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	17	1
9	Isolierverglasung	Süd	90	0	0,00	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	0	1
10	EG Fußboden	Horizont.	0	407	0,40	EG FB gegen Erdreich = Systemgrenze	163	1

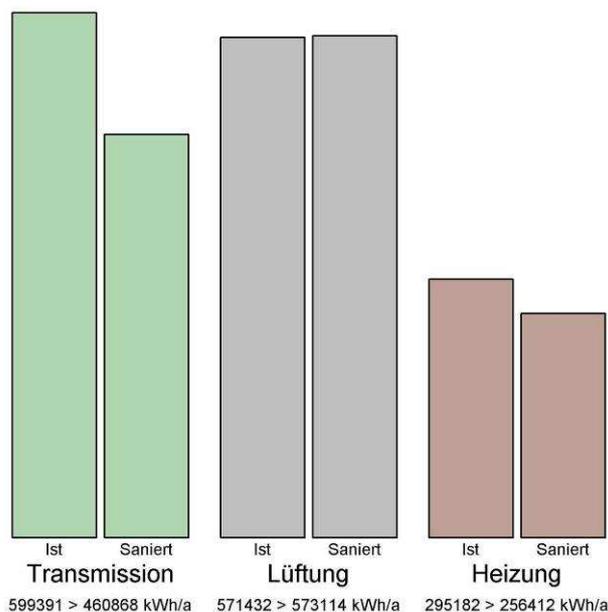
4.2 Variante 2 - Modernisierung der Anlagentechnik

In der Anlagentechnik wird keine Veränderung vorgenommen.

4.3 Variante 2 - Modernisierung – Energiebedarf Darstellung

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **15 %**.

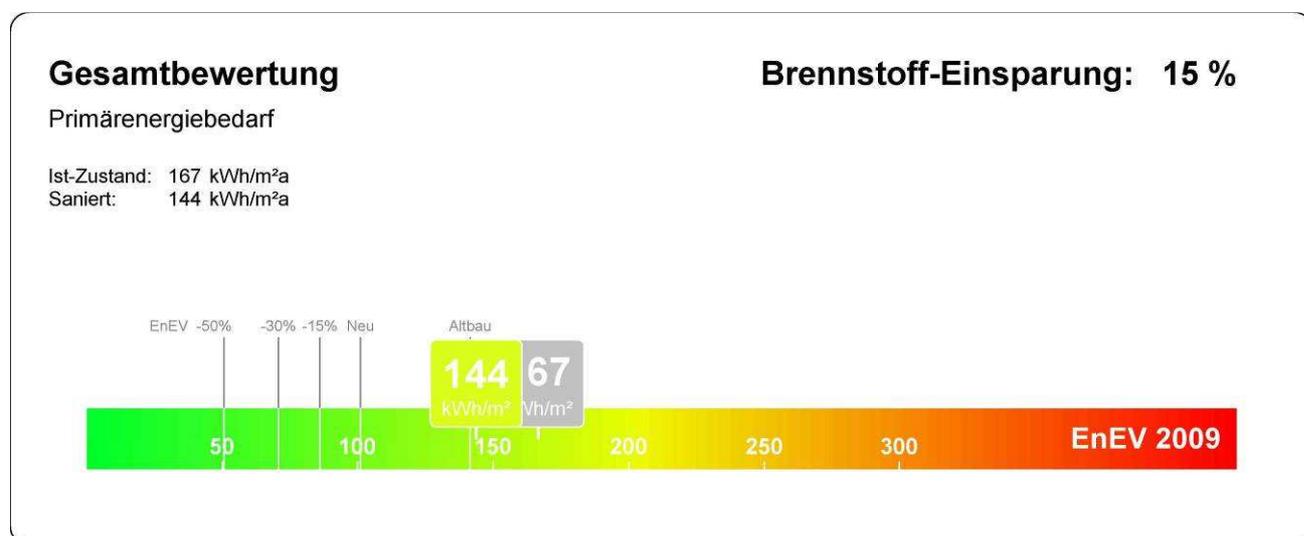
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 1025190 kWh/Jahr reduziert sich auf 870466 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 154724 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 34491 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 **144 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

Oberste Geschoßdecke: Die oberste Geschoßdecke wird mit EPS Dämmstoffplatten verkleidet, Mindest Dämmstärke EPS 12 cm Dämmstoffplatten WLG 045

Außenwände: Bestehende Außenwände bleiben unverändert

Fenster: Bestehende Fensterelemente bleiben

Kellerdecke Anbau: Bestehende Kellerdecke bleibt unverändert

Hüllfläche

	Bezeichnung	Richtung	Neigung [°]	Fläche [m²]	U-Wert [W/m²K]	Bauteilkennung	H_T [W/K]	Fx
1	Oberste Geschoßdecke	Horizont.	0	1474	0,22	OGD gegen Außenluft = Systemgrenze	162	0,5
2	Außenwand	Ost	90	577	0,90	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	519	1
3	Isolierverglasung	Ost	90	151	1,80	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	272	1
4	Außenwand	Nord	90	746	0,90	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	671	1
5	Isolierverglasung	Nord	90	315	1,80	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	567	1
6	Außenwand	West	90	225	0,90	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	203	1
7	Isolierverglasung	West	90	20	1,80	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	36	1
8	Außenwand	Süd	90	462	0,90	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	416	1
9	Isolierverglasung	Süd	90	151	1,80	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	272	1
10	EG Fußboden	Horizont.	0	1474	0,93	EG FB gegen Erdreich = Systemgrenze	1371	1

Hüllfläche Anbau

	Bezeichnung	Richtung	Neigung [°]	Fläche [m ²]	U-Wert [W/m ² K]	Bauteilkennung	H_T [W/K]	Fx
1	Oberste Geschoßdecke	Horizont.	0	407	0,29	OGD gegen Außenluft = Systemgrenze	59	0,5
2	Außenwand	Ost	90	210	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	46	1
3	Isolierverglasung	Ost	90	75	1,35	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	101	1
4	Außenwand	Nord	90	158	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	35	1
5	Isolierverglasung	Nord	90	10	1,35	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	14	1
6	Außenwand	West	90	205	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	45	1
7	Isolierverglasung	West	90	114	1,35	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	154	1
8	Außenwand	Süd	90	77	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	17	1
9	Isolierverglasung	Süd	90	0	0,00	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	0	1
10	EG Fußboden	Horizont.	0	407	0,40	EG FB gegen Erdreich = Systemgrenze	163	1

