

Energieberatungsbericht

Gabriel von Seidl Gymnasium
Hindenburgstraße 26
83646 Bad Tölz

April 2009



Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
Allgemeine Angaben zum Gebäude	3
Ist-Zustand des Gebäudes	4
Energiebilanz	6
Bewertung des Gebäudes.....	7
Variante 1: Vorschläge für die energetische Modernisierung	8
Modernisierung der Anlagentechnik - Variante 1 -	10
Bewertung Variante 1.....	11
Variante 2 : Vorschläge für die energetische Modernisierung	12
Modernisierung der Anlagentechnik - Variante 2 -.....	12
Bewertung Variante 2.....	13
Zusammenfassung der Ergebnisse	14
Anhang - Brennstoffdaten	16
Anhang Fotos:.....	16

Allgemeine Angaben zum Gebäude

Objekt:	Hindenburgstrasse 26 83646 Bad Tölz
Beschreibung:	Das Gebäude wurde 1958 erstellt und 1962, 1974 und 2008 erweitert. Die letzte Erweiterung ist nicht Bestandteil dieser Untersuchung. Zwischenzeitlich wurde eine Vielzahl von kleinen und größeren baulichen und technischen Veränderungen durchgeführt
Gebäudetyp: Baujahr:	Seidl Gymnasium 1958
Luftvolumen V:	28811 m ³
Nettogrundfläche A _{NGF} :	8997,21m ²
Verbrauchsangaben:	Der Berechnung dieses Berichts wurde das EnEV-Standard-Nutzerverhalten und die Standard-Klimabedingungen für Deutschland zugrundegelegt. Daher können aus den Ergebnissen keine Rückschlüsse auf die absolute Höhe des Brennstoffverbrauchs gezogen werden.
Anlagentechnik	Die benötigte Wärme wird über 2 moderne Gasbrennwertgeräte erzeugt, die Lüftungsanlagen für Teilbereiche (Fachräume, WCs, Foyer) sind ohne Wärmerückgewinnung. Die Lüftung der Klassenräume erfolgt durch Fensterlüftung. Die Dämmungen der Heizleitungen ist auf niedrigem Niveau.

Ist-Zustand des Gebäudes

Gebäudehülle

In der folgenden Tabelle finden Sie eine Zusammenstellung der einzelnen Bauteile der Gebäudehülle mit ihren momentanen U-Werten. Zum Vergleich sind die Mindestanforderungen angegeben, die die EnEV bei Änderungen von Bauteilen an bestehenden Gebäuden stellt. Die angekreuzten Bauteile liegen deutlich über diesen Mindestanforderungen und bieten daher ein Potenzial für energetische Verbesserungen.

	Typ	Bauteil	U-Wert in W/m²K	U _{max} EnEV* in W/m²K
X	DA	Dachverglasung	3,50	0,25
	DA	Flachdach mit Folie	0,30	0,25
	OG	Dach Treppenhaus	0,39	0,30
	OG	Dachterrasse Lüftung	0,37	0,30
	OG	Dachterrassen	0,46	0,30
	OG	Gründach	0,24	0,30
X	OG	Oberste Geschossdecke Altbau	1,21	0,30
X	WA	Außenwand	1,40	0,35
X	WA	Heizkörpernischen Nord	2,13	0,35
X	WA	Heizkörpernischen Ost 2. OG	2,13	0,35
X	WA	Heizkörpernischen Ost EG, 1. OG	2,13	0,35
X	WA	Heizkörpernischen Süd 2.OG	2,13	0,35
X	WA	Heizkörpernischen Süd EG, 1.OG	1,56	0,35
X	WA	Heizkörpernischen West 2. OG	2,13	0,35
X	WA	Heizkörpernischen West EG, 1. OG	1,56	0,35
X	WA	Treppenhauswand Ost	1,47	0,35
X	WA	Treppenhauswand West	1,47	0,35
X	WA	Wand Altbau Nord	1,38	0,35
X	WA	Wand Altbau Ost	1,11	0,35
X	WA	Wand Altbau Ost 2. OG	1,38	0,35
X	WA	Wand Altbau Süd	1,11	0,35
X	WA	Wand Altbau Süd 2.OG	1,56	0,35
X	WA	Wand Altbau West	1,11	0,35
X	WA	Wand Altbau West 2.OG	1,38	0,35
X	WA	Wand Bauteil A Gegen Heizung/ Lüftung	1,39	0,35
X	WA	Wand Bauteil A Nord	0,71	0,35
X	WA	Wand Bauteil A Ost	0,71	0,35
X	WA	Wand Bauteil A Süd	0,71	0,35
X	WA	Wand Bauteil A West	0,71	0,35
X	WA	Wand EG Nord Eingang	0,85	0,35
X	WA	Wand EG Nord West Musik	0,85	0,35
X	WA	Wand EG Süd Aula	0,85	0,35
X	WA	Wand EG Süd Musik	0,85	0,35
X	WA	Wand EG Süd Ost Aula	0,85	0,35
X	WA	Wand EG West Aula	0,85	0,35
X	WA	Wand EG West Musik	0,85	0,35
X	WA	Wand OG Nord Bibliothek	0,85	0,35
X	WA	Wand OG Nord Eingang	0,85	0,35
X	WA	Wand OG Nord Ost Eingang	0,85	0,35
X	WA	Wand OG Nord Silentium	0,85	0,35
X	WA	Wand OG Nord West Bibliothek	0,85	0,35
X	WA	Wand OG Ost Eingang	0,85	0,35
X	WA	Wand OG Ost Lehrerzimmer	0,85	0,35
X	WA	Wand OG Süd Flur	0,85	0,35

