

## Energieberatungsbericht



Gebäude: Hausmeisterhaus bei der Fachoberschule  
Alter Bahnhofplatz 12  
83646 Bad Tölz

Auftraggeber: Landratsamt Bad Tölz  
Herr 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

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

# 1. Einleitung

## 1.1 Ausgangssituation

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

Dieses Ziel soll erreicht werden durch verschiedene Maßnahmen:

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

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

## 2. Ist-Zustand

### 2.1 Beschreibung

Bei dem Gebäude handelt es sich um das mehrgeschossige Hausmeisterhaus gegenüber der Fachoberschule in Bad Tölz. Die Gebäude wurden 1997 in Massivbauweise errichtet und sind Teil unterkellert, wobei dieses Untergeschoss nicht beheizt wird.

Das Hausmeisterhaus steht in einer halb geschlossenen Ortsbebauung.

### 2.2. Grunddaten / Gebäude

Ort:	83646 Bad Tölz	
Bundesland:	Bayern	
Gebäudetyp:	Wohngebäude	
Baujahr:	1997	
Nutzung:	Mehrfamilienhaus	
Stockwerke:	3	
Personenzahl:	---	
Volumen:	$V_e =$	1.773 m <sup>3</sup>
Hüllfläche:	$A =$	936 m <sup>2</sup>
Kompaktheit:	$A/V =$	0,53 m <sup>-1</sup>
Energiebezugsfläche:	$A_N =$	568 m <sup>2</sup>
Mittlere Raumhöhe:	$H =$	2,5 m
Luftvolumen:	$V_L =$	1.419 m <sup>3</sup>
Luftwechsel:	$n =$	0,7 h <sup>-1</sup>

## 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:

- unbeheizter Keller
- 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 Holzrahmen Konstruktion mit Isolierverglasung dessen U-Werte bei ca. 1,7 – 2,0  $W/m^2K$  betragen.

## 2.5 Wärmebrücken

Der Übergang von Fensterrahmen zum Mauerwerk an der Fassade birgt eine potentielle Gefahr von 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 <sup>2</sup>	U-Wert in W/m <sup>2</sup> K	U <sub>max</sub> EnEV* in W/m <sup>2</sup> K
X	OG	Oberste Geschossdecke	202	0,99	0,24
X	WA	Außenwand	441	0,90	0,24
X	FA	Isolierverglasung	94	1,85	1,30
X	BK	Kellerboden	202	1,10	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/m<sup>2</sup>K. 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/m<sup>2</sup>K.

## 2.8 Anlagentechnik

Gasbrennwert Kessel

Baujahr 2006

Leistung: -116 kW

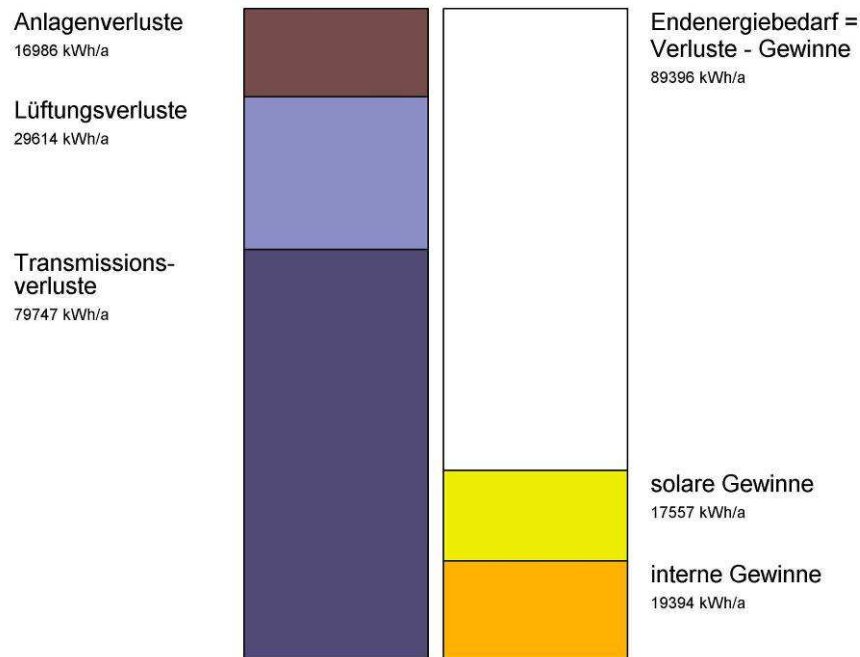
## 2.9 Warmwasser:

Die Warmwasserbereitung für die Bäder und Küchen im Gebäude erfolgt durch einen separaten Wärmeerzeuger dessen Speicher 500l enthält.

## 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.

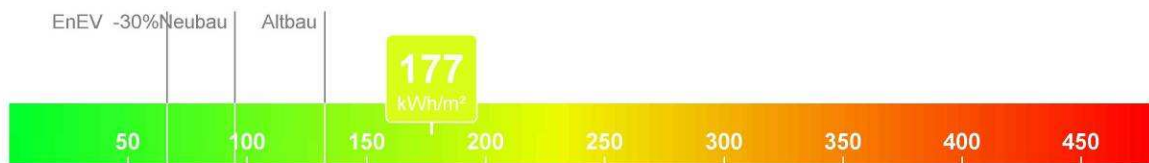
## 2.11 Bewertung des Gebäudes

Die Gesamtbewertung des Gebäudes erfolgt aufgrund des jährlichen Primärenergiebedarfs pro m<sup>2</sup> Nutzfläche – zurzeit beträgt dieser 176 kWh/m<sup>2</sup>a.