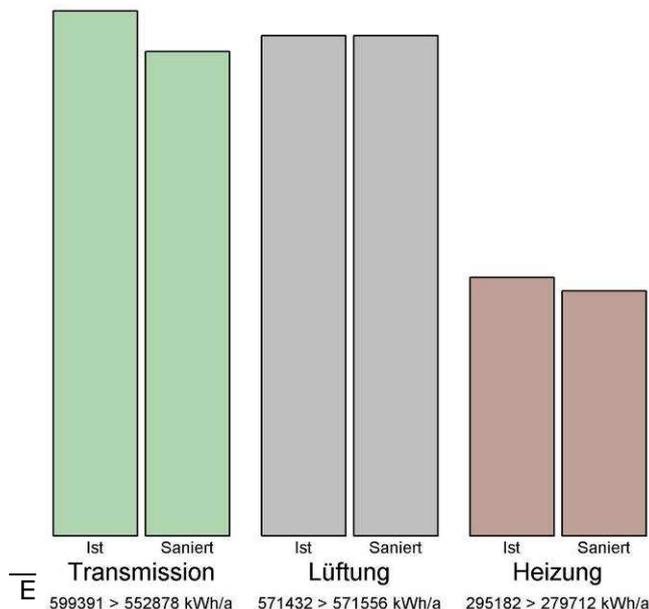
5.2 Variante 3 - Modernisierung der Anlagentechnik

In der Anlagentechnik wird keine Veränderung vorgenommen.

5.3 Variante 3 - Modernisierung – Energiebedarf Darstellung

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **6 %**.

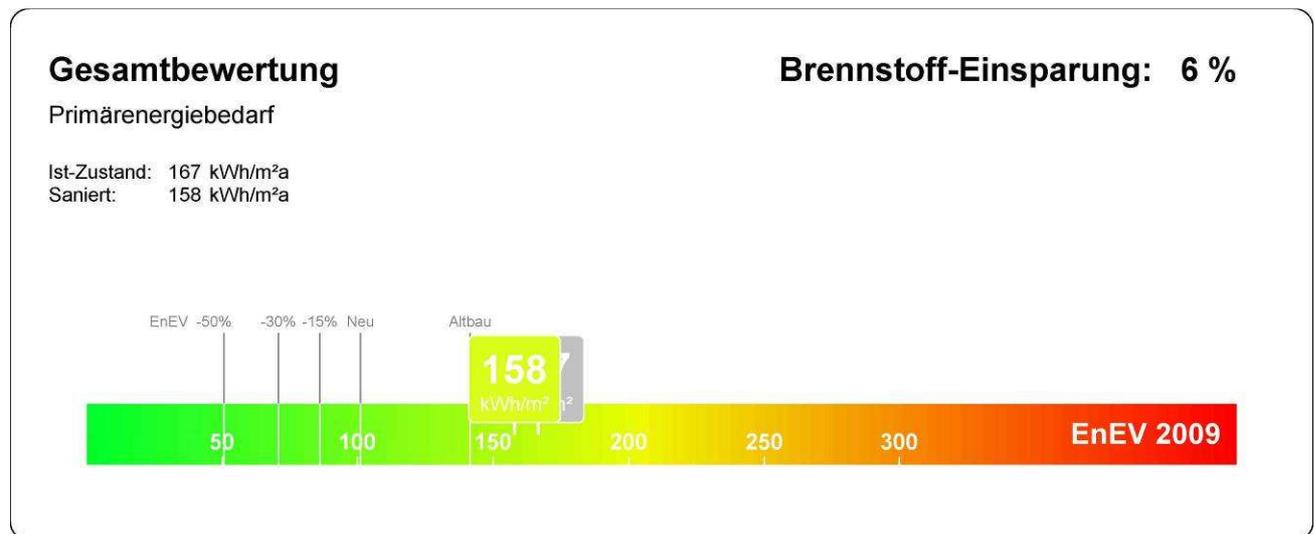
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 1025190 kWh/Jahr reduziert sich auf 965078 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 60112 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 13418 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 **158 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

Kellerdecke Anbau: Die Kellerdecke im Anbau wird mit EPS Dämmstoff-platten verkleidet, Mindest Dämmstärke EPS 10 cm Dämmstoffplatten WLG 045

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	1474	0,70	OGD gegen Außenluft = Systemgrenze	516	0,5
2	Außenwand	Ost	90	577	0,90	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	519	1
3	Isolierverglasung	Ost	90	151	1,80	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	272	1
4	Außenwand	Nord	90	746	0,90	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	671	1
5	Isolierverglasung	Nord	90	315	1,80	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	567	1
6	Außenwand	West	90	225	0,90	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	203	1
7	Isolierverglasung	West	90	20	1,80	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	36	1
8	Außenwand	Süd	90	462	0,90	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	416	1
9	Isolierverglasung	Süd	90	151	1,80	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	272	1
10	EG Fußboden	Horizont.	0	1474	0,93	EG FB gegen Erdreich = Systemgrenze	1371	1

Hüllfläche Anbau

	Bezeichnung	Richtung	Neigung [°]	Fläche [m ²]	U-Wert [W/m ² K]	Bauteilkennung	H_T [W/K]	Fx
1	Oberste Geschoßdecke	Horizont.	0	407	0,29	OGD gegen Außenluft = Systemgrenze	59	0,5
2	Außenwand	Ost	90	210	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	46	1
3	Isolierverglasung	Ost	90	75	1,35	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	101	1
4	Außenwand	Nord	90	158	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	35	1
5	Isolierverglasung	Nord	90	10	1,35	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	14	1
6	Außenwand	West	90	205	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	45	1
7	Isolierverglasung	West	90	114	1,35	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	154	1
8	Außenwand	Süd	90	77	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	17	1
9	Isolierverglasung	Süd	90	0	0,00	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	0	1
10	EG Fußboden	Horizont.	0	407	0,20	EG FB gegen Erdreich = Systemgrenze	81	1