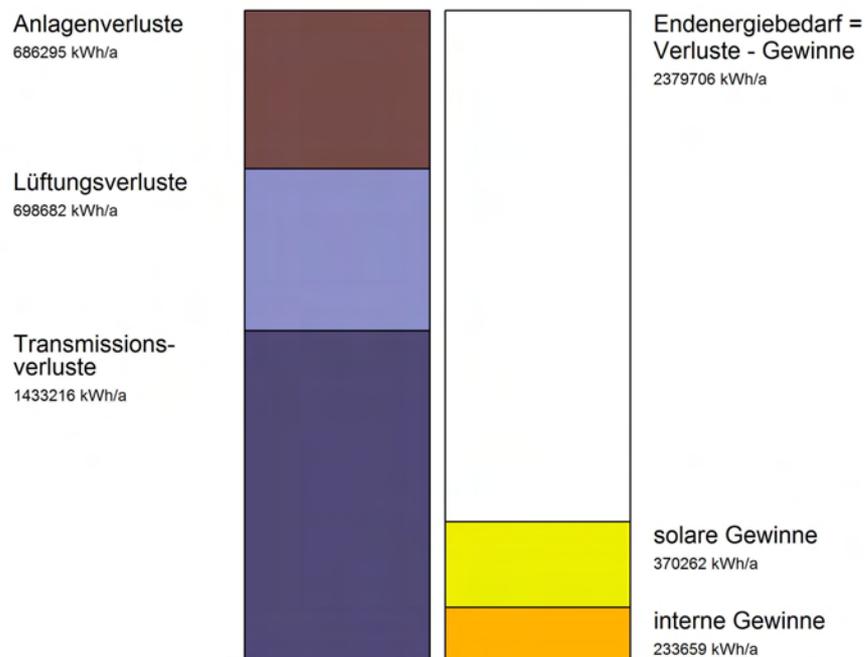
X	WA	Wand OG Süd Lehrerzimmer	0,85	0,35
X	WA	Wand OG West Lehrerzimmer	0,85	0,35
X	WA	Wand OG West Silentium	0,85	0,35
	WA	WC Wand Nord	0,49	0,35
	WA	WC Wand Ost	0,49	0,35
X	FA	Fenster Nord Altbau	2,70	1,70
X	FA	Fenster Ost Altbau	2,70	1,70
X	FA	Fenster Süd Altbau	2,70	1,70
X	FA	Fenster West Altbau	2,70	1,70
X	FA	Glasfassade EG Nord Eingang	3,20	1,70
X	FA	Glasfassade EG Nord Ost Eingang	3,20	1,70
X	FA	Glasfassade EG Nord West Musik	3,20	1,70
X	FA	Glasfassade EG Ost Eingang	3,20	1,70
X	FA	Glasfassade EG Süd Aula	3,20	1,70
X	FA	Glasfassade EG Süd Musik	3,20	1,70
X	FA	Glasfassade EG Süd Ost Aula	3,20	1,70
X	FA	Glasfassade EG Treppenschräge	3,20	1,70
X	FA	Glasfassade EG West	3,20	1,70
X	FA	Glasfassade EG West Aula	3,20	1,70
X	FA	Glasfassade EG West Musik	3,20	1,70
X	FA	Glasfassade Fensterband Nord	3,20	1,70
X	FA	Glasfassade Fensterband Ost	3,20	1,70
X	FA	Glasfassade Fensterband Süd	3,20	1,70
X	FA	Glasfassade Fensterband West	3,20	1,70
X	FA	Glasfassade OG Nord Bibliothek	3,20	1,70
X	FA	Glasfassade OG Nord Eingang	3,20	1,70
X	FA	Glasfassade OG Nord Ost Eingang	3,20	1,70
X	FA	Glasfassade OG Nord Silentium	3,20	1,70
X	FA	Glasfassade OG Nord West Bibliothek	3,20	1,70
X	FA	Glasfassade OG Ost Eingang	3,20	1,70
X	FA	Glasfassade OG Ost Lehrerzimmer	3,20	1,70
X	FA	Glasfassade OG Süd Flur	3,20	1,70
X	FA	Glasfassade OG Süd Lehrerzimmer	3,20	1,70
X	FA	Glasfassade OG West Lehrerzimmer	3,20	1,70
X	FA	Glasfassade OG West Silentium	3,20	1,70
X	FA	Glasfassade TRH Ost	3,20	1,70
X	FA	Treppenverglasung	4,30	1,70
X	BE	Boden gegen Erdreich Altbau	2,89	0,40
X	BE	Boden gegen Erdreich Anbau EG Bereich	0,74	0,40
X	BE	Boden gegen Keller Altbau	3,04	0,40