### Gesamtbewertung

Primärenergiebedarf

Ist-Zustand: 177 kWh/m<sup>2</sup>a



### Gebäudehülle

Heizwärmebedarf

Ist-Zustand: 128 kWh/m<sup>2</sup>a



### Anlagentechnik

Anlagenaufwandszahl  $e_p$

Ist-Zustand: 1,27



### Umweltwirkung

CO<sub>2</sub>-Emission

Ist-Zustand: 40 kg/m<sup>2</sup>a



### 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

#### Hüllfläche

	Bezeichnung	Richtung	Neigung [ ° ]	Fläche [m²]	U-Wert [W/m²K]	Bauteilkennung	H_T [W/K]	Fx
1	Oberste Geschoßdecke	Horizont.	0	202	0,99	OGD gegen Außenluft = Systemgrenze	100	0,5
2	Außenwand	Süd	90	121	0,95	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	115	1
3	Isolierverglasung	Süd	90	24	1,1	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	26	1
4	Außenwand	Ost	90	94	0,95	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	89	1
5	Isolierverglasung	Ost	90	27	1,1	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	30	1
6	Außenwand	Nord	90	125	0,95	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	119	1
7	Isolierverglasung	Nord	90	23	1,1	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	25	1
8	Außenwand	West	90	101	0,95	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	96	1
9	Isolierverglasung	West	90	20	1,1	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	22	1
10	EG Fußboden	Horizont.	0	202	0,81	EG FB gegen Erdreich = Systemgrenze	164	1

#### 3.2 Variante 1 - Modernisierung der Anlagentechnik

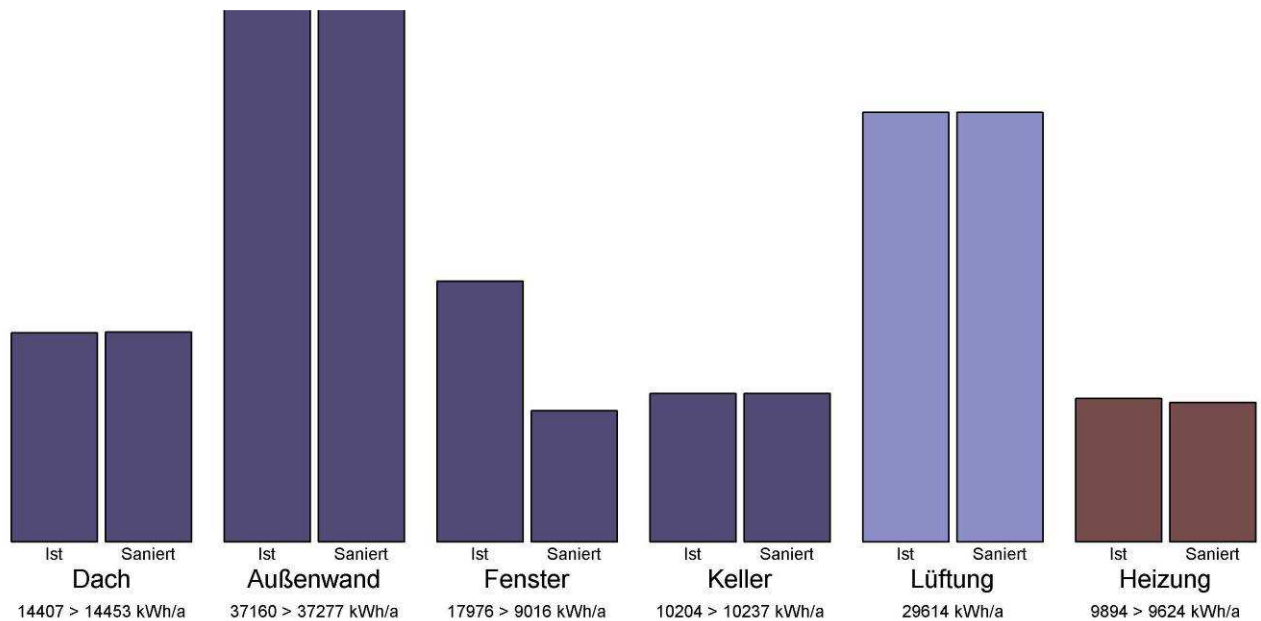
In der Anlagentechnik wird keine Veränderung vorgenommen.



### 3.3 Variante 1 - Modernisierung – Energiebedarf Darstellung

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen reduziert sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **9 %**.