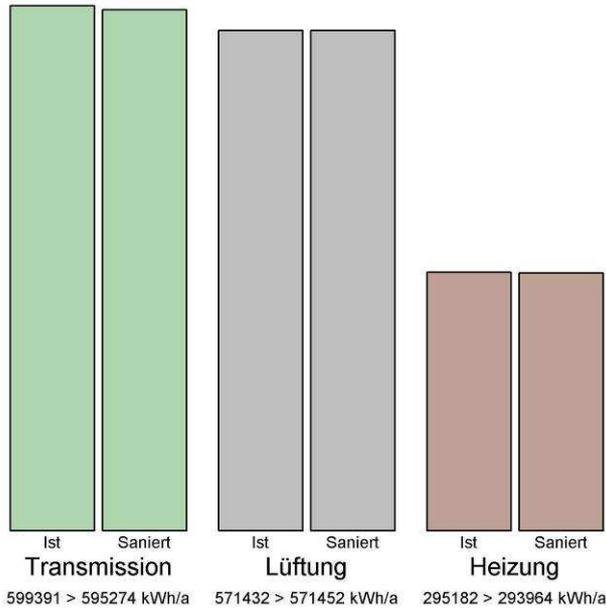
6.2 Variante 4 - Modernisierung der Anlagentechnik

In der Anlagentechnik wird keine Veränderung vorgenommen.

6.3 Variante 4 - Modernisierung – Energiebedarf Darstellung

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **0 %**.

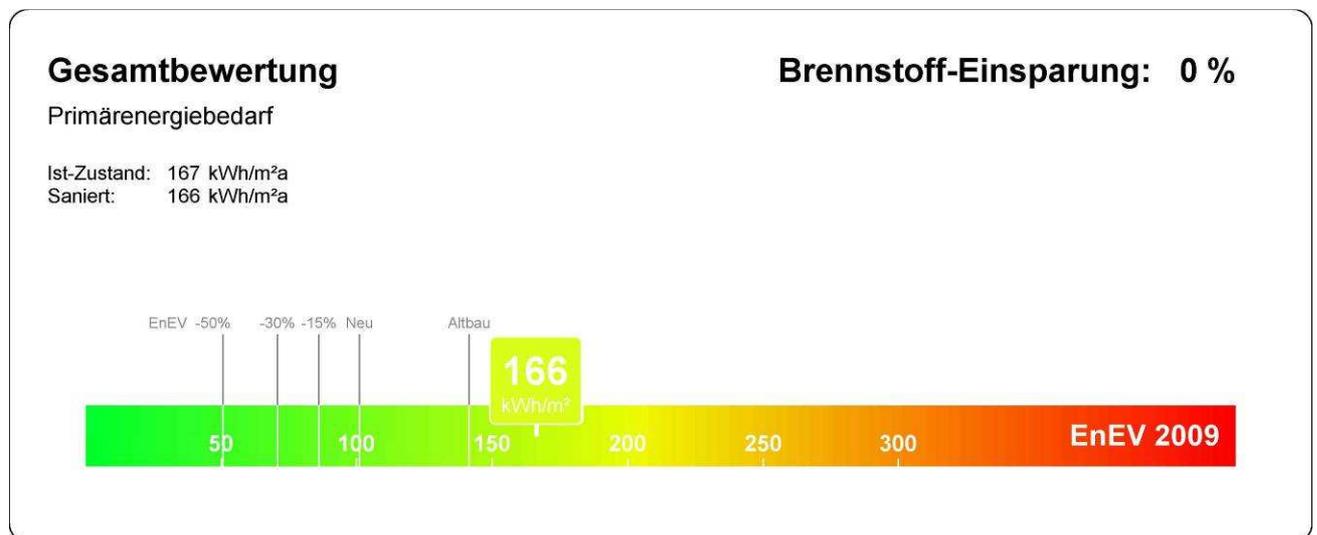
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 1025190 kWh/Jahr reduziert sich auf 1020296 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 4893 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 1090 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 **166 kWh/m²** pro Jahr.



7. Variante 5 : Vorschläge für die energetische Modernisierung

In dieser Variante wird folgende Modernisierungsmaßnahme betrachtet:

7.1 Variante 5 - Gebäudehülle bleibt unverändert, Modernisierung der Anlagentechnik

Außenwände: Bestehende Außenwände bleiben unverändert

Fenster: Bestehende Fensterelemente bleiben

Oberste Geschoßdecke: Bestehende Geschoßdecke bleibt unverändert

Kellerdecke Anbau: Bestehende Kellerdecke bleibt unverändert

Hüllfläche

	Bezeichnung	Richtung	Neigung [°]	Fläche [m ²]	U-Wert [W/m ² K]	Bauteilkennung	H_T [W/K]	Fx
1	Oberste Geschoßdecke	Horizont.	0	1474	0,70	OGD gegen Außenluft = Systemgrenze	516	0,5
2	Außenwand	Ost	90	577	0,90	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	519	1
3	Isolierverglasung	Ost	90	151	1,80	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	272	1
4	Außenwand	Nord	90	746	0,90	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	671	1
5	Isolierverglasung	Nord	90	315	1,80	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	567	1
6	Außenwand	West	90	225	0,90	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	203	1
7	Isolierverglasung	West	90	20	1,80	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	36	1
8	Außenwand	Süd	90	462	0,90	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	416	1
9	Isolierverglasung	Süd	90	151	1,80	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	272	1
10	EG Fußboden	Horizont.	0	1474	0,93	EG FB gegen Erdreich = Systemgrenze	1371	1

Hüllfläche Anbau

	Bezeichnung	Richtung	Neigung [°]	Fläche [m ²]	U-Wert [W/m ² K]	Bauteilkennung	H_T [W/K]	Fx
1	Oberste Geschoßdecke	Horizont.	0	407	0,29	OGD gegen Außenluft = Systemgrenze	59	0,5
2	Außenwand	Ost	90	210	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	46	1
3	Isolierverglasung	Ost	90	75	1,35	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	101	1
4	Außenwand	Nord	90	158	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	35	1
5	Isolierverglasung	Nord	90	10	1,35	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	14	1
6	Außenwand	West	90	205	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	45	1
7	Isolierverglasung	West	90	114	1,35	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	154	1
8	Außenwand	Süd	90	77	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	17	1
9	Isolierverglasung	Süd	90	0	0,00	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	0	1
10	EG Fußboden	Horizont.	0	407	0,40	EG FB gegen Erdreich = Systemgrenze	163	1