*) Als U-Wert (früher k-Wert) wird der Wärmedurchgangskoeffizient eines Bauteils bezeichnet. Bei Änderungen von Bauteilen an bestehenden Gebäuden muss der von der EnEV vorgegebene maximale U-Wert eingehalten werden. Die angegebenen Maximalwerte gelten für Dämmungen auf der kalten Außenseite. Bei Innendämmung erhöht sich der Maximalwert um 0,10 W/m²K. Bei Kerndämmung eines mehrschaligen Mauerwerks reicht es aus, wenn der Hohlraum vollständig mit Dämmstoff ausgefüllt wird. Wird bei vorhandenen Fenstern nur die Verglasung ersetzt, so gilt für die Verglasung der Maximalwert 1,50 W/m²K.

Energiebilanz

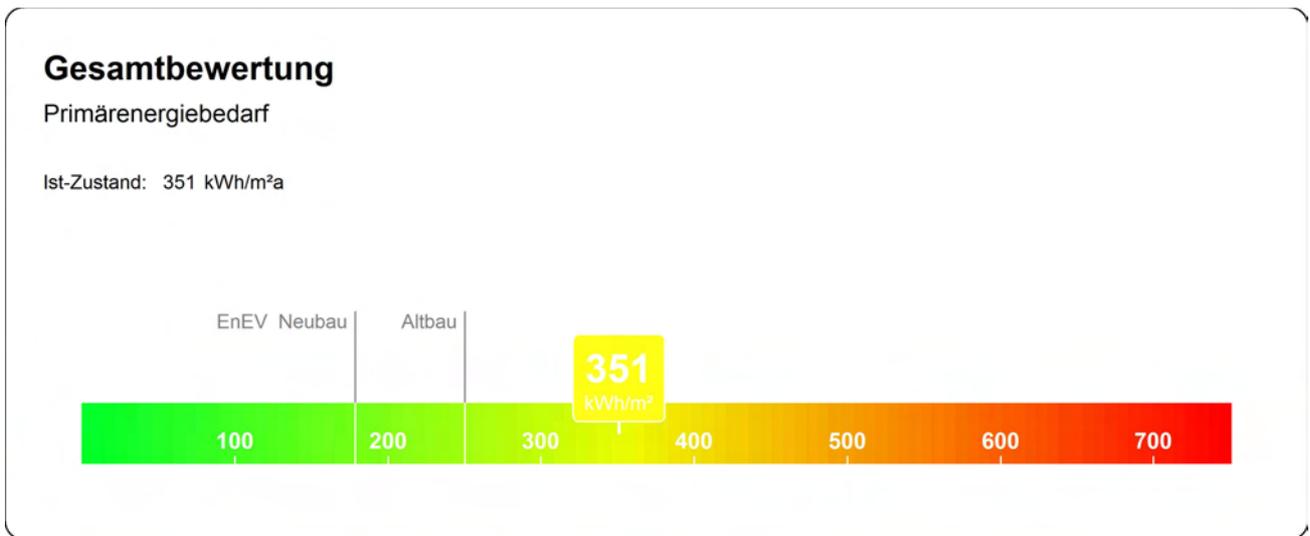
Energieverluste entstehen über die Gebäudehülle und bei der Erzeugung und Bereitstellung der benötigten Energie für Heizung und Warmwasserbereitung.

In dem folgenden Diagramm ist die Energiebilanz aus Wärmegewinnen und Wärmeverlusten der Gebäudehülle und der Anlagentechnik dargestellt.



Bewertung des Gebäudes

Die Gesamtbewertung des Gebäudes erfolgt aufgrund des jährlichen Primärenergiebedarfs pro m² Nutzfläche – zurzeit beträgt dieser 351 kWh/m²a.



Variante 1: Vorschläge für die energetische Modernisierung

Bauabschnitt 1:

In dieser Variante werden die folgenden Modernisierungsmaßnahmen betrachtet.