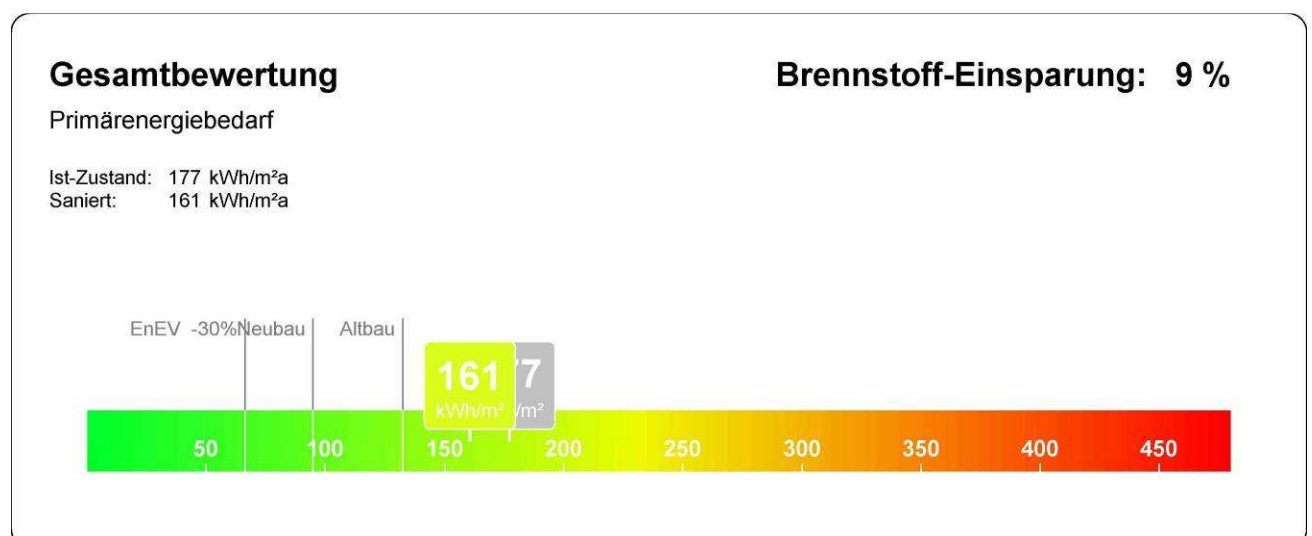
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 89396 kWh/Jahr reduziert sich auf 81025 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 8371 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen werden um 2160 kg CO<sub>2</sub>/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 **161 kWh/m<sup>2</sup>** 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 14 cm Polystyrol WLG 040

**Fenster:** Bestehende Fensterelemente bleiben

**Oberste Geschoßdecke:** Bestehende Geschoßdecke bleibt unverändert

#### Hüllfläche

	Bezeichnung	Richtung	Neigung [ ° ]	Fläche [m²]	U-Wert [W/m²K]	Bauteilkennung	H_T [W/K]	Fx
1	Oberste Geschoßdecke	Horizont.	0	202	0,99	OGD gegen Außenluft = Systemgrenze	100	0,5
2	Außenwand	Süd	90	121	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	27	1
3	Isolierverglasung	Süd	90	24	2,3	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	55	1
4	Außenwand	Ost	90	94	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	21	1
5	Isolierverglasung	Ost	90	27	2,3	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	62	1
6	Außenwand	Nord	90	125	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	28	1
7	Isolierverglasung	Nord	90	23	2,3	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	53	1
8	Außenwand	West	90	101	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	22	1
9	Isolierverglasung	West	90	20	2,3	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	46	1
10	EG Fußboden	Horizont.	0	202	0,81	EG FB gegen Erdreich = Systemgrenze	164	1

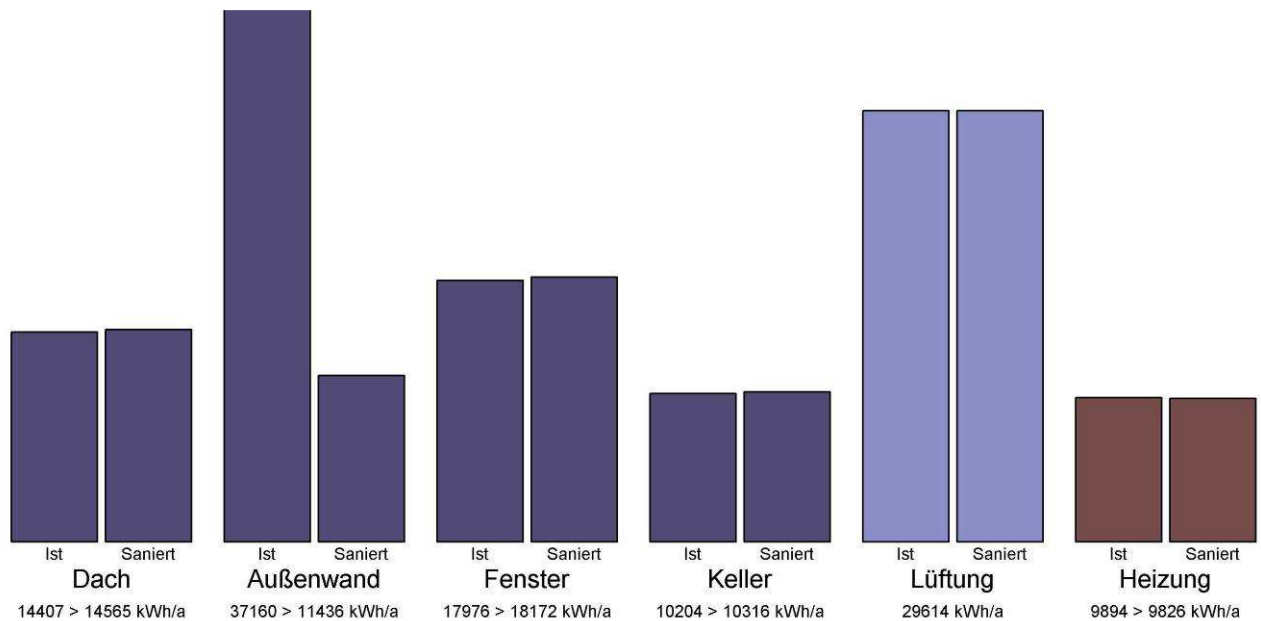
### 4.2 Variante 2 - Modernisierung der Anlagentechnik

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 **25 %**.