7.2 Variante 5 - Modernisierung der Anlagentechnik

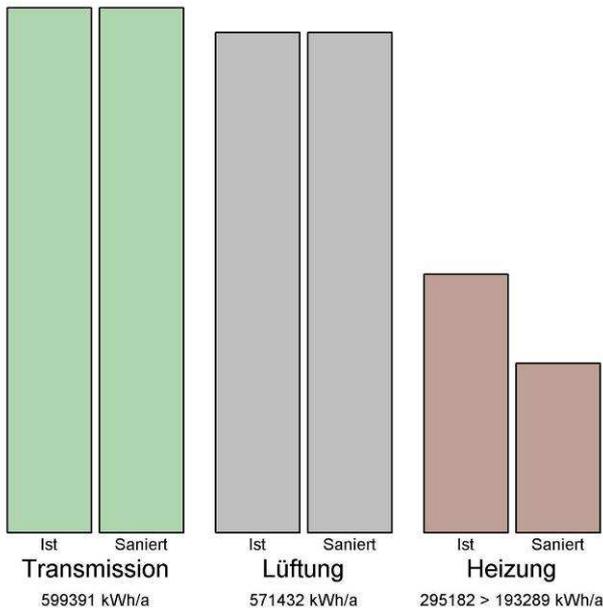
Moderne Anlagentechnik:

Die zwei bestehenden Wärmeerzeuger werden durch moderne Brennwertgeräte ersetzt. Der gesamte Schulkomplex wird bereits von einer gemeinsamen Heizungsanlage versorgt. Die vorhandenen Pumpen werden durch Differenzdruck gesteuerte Pumpen ausgetauscht.

7.3 Variante 5 - Modernisierung – Energiebedarf Darstellung

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

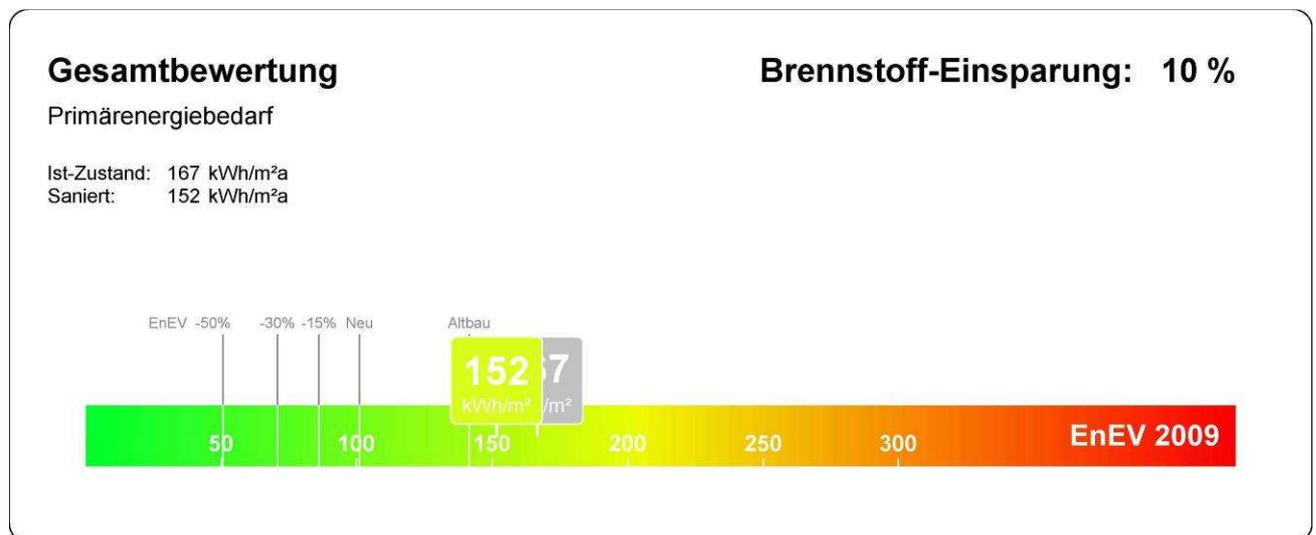
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 1025190 kWh/Jahr reduziert sich auf 923297 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 101893 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 22622 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 **152 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 und Wärmedämmung Außenwand

Außenwände: Außenwände mit einem Wärmeverbundsystem verkleiden. Mindest Dämmstärke WDVS 14 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

Oberste Geschoßdecke: Bestehende Geschoßdecke bleibt unverändert

Kellerdecke Anbau: Bestehende Kellerdecke bleibt unverändert

Hüllfläche

	Bezeichnung	Richtung	Neigung [°]	Fläche [m ²]	U-Wert [W/m ² K]	Bauteilkennung	H_T [W/K]	Fx
1	Oberste Geschoßdecke	Horizont.	0	1474	0,70	OGD gegen Außenluft = Systemgrenze	516	0,5
2	Außenwand	Ost	90	577	0,21	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	121	1
3	Isolierverglasung	Ost	90	151	1,10	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	166	1
4	Außenwand	Nord	90	746	0,21	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	157	1
5	Isolierverglasung	Nord	90	315	1,10	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	347	1
6	Außenwand	West	90	225	0,21	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	47	1
7	Isolierverglasung	West	90	20	1,10	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	22	1
8	Außenwand	Süd	90	462	0,21	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	97	1
9	Isolierverglasung	Süd	90	151	1,10	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	166	1
10	EG Fußboden	Horizont.	0	1474	0,93	EG FB gegen Erdreich = Systemgrenze	1371	1

Hüllfläche Anbau

			[°]	[m²]	[W/m²K]		[W/K]	
1	Oberste Geschoßdecke	Horizont.	0	407	0,29	OGD gegen Außenluft = Systemgrenze	59	0,5
2	Außenwand	Ost	90	210	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	46	1
3	Isolierverglasung	Ost	90	75	1,35	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	101	1
4	Außenwand	Nord	90	158	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	35	1
5	Isolierverglasung	Nord	90	10	1,35	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	14	1
6	Außenwand	West	90	205	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	45	1
7	Isolierverglasung	West	90	114	1,35	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	154	1
8	Außenwand	Süd	90	77	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	17	1
9	Isolierverglasung	Süd	90	0	0,00	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	0	1
10	EG Fußboden	Horizont.	0	407	0,40	EG FB gegen Erdreich = Systemgrenze	163	1