Gebäudehülle - Variante 1 -

Außenwände: Neues Fassadenelement mit Dämmung Randbereiche
Wärmedämmverbundsystem
Wärmedämmverbundsystem 16 cm WLG 032
WDVS 16 cm Polystyrol WLG 035

Dach / oberste Decke: Dacherneuerung mit neuer Dämmung
Dämmung 24 cm + zementgebundene Spanplatte
Erneuerung Gründach mit erhöhter Dämmung
Erneuerung Konstruktion
Erneuerung mit erhöhter Dämmung
Ersatz durch Gründach
Ersetzen Dachterrassen durch Gründach

Keller: 12cm Mineralwolle WLG 0,35 an der Decke

Fenster: Erneuerung Fassade
Fenster erneuern $U_g = 0,9$

U-Wert-Übersicht der einzelnen Bauteile im modernisierten Zustand

Typ	Bauteil	U-Wert in W/m ² K	U _{max} EnEV* in W/m ² K
DA	Dachverglasung - Erneuerung Konstruktion	0,90	0,25
DA	Flachdach mit Folie - Ersatz durch Gründach	0,12	0,25
OG	Dach Treppenhaus - Dacherneuerung mit neuer Dämmung	0,13	0,30
OG	Dachterrasse Lüftung - Erneuerung mit erhöhter Dämmung	1,28	0,30
OG	Dachterrassen - Ersetzen Dachterrassen durch Gründach	0,12	0,30
OG	Gründach - Erneuerung Gründach mit erhöhter Dämmung	0,12	0,30
OG	Oberste Geschossdecke Altbau - Dämmung 24 cm + zementgebundene Spanplatte	0,13	0,30
WA	Außenwand	1,40	0,35
WA	Heizkörpernischen Nord - Wärmedämmverbundsystem	0,18	0,35
WA	Heizkörpernischen Ost 2. OG - Wärmedämmverbundsystem	0,18	0,35
WA	Heizkörpernischen Ost EG, 1. OG - Wärmedämmverbundsystem	0,18	0,35
WA	Heizkörpernischen Süd 2.OG - Wärmedämmverbundsystem	0,18	0,35
WA	Heizkörpernischen Süd EG, 1.OG - Wärmedämmverbundsystem	0,18	0,35
WA	Heizkörpernischen West 2. OG - Wärmedämmverbundsystem	0,18	0,35
WA	Heizkörpernischen West EG, 1. OG - Wärmedämmverbundsystem	0,18	0,35
WA	Treppenhauswand Ost	1,47	0,35
WA	Treppenhauswand West	1,47	0,35
WA	Wand Altbau Nord - Wärmedämmverbundsystem	0,17	0,35
WA	Wand Altbau Ost - Wärmedämmverbundsystem	0,17	0,35

WA	Wand Altbau Ost 2. OG - Wärmedämmverbundsystem	0,17	0,35
WA	Wand Altbau Süd - Wärmedämmverbundsystem	0,17	0,35
WA	Wand Altbau Süd 2.OG - Wärmedämmverbundsystem	0,18	0,35
WA	Wand Altbau West - Wärmedämmverbundsystem	0,17	0,35
WA	Wand Altbau West 2.OG - Wärmedämmverbundsystem	0,17	0,35
WA	Wand Bauteil A Gegen Heizung/ Lüftung	1,39	0,35
WA	Wand Bauteil A Nord - Wärmedämmverbundsystem 16 cm WLG 032	0,18	0,35
WA	Wand Bauteil A Nord - Wärmedämmverbundsystem 16 cm WLG 032	0,18	0,35
WA	Wand Bauteil A Ost - Wärmedämmverbundsystem 16 cm WLG 032	0,18	0,35
WA	Wand Bauteil A Süd - Wärmedämmverbundsystem 16 cm WLG 032	0,18	0,35
WA	Wand Bauteil A West - Wärmedämmverbundsystem 16 cm WLG 032	0,18	0,35
WA	Wand EG Nord Eingang - Neues Fassadenelement mit Dämmung Randbereiche	0,30	0,35
WA	Wand EG Nord West Musik - Neues Fassadenelement mit Dämmung Randbereiche	0,30	0,35
WA	Wand EG Süd Aula - Neues Fassadenelement mit Dämmung Randbereiche	0,30	0,35
WA	Wand EG Süd Musik - Neues Fassadenelement mit Dämmung Randbereiche	0,30	0,35
WA	Wand EG Süd Ost Aula - Neues Fassadenelement mit Dämmung Randbereiche	0,30	0,35
WA	Wand EG West Aula - Neues Fassadenelement mit Dämmung Randbereiche	0,30	0,35
WA	Wand EG West Musik - Neues Fassadenelement mit Dämmung Randbereiche	0,30	0,35
WA	Wand OG Nord Bibliothek - Neues Fassadenelement mit Dämmung Randbereiche	0,30	0,35
WA	Wand OG Nord Eingang - Neues Fassadenelement mit Dämmung Randbereiche	0,30	0,35
WA	Wand OG Nord Ost Eingang - Neues Fassadenelement mit Dämmung Randbereiche	0,30	0,35
WA	Wand OG Nord Silentium - Neues Fassadenelement mit Dämmung Randbereiche	0,30	0,35
WA	Wand OG Nord West Bibliothek - Neues Fassadenelement mit Dämmung Randbereiche	0,30	0,35
WA	Wand OG Ost Eingang - Neues Fassadenelement mit Dämmung Randbereiche	0,30	0,35
WA	Wand OG Ost Lehrerzimmer - Neues Fassadenelement mit Dämmung Randbereiche	0,30	0,35
WA	Wand OG Süd Flur - Neues Fassadenelement mit Dämmung Randbereiche	0,30	0,35
WA	Wand OG Süd Lehrerzimmer - Neues Fassadenelement mit Dämmung Randbereiche	0,30	0,35
WA	Wand OG West Lehrerzimmer - Neues Fassadenelement mit Dämmung Randbereiche	0,30	0,35
WA	Wand OG West Silentium - Neues Fassadenelement mit Dämmung Randbereiche	0,30	0,35
WA	WC Wand Nord - Wärmedämmverbundsystem 16 cm WLG 032	0,18	0,35
WA	WC Wand Ost - Wärmedämmverbundsystem 16 cm WLG 032	0,18	0,35
FA	Fenster Nord Altbau - Fenster erneuern Ug = 0,9	0,90	1,70
FA	Fenster Ost Altbau - Fenster erneuern Ug = 0,9	0,90	1,70
FA	Fenster Süd Altbau - Fenster erneuern Ug = 0,9	0,90	1,70
FA	Fenster West Altbau - Fenster erneuern Ug = 0,9	0,90	1,70
FA	Glasfassade EG Nord Eingang - Erneuerung Fassade	0,90	1,70
FA	Glasfassade EG Nord Ost Eingang - Erneuerung Fassade	0,90	1,70
FA	Glasfassade EG Nord West Musik - Erneuerung Fassade	0,90	1,70