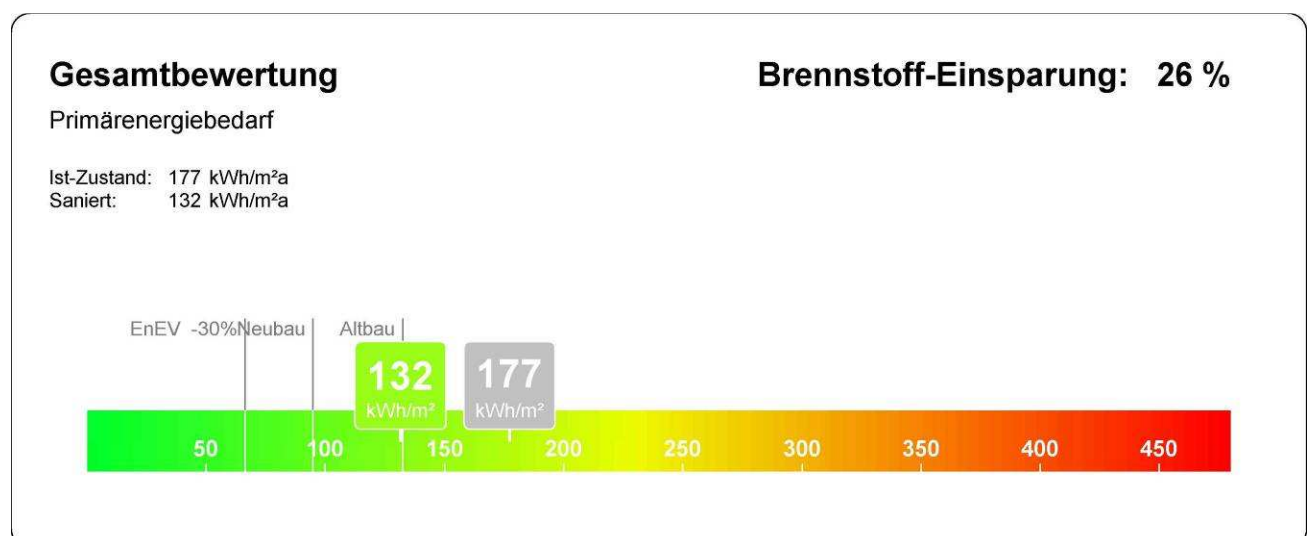
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 89396 kWh/Jahr reduziert sich auf 66313 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 23083 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen werden um 5860 kg CO<sub>2</sub>/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 **132 kWh/m<sup>2</sup>** 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

#### Hüllfläche

	Bezeichnung	Richtung	Neigung [ ° ]	Fläche [m²]	U-Wert [W/m²K]	Bauteilkennung	H_T [W/K]	Fx
1	Oberste Geschoßdecke	Horizont.	0	202	0,25	OGD gegen Außenluft = Systemgrenze	25	0,5
2	Außenwand	Süd	90	121	0,95	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	115	1
3	Isolierverglasung	Süd	90	24	2,3	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	55	1
4	Außenwand	Ost	90	94	0,95	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	89	1
5	Isolierverglasung	Ost	90	27	2,3	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	62	1
6	Außenwand	Nord	90	125	0,95	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	119	1
7	Isolierverglasung	Nord	90	23	2,3	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	53	1
8	Außenwand	West	90	101	0,95	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	96	1
9	Isolierverglasung	West	90	20	2,3	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	46	1
10	EG Fußboden	Horizont.	0	202	0,81	EG FB gegen Erdreich = Systemgrenze	164	1

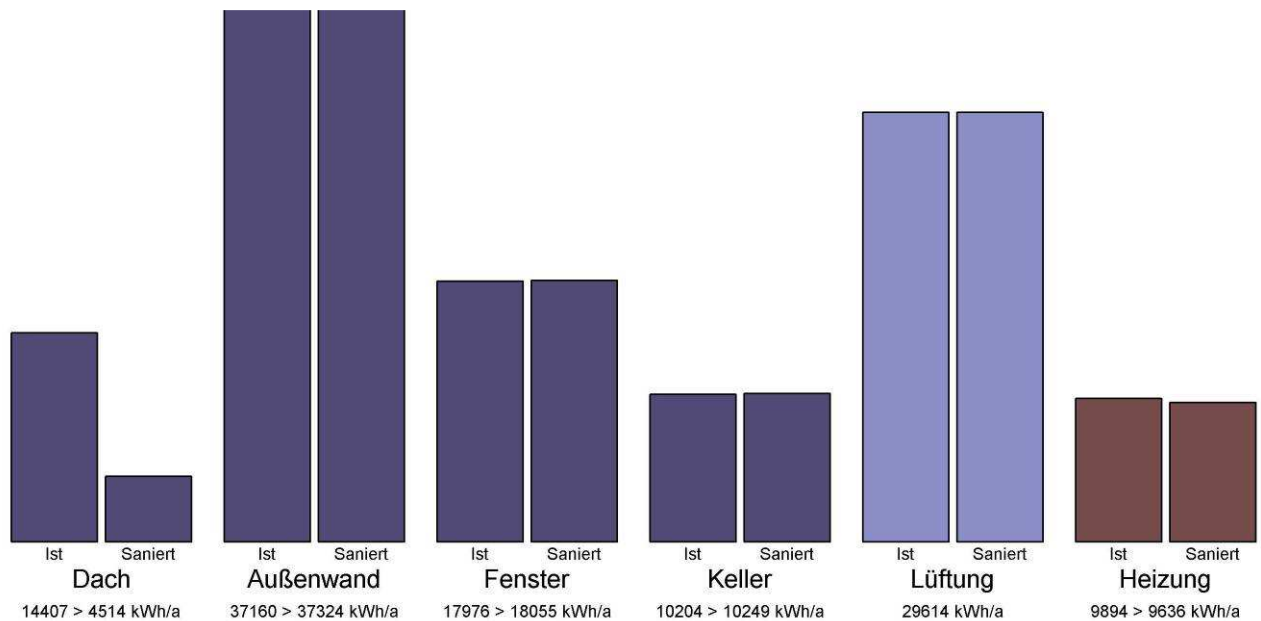
### 5.2 Variante 3 - Modernisierung der Anlagentechnik

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 **10 %**.