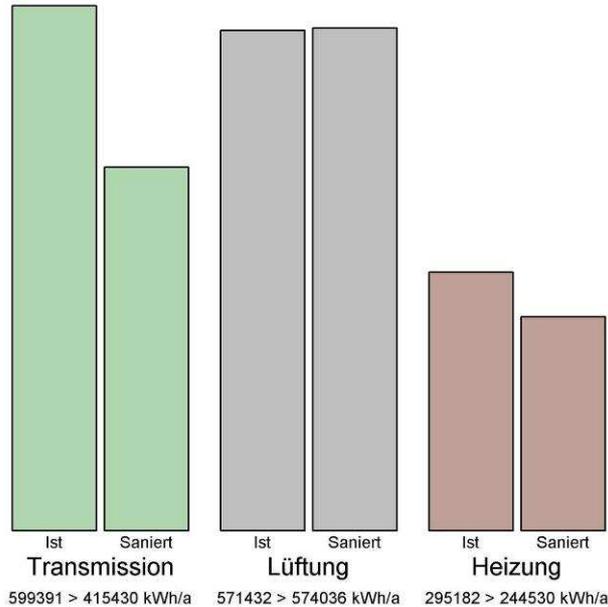
8.2 Variante 6 - Modernisierung der Anlagentechnik

In der Anlagentechnik wird keine Veränderung vorgenommen.

8.3 Variante 6 - Modernisierung – Energiebedarf Darstellung

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **20 %**.

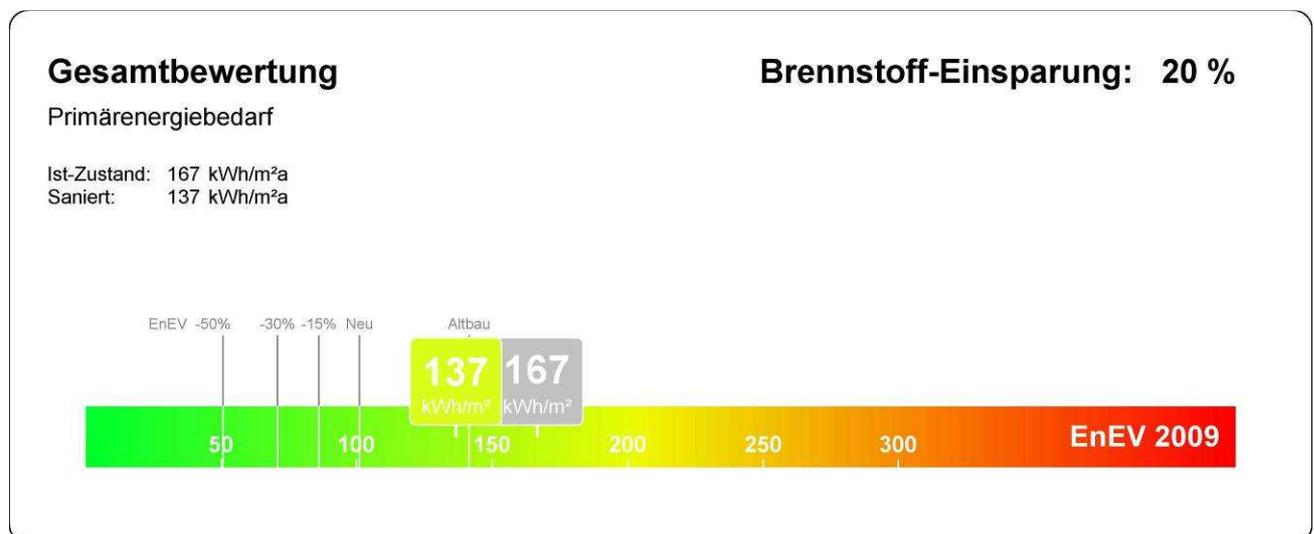
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 1025190 kWh/Jahr reduziert sich auf 822951 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 202239 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 45082 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 **137 kWh/m²** pro Jahr.



9. Variante 7 : Vorschläge für die energetische Modernisierung

In dieser Variante wird folgende Modernisierungsmaßnahme betrachtet:

9.1 Variante 7 - Gebäudehülle – Fensteraustausch und Wärmedämmung Außenwand

Außenwände: Außenwände mit einem Wärmeverbundsystem verkleiden. Mindest Dämmstärke WDVS 14 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

Oberste Geschoßdecke: Die oberste Geschoßdecke wird mit EPS Dämmstoffplatten verkleidet, Mindest Dämmstärke EPS 12 cm Dämmstoffplatten WLG 045

Kellerdecke Anbau: Die Kellerdecke im Anbau wird mit EPS Dämmstoffplatten verkleidet, Mindest Dämmstärke EPS 10 cm Dämmstoffplatten WLG 045

Hüllfläche

	Bezeichnung	Richtung	Neigung [°]	Fläche [m ²]	U-Wert [W/m ² K]	Bauteilkennung	H_T [W/K]	Fx
1	Oberste Geschoßdecke	Horizont.	0	1474	0,22	OGD gegen Außenluft = Systemgrenze	162	0,5
2	Außenwand	Ost	90	577	0,21	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	121	1
3	Isolierverglasung	Ost	90	151	1,10	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	166	1
4	Außenwand	Nord	90	746	0,21	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	157	1
5	Isolierverglasung	Nord	90	315	1,10	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	347	1
6	Außenwand	West	90	225	0,21	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	47	1
7	Isolierverglasung	West	90	20	1,10	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	22	1
8	Außenwand	Süd	90	462	0,21	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	97	1
9	Isolierverglasung	Süd	90	151	1,10	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	166	1
10	EG Fußboden	Horizont.	0	1474	0,93	EG FB gegen Erdreich = Systemgrenze	1371	1

Hüllfläche Anbau

	Bezeichnung	Richtung	Neigung [°]	Fläche [m ²]	U-Wert [W/m ² K]	Bauteilkennung	H_T [W/K]	Fx
1	Oberste Geschoßdecke	Horizont.	0	407	0,29	OGD gegen Außenluft = Systemgrenze	59	0,5
2	Außenwand	Ost	90	210	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	46	1
3	Isolierverglasung	Ost	90	75	1,35	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	101	1
4	Außenwand	Nord	90	158	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	35	1
5	Isolierverglasung	Nord	90	10	1,35	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	14	1
6	Außenwand	West	90	205	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	45	1
7	Isolierverglasung	West	90	114	1,35	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	154	1
8	Außenwand	Süd	90	77	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	17	1
9	Isolierverglasung	Süd	90	0	0,00	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	0	1
10	EG Fußboden	Horizont.	0	407	0,20	EG FB gegen Erdreich = Systemgrenze	81	1