FA	Glasfassade EG Ost Eingang - Erneuerung Fassade	0,90	1,70
FA	Glasfassade EG Süd Aula - Erneuerung Fassade	0,90	1,70
FA	Glasfassade EG Süd Musik - Erneuerung Fassade	0,90	1,70
FA	Glasfassade EG Süd Ost Aula - Erneuerung Fassade	0,90	1,70
FA	Glasfassade EG Treppenschräge - Erneuerung Fassade	0,90	1,70
FA	Glasfassade EG West - Erneuerung Fassade	0,90	1,70
FA	Glasfassade EG West Aula - Erneuerung Fassade	0,90	1,70
FA	Glasfassade EG West Musik - Erneuerung Fassade	0,90	1,70
FA	Glasfassade Fensterband Nord - Erneuerung Fassade	0,90	1,70
FA	Glasfassade Fensterband Ost - Erneuerung Fassade	0,90	1,70
FA	Glasfassade Fensterband Süd - Erneuerung Fassade	0,90	1,70
FA	Glasfassade Fensterband West - Erneuerung Fassade	0,90	1,70
FA	Glasfassade OG Nord Bibliothek - Erneuerung Fassade	0,90	1,70
FA	Glasfassade OG Nord Eingang - Erneuerung Fassade	0,90	1,70
FA	Glasfassade OG Nord Ost Eingang - Erneuerung Fassade	0,90	1,70
FA	Glasfassade OG Nord Silentium - Erneuerung Fassade	0,90	1,70
FA	Glasfassade OG Nord West Bibliothek - Erneuerung Fassade	0,90	1,70
FA	Glasfassade OG Ost Eingang - Erneuerung Fassade	0,90	1,70
FA	Glasfassade OG Ost Lehrerzimmer - Erneuerung Fassade	0,90	1,70
FA	Glasfassade OG Süd Flur - Erneuerung Fassade	0,90	1,70
FA	Glasfassade OG Süd Lehrerzimmer - Erneuerung Fassade	0,90	1,70
FA	Glasfassade OG West Lehrerzimmer - Erneuerung Fassade	0,90	1,70
FA	Glasfassade OG West Silentium - Erneuerung Fassade	0,90	1,70
FA	Glasfassade TRH Ost - Erneuerung Fassade	0,90	1,70
FA	Treppenverglasung - Erneuerung Fassade	0,90	1,70
BE	Boden gegen Erdreich Altbau	2,89	0,40
BE	Boden gegen Erdreich Altbau	2,89	0,40
BE	Boden gegen Erdreich Anbau EG Bereich	0,74	0,40
BE	Boden gegen Keller Altbau - 12cm Mineralwolle WLG 0,35 an der Decke	0,26	0,40