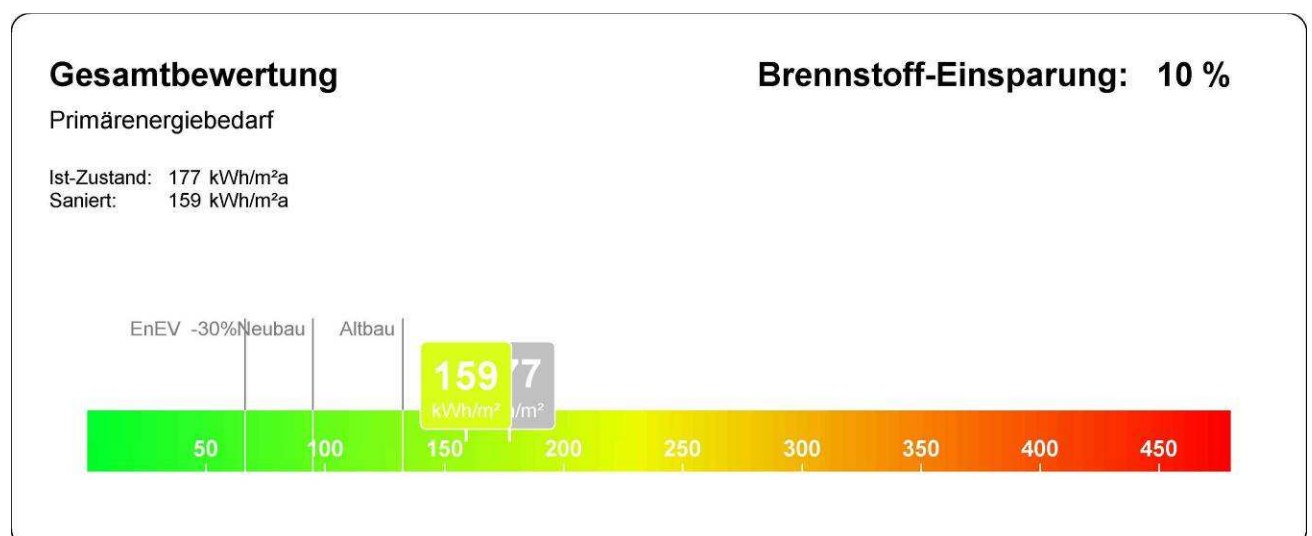
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 89396 kWh/Jahr reduziert sich auf 80265 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 9131 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen werden um 2352 kg CO<sub>2</sub>/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/m<sup>2</sup>** pro Jahr.



## 6. Variante 4 : Vorschläge für die energetische Modernisierung

In dieser Variante wird folgende Modernisierungsmaßnahme betrachtet:

### 6.1 Variante 4 - 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**

#### Hüllfläche

	Bezeichnung	Richtung	Neigung [ ° ]	Fläche [m²]	U-Wert [W/m²K]	Bauteilkennung	H_T [W/K]	Fx
1	Oberste Geschoßdecke	Horizont.	0	202	0,99	OGD gegen Außenluft = Systemgrenze	100	0,5
2	Außenwand	Süd	90	121	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	27	1
3	Isolierverglasung	Süd	90	24	1,1	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	26	1
4	Außenwand	Ost	90	94	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	21	1
5	Isolierverglasung	Ost	90	27	1,1	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	30	1
6	Außenwand	Nord	90	125	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	28	1
7	Isolierverglasung	Nord	90	23	1,1	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	25	1
8	Außenwand	West	90	101	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	22	1
9	Isolierverglasung	West	90	20	1,1	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	22	1
10	EG Fußboden	Horizont.	0	202	0,81	EG FB gegen Erdreich = Systemgrenze	164	1

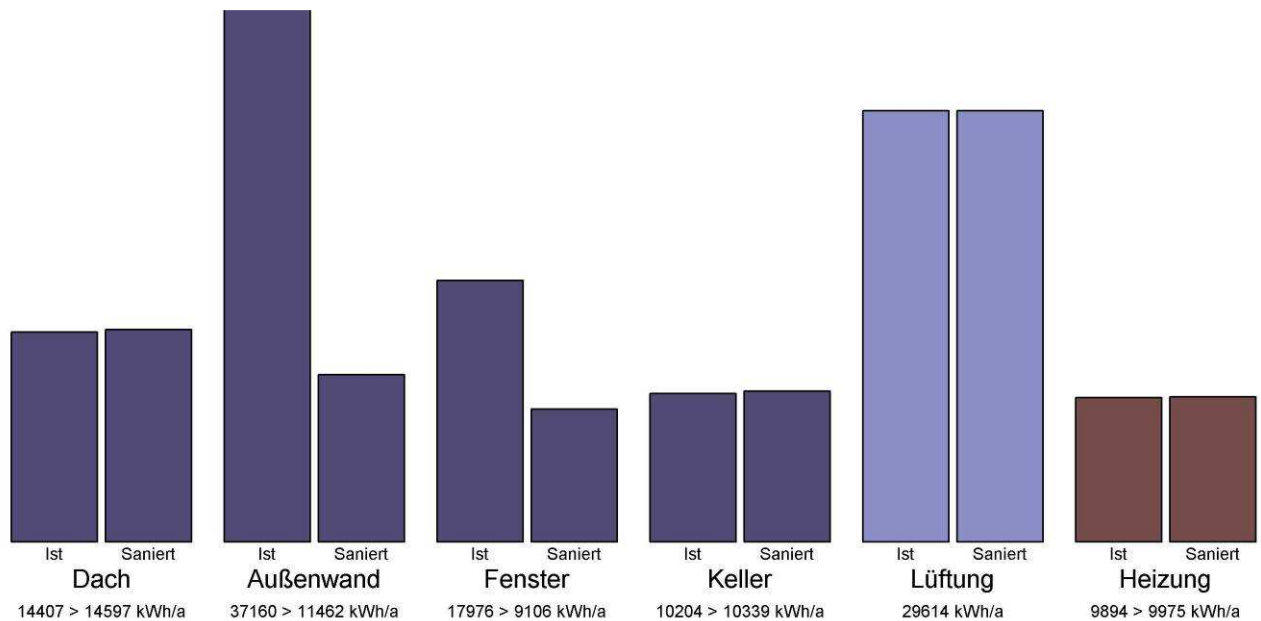
### 6.2 Variante 4 - Modernisierung der Anlagentechnik