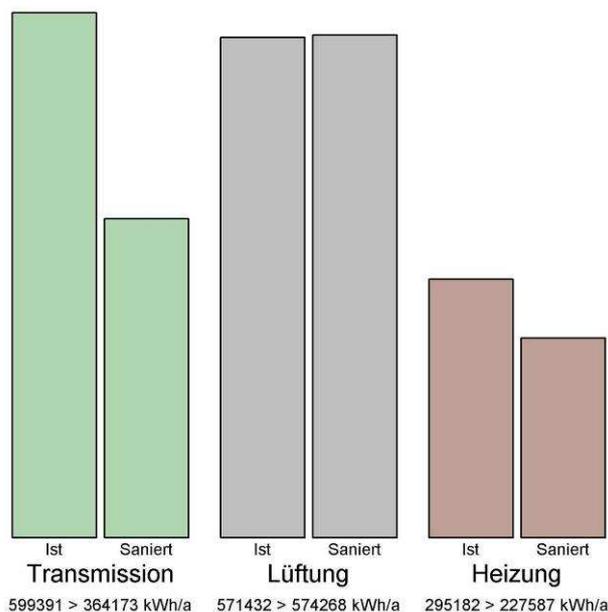
9.2 Variante 7 - Modernisierung der Anlagentechnik

In der Anlagentechnik wird keine Veränderung vorgenommen.

9.3 Variante 6 - Modernisierung – Energiebedarf Darstellung

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

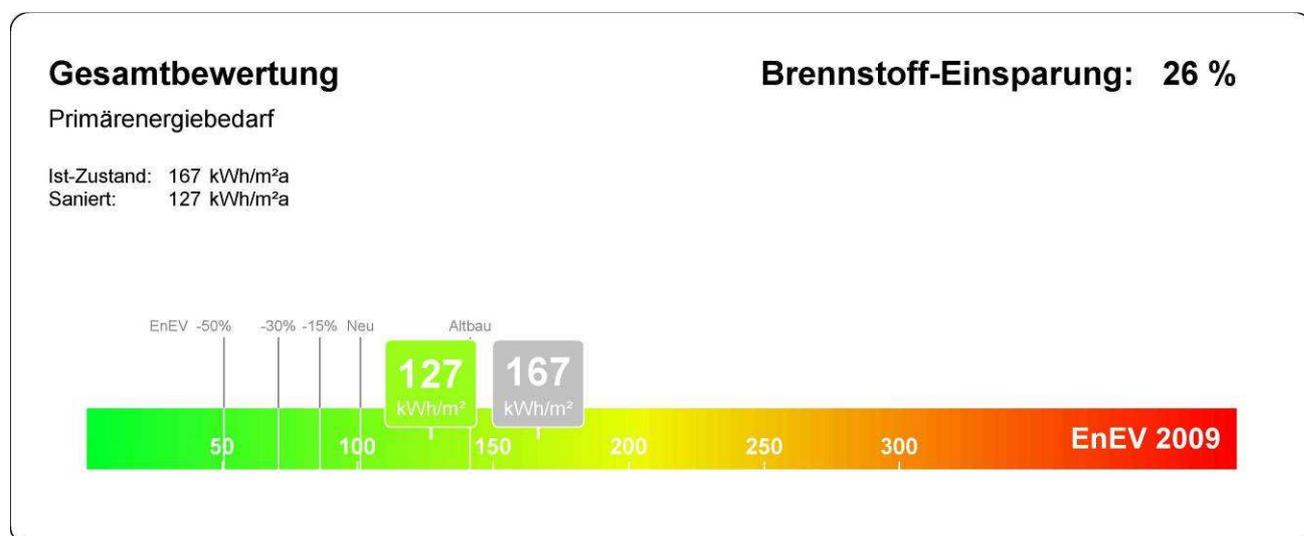
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 1025190 kWh/Jahr reduziert sich auf 758401 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 266789 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 59514 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 **127 kWh/m²** pro Jahr.



10. Variante 8 : Vorschläge für die energetische Modernisierung

In dieser Variante wird folgende Modernisierungsmaßnahme betrachtet:

10.1 Variante 8 - Gebäudehülle – Fensteraustausch und Wärmedämmung Außenwand

Außenwände: Außenwände mit einem Wärmeverbundsystem verkleiden. Mindest Dämmstärke WDVS 14 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

Oberste Geschoßdecke: Die oberste Geschoßdecke wird mit EPS Dämmstoffplatten verkleidet, Mindest Dämmstärke EPS 12 cm Dämmstoffplatten WLG 045

Kellerdecke Anbau: Die Kellerdecke im Anbau wird mit EPS Dämmstoffplatten verkleidet, Mindest Dämmstärke EPS 10 cm Dämmstoffplatten WLG 045

Hüllfläche

	Bezeichnung	Richtung	Neigung [°]	Fläche [m ²]	U-Wert [W/m ² K]	Bauteilkennung	H_T [W/K]	Fx
1	Oberste Geschoßdecke	Horizont.	0	1474	0,22	OGD gegen Außenluft = Systemgrenze	162	0,5
2	Außenwand	Ost	90	577	0,21	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	121	1
3	Isolierverglasung	Ost	90	151	1,10	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	166	1
4	Außenwand	Nord	90	746	0,21	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	157	1
5	Isolierverglasung	Nord	90	315	1,10	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	347	1
6	Außenwand	West	90	225	0,21	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	47	1
7	Isolierverglasung	West	90	20	1,10	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	22	1
8	Außenwand	Süd	90	462	0,21	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	97	1
9	Isolierverglasung	Süd	90	151	1,10	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	166	1
10	EG Fußboden	Horizont.	0	1474	0,93	EG FB gegen Erdreich = Systemgrenze	1371	1

Hüllfläche Anbau

	Bezeichnung	Richtung	Neigung [°]	Fläche [m ²]	U-Wert [W/m ² K]	Bauteilkennung	H_T [W/K]	Fx
1	Oberste Geschoßdecke	Horizont.	0	407	0,29	OGD gegen Außenluft = Systemgrenze	59	0,5
2	Außenwand	Ost	90	210	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	46	1
3	Isolierverglasung	Ost	90	75	1,35	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	101	1
4	Außenwand	Nord	90	158	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	35	1
5	Isolierverglasung	Nord	90	10	1,35	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	14	1
6	Außenwand	West	90	205	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	45	1
7	Isolierverglasung	West	90	114	1,35	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	154	1
8	Außenwand	Süd	90	77	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	17	1
9	Isolierverglasung	Süd	90	0	0,00	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	0	1
10	EG Fußboden	Horizont.	0	407	0,20	EG FB gegen Erdreich = Systemgrenze	81	1