*) Als U-Wert (früher k-Wert) wird der Wärmedurchgangskoeffizient eines Bauteils bezeichnet. Bei Änderungen von Bauteilen an bestehenden Gebäuden muss der von der EnEV vorgegebene maximale U-Wert eingehalten werden. Die angegebenen Maximalwerte gelten für Dämmungen auf der kalten Außenseite. Bei Innendämmung erhöht sich der Maximalwert um 0,10 W/m²K. Bei Kerndämmung eines mehrschaligen Mauerwerks reicht es aus, wenn der Hohlraum vollständig mit Dämmstoff ausgefüllt wird. Wird bei vorhandenen Fenstern nur die Verglasung ersetzt, so gilt für die Verglasung der Maximalwert 1,50 W/m²K.

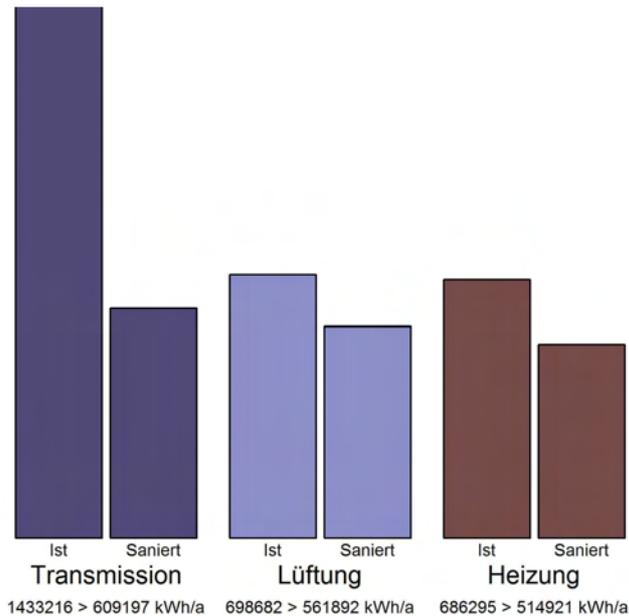
Modernisierung der Anlagentechnik - Variante 1 -

Heizung: Einbau von dezentralen Lüftungsgeräten mit Wärmerückgewinnung in der Fassade

Bewertung Variante 1

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **40 %**.

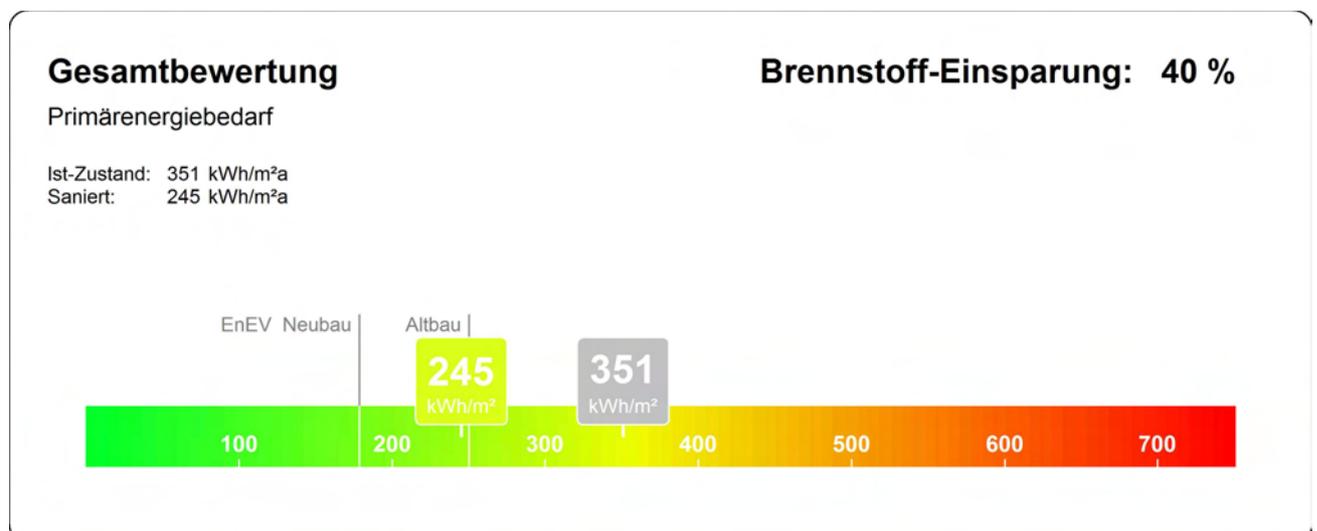
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 2379706 kWh/Jahr reduziert sich auf 1421429 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 958278 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzerverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 213906 kg CO₂/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen sinkt der Primärenergiebedarf Ihres Gebäudes auf 245 kWh/m² pro Jahr. Der Primärenergiebedarf berücksichtigt auch die vorgelagerte Prozesskette für die Gewinnung, die Umwandlung und den Transport der eingesetzten Energieträger. Es ergibt sich die folgende Bewertung für das modernisierte Gebäude im Vergleich zum Ist-Zustand



Variante 2 : Vorschläge für die energetische Modernisierung

Bauabschnitt 2

In dieser Variante werden die folgenden Modernisierungsmaßnahmen **aufbauend auf die Maßnahmen der Variante 1** betrachtet.