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 **34 %**.

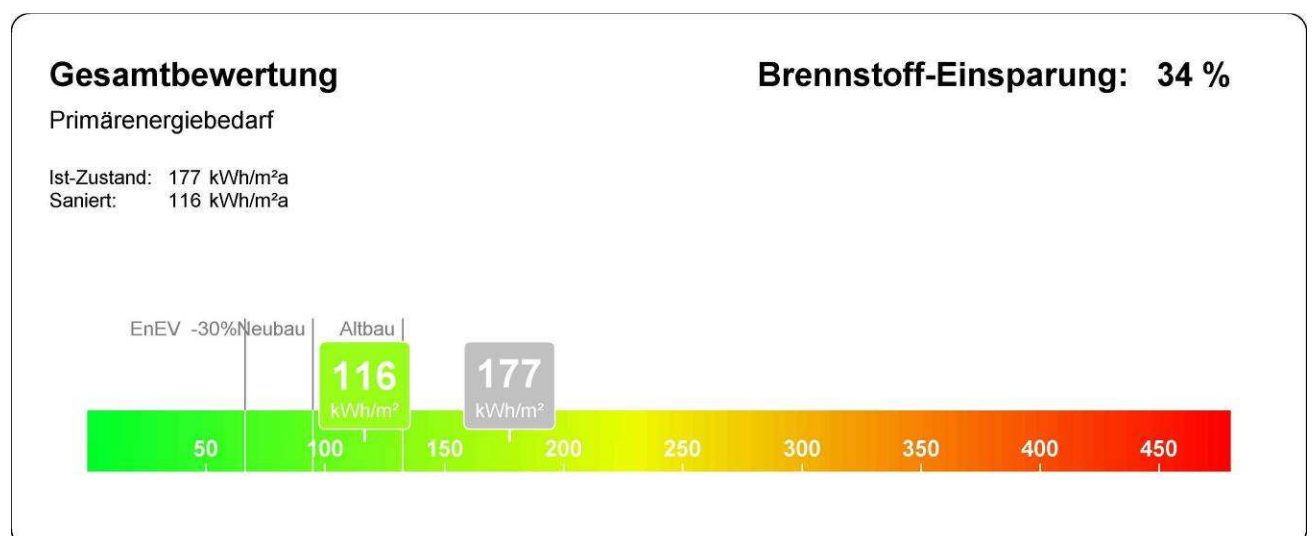
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 89396 kWh/Jahr reduziert sich auf 58575 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 30822 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen werden um 7807 kg CO<sub>2</sub>/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 **116 kWh/m<sup>2</sup>** 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 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

#### Hüllfläche

	Bezeichnung	Richtung	Neigung [°]	Fläche [m²]	U-Wert [W/m²K]	Bauteilkennung	H_T [W/K]	Fx
1	Oberste Geschoßdecke	Horizont.	0	202	0,25	OGD gegen Außenluft = Systemgrenze	25	0,5
2	Außenwand	Süd	90	121	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	27	1
3	Isolierverglasung	Süd	90	24	1,1	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	26	1
4	Außenwand	Ost	90	94	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	21	1
5	Isolierverglasung	Ost	90	27	1,1	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	30	1
6	Außenwand	Nord	90	125	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	28	1
7	Isolierverglasung	Nord	90	23	1,1	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	25	1
8	Außenwand	West	90	101	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	22	1
9	Isolierverglasung	West	90	20	1,1	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	22	1
10	EG Fußboden	Horizont.	0	202	0,81	EG FB gegen Erdreich = Systemgrenze	164	1