10.2 Variante 8 - Modernisierung der Anlagentechnik

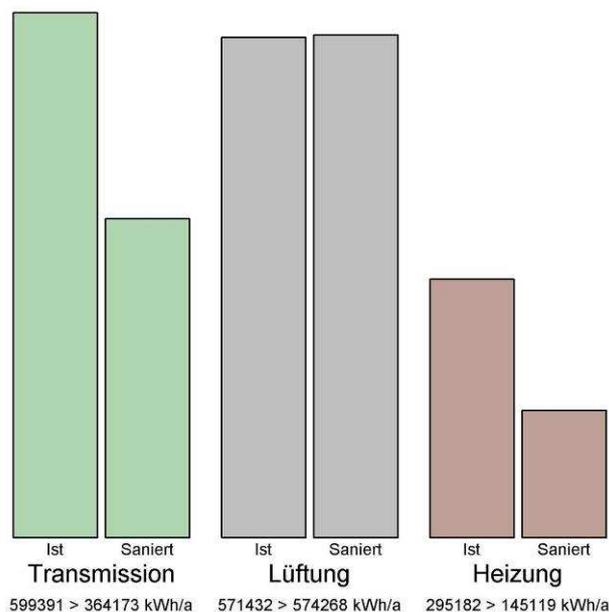
Moderne Anlagentechnik:

Die zwei bestehenden Wärmeerzeuger werden durch moderne Brennwertgeräte ersetzt. Der gesamte Schulkomplex wird bereits von einer gemeinsamen Heizungsanlage versorgt. Die vorhandenen Pumpen werden durch Differenzdruck gesteuerte Pumpen ausgetauscht.

10.3 Variante 8 - Modernisierung – Energiebedarf Darstellung

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **34 %**.

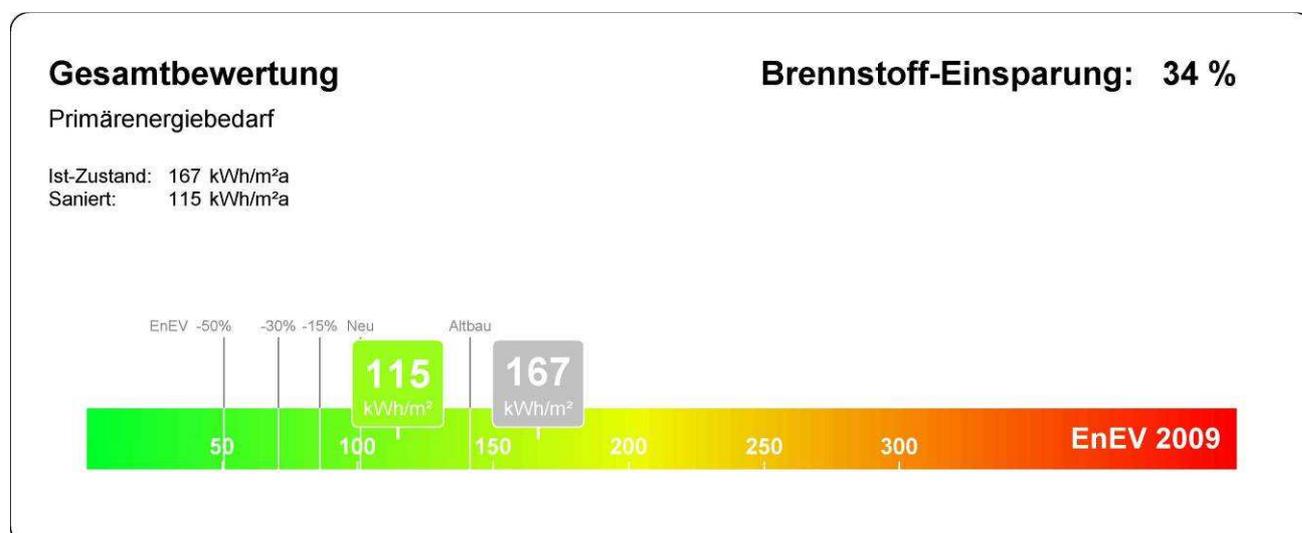
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 1025190 kWh/Jahr reduziert sich auf 675933 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 349257 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 77940 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 **115 kWh/m²** pro Jahr.



11. Zusammenfassung der Ergebnisse

11.1 Primärenergiebedarf

Primärenergiebedarf Q_p :	kWh/a	Einsparung	
Ist-Zustand	1113613		
Var.1 - AF neu	1064880	48733	4,4%
Var.2 - WD an AW	960070	153543	13,8%
Var.3 - WD OGD	1053897	59716	5,4%
Var.4 - WD an KG Anbau	1108759	4855	0,4%
Var.5 - HZ neu	1012820	100794	9,1%
Var.6 - AF n, WD AW	912919	200694	18,0%
Var.7 - AF n, WD AW, WD OGD, WD KG	848713	264901	23,8%
Var.8 - AF, WD AW, WD OGD, WD KG, HZ n	766726	346887	31,1%

Primärenergiebedarf q_p pro m^2 :	kWh/ m^2 a	Einsparung	
Ist-Zustand	167		
Var.1 - AF neu	159	7	4,4%
Var.2 - WD an AW	144	23	13,8%
Var.3 - WD OGD	158	9	5,4%
Var.4 - WD an KG Anbau	166	1	0,4%
Var.5 - HZ neu	152	15	9,1%
Var.6 - AF n, WD AW	137	30	18,0%
Var.7 - AF n, WD AW, WD OGD, WD KG	127	40	23,8%
Var.8 - AF, WD AW, WD OGD, WD KG, HZ n	115	52	31,1%

11.2 Endenergiebedarf

Endenergiebedarf Q_E :	kWh/a	Einsparung	
Ist-Zustand	1025190		
Var.1 - AF neu	976076	49114	4,8%
Var.2 - WD an AW	870466	154724	15,1%
Var.3 - WD OGD	965078	60112	5,9%
Var.4 - WD an KG Anbau	1020296	4893	0,5%
Var.5 - HZ neu	923297	101893	9,9%
Var.6 - AF n, WD AW	822951	202239	19,7%
Var.7 - AF n, WD AW, WD OGD, WD KG	758401	266789	26,0%
Var.8 - AF, WD AW, WD OGD, WD KG, HZ n	675933	349257	34,1%

Endenergiebedarf q_E pro m^2 :	kWh/ m^2 a	Einsparung	
Ist-Zustand	153		
Var.1 - AF neu	146	7	4,8%
Var.2 - WD an AW	130	23	15,1%
Var.3 - WD OGD	144	9	5,9%
Var.4 - WD an KG Anbau	153	1	0,5%
Var.5 - HZ neu	138	15	9,9%
Var.6 - AF n, WD AW	123	30	19,7%
Var.7 - AF n, WD AW, WD OGD, WD KG	114	40	26,0%
Var.8 - AF, WD AW, WD OGD, WD KG, HZ n	101	52	34,1%

11.3 Nutzenergiebedarf

Nutzenergiebedarf Q_b :	kWh/a	Einsparung	
Ist-Zustand	730008		
Var.1 - AF neu	693438	36570	5,0%
Var.2 - WD an AW	614054	115954	15,9%
Var.3 - WD OGD	685366	44642	6,1%
Var.4 - WD an KG Anbau	726333	3675	0,5%
Var.5 - HZ neu	730008	0	0,0%
Var.6 - AF n, WD AW	578421	151587	20,8%
Var.7 - AF n, WD AW, WD OGD, WD KG	530814	199194	27,3%
Var.8 - AF, WD AW, WD OGD, WD KG, HZ n	530814	199194	27,3%

Nutzenergiebedarf q_b pro m^2 :	kWh/ m^2 a	Einsparung	
Ist-Zustand	109		
Var.1 - AF neu	104	5	5,0%
Var.2 - WD an AW	92	17	15,9%
Var.3 - WD OGD	103	7	6,1%
Var.4 - WD an KG Anbau	109	1	0,5%
Var.5 - HZ neu	109	0	0,0%
Var.6 - AF n, WD AW	87	23	20,8%
Var.7 - AF n, WD AW, WD OGD, WD KG	79	30	27,3%
Var.8 - AF, WD AW, WD OGD, WD KG, HZ n	79	30	27,3%

11.4 Anlagentechnische Verluste

Anlagentechnische Verluste Q_t :	kWh/a	Einsparung	
Ist-Zustand	295182		
Var.1 - AF neu	282638	12544	4,2%
Var.2 - WD an AW	256412	38770	13,1%
Var.3 - WD OGD	279712	15470	5,2%
Var.4 - WD an KG Anbau	293964	1218	0,4%
Var.5 - HZ neu	193289	101893	34,5%
Var.6 - AF n, WD AW	244530	50652	17,2%
Var.7 - AF n, WD AW, WD OGD, WD KG	227587	67595	22,9%
Var.8 - AF, WD AW, WD OGD, WD KG, HZ n	145119	150063	50,8%

Anlagentechnische Verluste q_t pro m^2 :	kWh/ m^2 a	Einsparung	
Ist-Zustand	44		
Var.1 - AF neu	42	2	4,2%
Var.2 - WD an AW	38	6	13,1%
Var.3 - WD OGD	42	2	5,2%
Var.4 - WD an KG Anbau	44	0	0,4%
Var.5 - HZ neu	29	15	34,5%
Var.6 - AF n, WD AW	37	8	17,2%
Var.7 - AF n, WD AW, WD OGD, WD KG	34	10	22,9%
Var.8 - AF, WD AW, WD OGD, WD KG, HZ n	22	22	50,8%

11.5 Schadstoff-Emissionen

CO₂-Emissionen

CO ₂ -Emissionen:	kg/a	Einsparung	
Ist-Zustand	256077		
Var.1 - AF neu	245130	10947	4,3%
Var.2 - WD an AW	221586	34491	13,5%
Var.3 - WD OGD	242659	13418	5,2%
Var.4 - WD an KG Anbau	254986	1090	0,4%
Var.5 - HZ neu	233455	22622	8,8%
Var.6 - AF n, WD AW	210995	45082	17,6%
Var.7 - AF n, WD AW, WD OGD, WD KG	196563	59514	23,2%
Var.8 - AF, WD AW, WD OGD, WD KG, HZ n	178137	77940	30,4%

CO ₂ -Emissionen pro m ² :	kg/m ² a	Einsparung	
Ist-Zustand	38		
Var.1 - AF neu	37	2	4,3%
Var.2 - WD an AW	33	5	13,5%
Var.3 - WD OGD	36	2	5,2%
Var.4 - WD an KG Anbau	38	0	0,4%
Var.5 - HZ neu	35	3	8,8%
Var.6 - AF n, WD AW	32	7	17,6%
Var.7 - AF n, WD AW, WD OGD, WD KG	29	9	23,2%
Var.8 - AF, WD AW, WD OGD, WD KG, HZ n	27	12	30,4%

NO_x-Emissionen

NO _x -Emissionen:	kg/a	Einsparung	
Ist-Zustand	209,2		
Var.1 - AF neu	200,3	8,9	4,2%
Var.2 - WD an AW	181,2	27,9	13,4%
Var.3 - WD OGD	198,3	10,9	5,2%
Var.4 - WD an KG Anbau	208,3	0,9	0,4%
Var.5 - HZ neu	190,9	18,3	8,8%
Var.6 - AF n, WD AW	172,7	36,5	17,5%
Var.7 - AF n, WD AW, WD OGD, WD KG	161,0	48,2	23,0%
Var.8 - AF, WD AW, WD OGD, WD KG, HZ n	146,0	63,1	30,2%

SO₂-Emissionen

SO ₂ -Emissionen:	kg/a	Einsparung	
Ist-Zustand	203,9		
Var.1 - AF neu	196,9	7,0	3,4%
Var.2 - WD an AW	181,8	22,0	10,8%
Var.3 - WD OGD	195,3	8,6	4,2%
Var.4 - WD an KG Anbau	203,2	0,7	0,3%
Var.5 - HZ neu	189,5	14,3	7,0%
Var.6 - AF n, WD AW	175,1	28,8	14,1%
Var.7 - AF n, WD AW, WD OGD, WD KG	165,8	38,0	18,7%
Var.8 - AF, WD AW, WD OGD, WD KG, HZ n	154,0	49,9	24,5%

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