Modernisierung der Gebäudehülle -siehe Variante 1 -

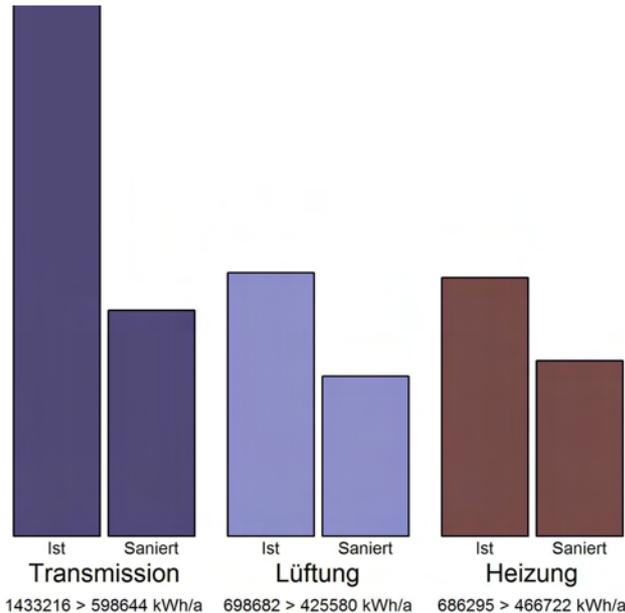
Modernisierung der Anlagentechnik - Variante 2 -

- Heizung:** Die bestehenden Heizungsrohre werden nach neuestem technischen Stand gedämmt
- Die Pumpen der Verteilungen werden durch geregelte Pumpen ersetzt
- Für das Heizsystem wird ein hydraulischer Abgleich durchgeführt
- Lüftung:** Die Lüftung wird mit einer Wärmerückgewinnungsanlage ausgerüstet
- Die Klassen und Büroräume werden mit dezentralen Lüftungsgeräten mit Wärmerückgewinnung ausgestattet (aus Variante 1)
- Warmwasser:** Die bestehenden Warmwasserbereiter sind größtenteils demontiert und werden nicht mehr benötigt. Vereinzelt existieren Warmwasseruntertischboiler, diese sind jedoch in der Gesamtbilanz vernachlässigbar. Im Zuge einer Sanierung sollten sie jedoch gegen moderne gut gedämmte Geräte ersetzt werden.

Bewertung Variante 2

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **47 %**.

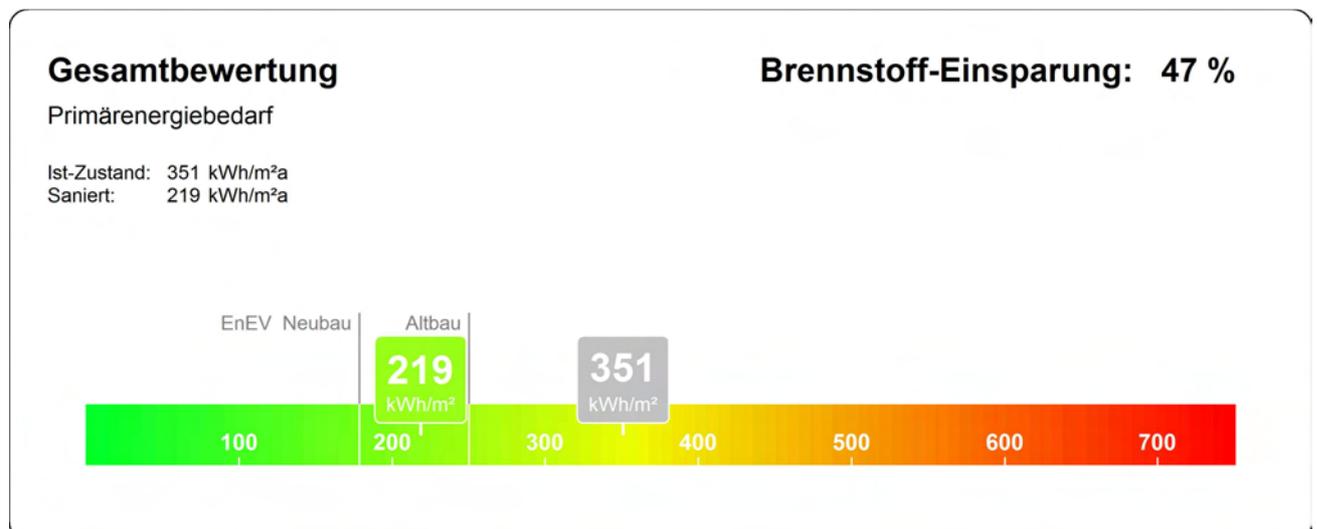
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 2379706 kWh/Jahr reduziert sich auf 1249467 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 1130239 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzerverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 270817 kg CO₂/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen sinkt der Primärenergiebedarf Ihres Gebäudes auf 219 kWh/m² pro Jahr. Der Primärenergiebedarf berücksichtigt auch die vorgelagerte Prozesskette für die Gewinnung, die Umwandlung und den Transport der eingesetzten Energieträger. Es ergibt sich die folgende Bewertung für das modernisierte Gebäude im Vergleich zum Ist-Zustand.