### 7.2 Variante 5 - Modernisierung der Anlagentechnik

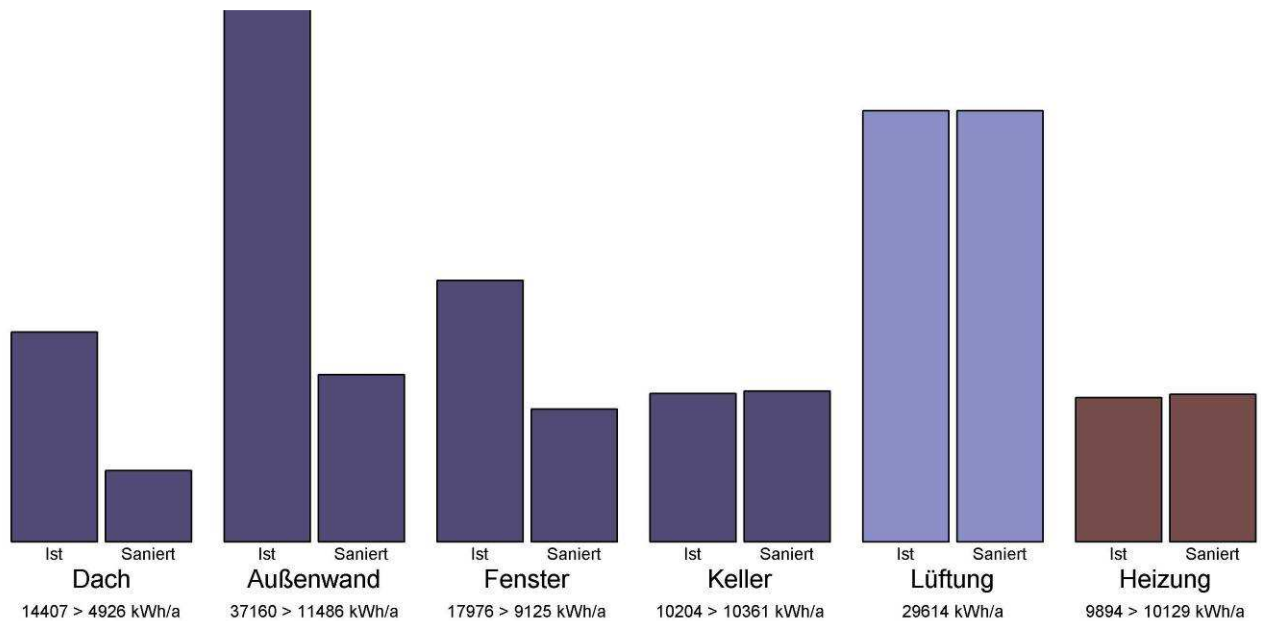
In der Anlagentechnik wird keine Veränderung vorgenommen.



### 7.3 Variante 5 - Modernisierung – Energiebedarf Darstellung

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen reduziert sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **43 %**.

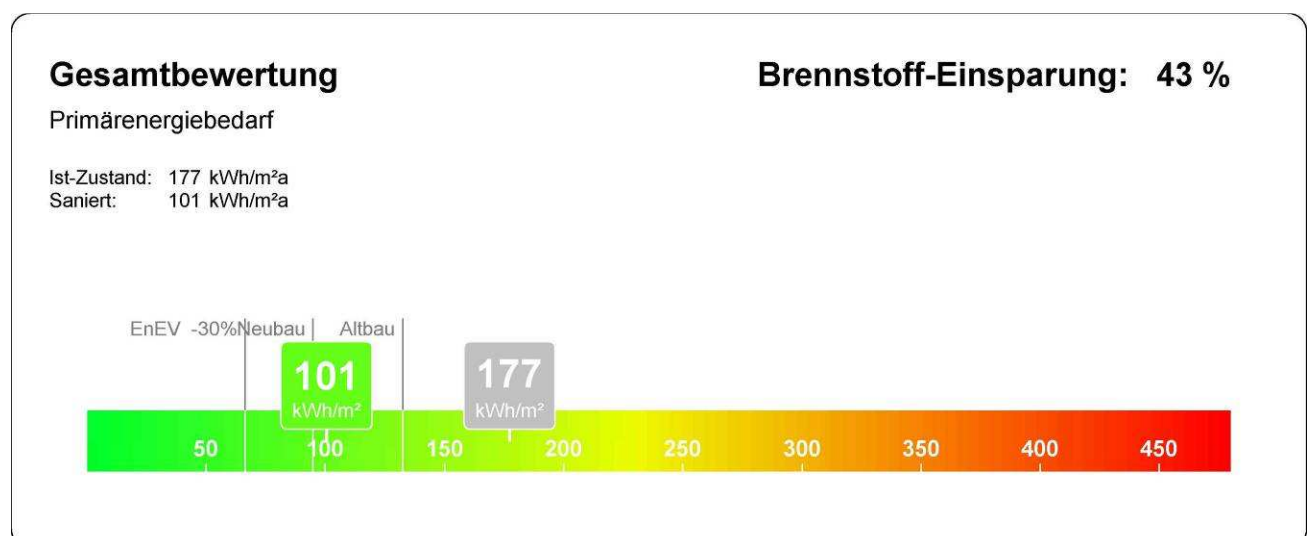
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 89396 kWh/Jahr reduziert sich auf 50523 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 38873 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen werden um 9835 kg CO<sub>2</sub>/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 **101 kWh/m<sup>2</sup>** pro Jahr.









## 8. Zusammenfassung der Ergebnisse

### 8.1 Primärenergiebedarf

#### Primärenergiebedarf $Q_p$ :







	kWh/a		Einsparung
Ist-Zustand	100649		
Var.1 - AF neu	91100		9548 9,5%
Var.2 - WD AW	74676		25972 25,8%
Var.3 - WD OGD	90251		10397 10,3%
Var.4 - AF neu, WD AW	66032		34617 34,4%
Var.5 - AF neu, WD AW, WD OGD	57030		43618 43,3%

#### Primärenergiebedarf $q_p$ pro $m^2$ :







	kWh/m <sup>2</sup> a		Einsparung
Ist-Zustand	177		
Var.1 - AF neu	161		17 9,5%
Var.2 - WD AW	132		46 25,8%
Var.3 - WD OGD	159		18 10,3%
Var.4 - AF neu, WD AW	116		61 34,4%
Var.5 - AF neu, WD AW, WD OGD	101		77 43,3%

### 8.2 Endenergiebedarf

#### Endenergiebedarf $Q_E$ :







	kWh/a		Einsparung
Ist-Zustand	89396		
Var.1 - AF neu	81025		8371 9,4%
Var.2 - WD AW	66313		23083 25,8%
Var.3 - WD OGD	80265		9131 10,2%
Var.4 - AF neu, WD AW	58575		30822 34,5%
Var.5 - AF neu, WD AW, WD OGD	50523		38873 43,5%

#### Endenergiebedarf $q_E$ pro $m^2$ :







	kWh/m <sup>2</sup> a		Einsparung
Ist-Zustand	158		
Var.1 - AF neu	143		15 9,4%
Var.2 - WD AW	117		41 25,8%
Var.3 - WD OGD	141		16 10,2%
Var.4 - AF neu, WD AW	103		54 34,5%
Var.5 - AF neu, WD AW, WD OGD	89		69 43,5%

### 8.3 Nutzenergiebedarf

#### Heizwärmebedarf $Q_h$ :

	kWh/a		Einsparung
Ist-Zustand	72410		
Var.1 - AF neu	64309		8102 11,2%
Var.2 - WD AW	49395		23015 31,8%
Var.3 - WD OGD	63537		8873 12,3%
Var.4 - AF neu, WD AW	41507		30904 42,7%
Var.5 - AF neu, WD AW, WD OGD	33302		39108 54,0%

#### Heizwärmebedarf $q_h$ pro $m^2$ :

	kWh/m <sup>2</sup> a		Einsparung
Ist-Zustand	128		
Var.1 - AF neu	113		14 11,2%
Var.2 - WD AW	87		41 31,8%
Var.3 - WD OGD	112		16 12,3%
Var.4 - AF neu, WD AW	73		54 42,7%
Var.5 - AF neu, WD AW, WD OGD	59		69 54,0%

## 8.4 Anlagentechnische Verluste

### Anlagentechnische Verluste $Q_i$ :

	kWh/a		Einsparung
Ist-Zustand	9894		
Var.1 - AF neu	9624		270 2,7%
Var.2 - WD AW	9826		68 0,7%
Var.3 - WD OGD	9636		258 2,6%
Var.4 - AF neu, WD AW	9894		0 0%
Var.5 - AF neu, WD AW, WD OGD	9894		0 0%

### Anlagentechnische Verluste $q_t$ pro $m^2$ :

	kWh/m <sup>2</sup> a		Einsparung
Ist-Zustand	17		
Var.1 - AF neu	17		0 2,7%
Var.2 - WD AW	17		0 0,7%
Var.3 - WD OGD	17		0 2,6%
Var.4 - AF neu, WD AW	17		0 0%
Var.5 - AF neu, WD AW, WD OGD	17		0 0%

### Anlagenaufwandszahl

### Anlagenaufwandszahl $e_p$ :

Ist-Zustand	1,27	
Var.1 - AF neu	1,28	
Var.2 - WD AW	1,32	
Var.3 - WD OGD	1,28	
Var.4 - AF neu, WD AW	1,36	
Var.5 - AF neu, WD AW, WD OGD	1,41	

## 8.5 Schadstoff-Emissionen

### CO<sub>2</sub>-Emissionen

#### CO<sub>2</sub>-Emissionen:

	kg/a		Einsparung
Ist-Zustand	22711		
Var.1 - AF neu	20551		2160 9,5%
Var.2 - WD AW	16851		5860 25,8%
Var.3 - WD OGD	20360		2352 10,4%
Var.4 - AF neu, WD AW	14904		7807 34,4%
Var.5 - AF neu, WD AW, WD OGD	12876		9835 43,3%

#### CO<sub>2</sub>-Emssionen pro $m^2$ :

	kg/m <sup>2</sup> a		Einsparung
Ist-Zustand	40		
Var.1 - AF neu	36		4 9,5%
Var.2 - WD AW	30		10 25,8%
Var.3 - WD OGD	36		4 10,4%
Var.4 - AF neu, WD AW	26		14 34,4%
Var.5 - AF neu, WD AW, WD OGD	23		17 43,3%







### NO<sub>x</sub>-Emissionen

#### NO<sub>x</sub>-Emissionen:

	kg/a		Einsparung
Ist-Zustand	18,4		
Var.1 - AF neu	16,7		1,8 9,5%
Var.2 - WD AW	13,7		4,8 25,8%
Var.3 - WD OGD	16,5		1,9 10,4%
Var.4 - AF neu, WD AW	12,1		6,3 34,4%
Var.5 - AF neu, WD AW, WD OGD	10,5		8,0 43,3%

## SO<sub>2</sub>-Emissionen







### SO<sub>2</sub>-Emissionen:

	kg/a		Einsparung	
Ist-Zustand	15,4			
Var.1 - AF neu	13,9		1,5	9,8%
Var.2 - WD AW	11,4		4,0	25,8%
Var.3 - WD OGD	13,8		1,6	10,7%
Var.4 - AF neu, WD AW	10,2		5,3	34,2%
Var.5 - AF neu, WD AW, WD OGD	8,8		6,6	42,9%

## Kosten

### Brennstoffkosten

### Brennstoffkosten:

	EUR/a		Einsparung	
Ist-Zustand	5963			
Var.1 - AF neu	5412		551	9,2%
Var.2 - WD AW	4472		1492	25,0%
Var.3 - WD OGD	5363		600	10,1%
Var.4 - AF neu, WD AW	3977		1986	33,3%
Var.5 - AF neu, WD AW, WD OGD	3461		2502	42,0%

## Anhang - Brennstoffdaten

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

	Einheit	Arbeitspreis Cent/Einheit	Arbeitspreis Cent/kWh	Grundpreis Euro/Jahr
Erdgas E	m <sup>3</sup>	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