Zusammenfassung der Ergebnisse

Primärenergiebedarf

Primärenergiebedarf Q_p :	kWh/a		Einsparung
Ist-Zustand	158500	3	
Var.1 - Bauabschnitt 1	206376	2	9 0,1% 3
Var.2 - Bauabschnitt 2	966762	1	1 7,7% 3
Primärenergiebedarf q_p pro m^2 :	kWh/ m^2 a		Einsparung
Ist-Zustand	51	3	
Var.1 - Bauabschnitt 1	45	2	1 0,1% 3
Var.2 - Bauabschnitt 2	19	2	1 7,7% 3

Endenergiebedarf

Endenergiebedarf Q_E :	kWh/a		Einsparung
Ist-Zustand	379706	2	
Var.1 - Bauabschnitt 1	421429	1	9 0,3% 4
Var.2 - Bauabschnitt 2	249467	1	1 7,5% 4
Endenergiebedarf q_E pro m^2 :	kWh/ m^2 a		Einsparung
Ist-Zustand	64	2	
Var.1 - Bauabschnitt 1	58	1	1 0,3% 4
Var.2 - Bauabschnitt 2	39	1	1 7,5% 4

Heizwärmebedarf

Heizwärmebedarf Q_h :	kWh/a		Einsparung
Ist-Zustand	693411	1	
Var.1 - Bauabschnitt 1	06507	9	7 6,5% 4
Var.2 - Bauabschnitt 2	82745	7	9 3,8% 5
Heizwärmebedarf q_h pro m^2 :	kWh/ m^2 a		Einsparung
Ist-Zustand	88	1	
Var.1 - Bauabschnitt 1	01	1	8 6,5% 4
Var.2 - Bauabschnitt 2	7	8	1 3,8% 5

Anlagentechnische Verluste

Anlagentechnische Verluste Q_t :	kWh/a		Einsparung
Ist-Zustand	86295	6	
Var.1 - Bauabschnitt 1	14921	5	1 5,0% 2
Var.2 - Bauabschnitt 2	66722	4	2 2,0% 3
Anlagentechnische Verluste q_t pro m^2 :	kWh/ m^2 a		Einsparung
Ist-Zustand	6	7	
Var.1 - Bauabschnitt 1	7	5	1 5,0% 2
Var.2 - Bauabschnitt 2	2	5	2 2,0% 3

Anlagenaufwandszahl

Anlagenaufwandszahl ep:

Ist-Zustand

Var.1 - Bauabschnitt 1

Var.2 - Bauabschnitt 2



Schadstoff-Emissionen

CO₂-Emissionen

CO₂-Emissionen:

Ist-Zustand

Var.1 - Bauabschnitt 1

Var.2 - Bauabschnitt 2



CO₂-Emssionen pro m²:

Ist-Zustand

Var.1 - Bauabschnitt 1

Var.2 - Bauabschnitt 2



NO_x-Emissionen

NO_x-Emissionen:

Ist-Zustand

Var.1 - Bauabschnitt 1

Var.2 - Bauabschnitt 2



SO₂-Emissionen

SO₂-Emissionen:

Ist-Zustand

Var.1 - Bauabschnitt 1

Var.2 - Bauabschnitt 2



Kosten

Brennstoffkosten

Brennstoffkosten:

Ist-Zustand

Var.1 - Bauabschnitt 1

Var.2 - Bauabschnitt 2



Anhang - Brennstoffdaten

	Einheit	Heizwert kWh/Einheit	Brennwert kWh/Einheit
Erdgas E	m ³	10,42	11,57
Strom	kWh	1,00	

	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	CO2- Emissionen g/kWh	SO2- Emissionen g/kWh	NOx- Emissionen g/kWh
Erdgas E	1,1	247	0,157	0,200
Strom	2,7	683	1,111	0,583

Anhang Fotos:





