

## Energieberatungsbericht



Gebäude: Wohnhaus  
Ulrichstr. 11  
82057 Icking

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: 18. März 2010

# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis .....</b>	<b>2</b>
<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 .....	4
2.3 Berechnungsgrundlagen .....	4
2.4 Fenster .....	4
2.5 Wärmebrücken .....	5
2.6 Verbrauchsangaben .....	5
2.7 Gebäudehülle Ist-Zustand .....	5
2.8 Anlagentechnik .....	6
2.9 Warmwasser: .....	6
2.10 Energiebilanz .....	7
2.11 Bewertung des Gebäudes .....	8
<b>3. Variante 1 : Vorschläge für die energetische Modernisierung .....</b>	<b>9</b>
3.1 Variante 1 - Gebäudehülle - Fensteraustausch .....	9
3.1 Variante 1 - Modernisierung der Anlagentechnik .....	9
3.3 Variante 1 - Modernisierung – Energiebedarf Darstellung .....	10
<b>4. Variante 2 : Vorschläge für die energetische Modernisierung .....</b>	<b>11</b>
4.1 Variante 2 - Gebäudehülle – Wärmedämmung Außenwand .....	11
4.2 Variante 2 - Modernisierung der Anlagentechnik .....	11
4.3 Variante 2 - Modernisierung – Energiebedarf Darstellung .....	12
<b>5. Variante 3 : Vorschläge für die energetische Modernisierung .....</b>	<b>13</b>
5.1 Variante 3 - Gebäudehülle bleibt unverändert, Modernisierung der Anlagentechnik .....	13
5.2 Variante 3 - Modernisierung der Anlagentechnik .....	13
5.3 Variante 3 - Modernisierung – Energiebedarf Darstellung .....	14
<b>6. Variante 4 : Vorschläge für die energetische Modernisierung .....</b>	<b>15</b>
6.1 Variante 4 - Gebäudehülle - Fensteraustausch und Wärmedämmung Außenwand .....	15
6.2 Variante 4 - Modernisierung der Anlagentechnik .....	15
6.3 Variante 4 - Modernisierung – Energiebedarf Darstellung .....	16
<b>7. Variante 5 : Vorschläge für die energetische Modernisierung .....</b>	<b>17</b>
7.1 Variante 5 - Gebäudehülle - Fensteraustausch und Wärmedämmung Außenwand .....	17
7.2 Variante 5 - Modernisierung der Anlagentechnik .....	17
7.3 Variante 5 - Modernisierung – Energiebedarf Darstellung .....	18
<b>8. Zusammenfassung der Ergebnisse .....</b>	<b>19</b>
8.1 Primärenergiebedarf .....	19
8.2 Endenergiebedarf .....	19
8.3 Nutzenergiebedarf .....	19
8.4 Anlagentechnische Verluste .....	20
8.5 Schadstoff-Emissionen .....	20
<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

Für das Schulentwicklungskonzept Energiewende 2035 (SEKE 2035) ist die Analyse der landkreiseigenen Gebäude der erste Schritt. Daraus folgt die energetische Bewertung der Gebäude in Form eines Energieberatungsberichtes. In diesem Bericht wird das Wohnhaus in Icking, 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 ein Wohnhaus mit den Etagen KG, EG und 1.OG. Die oberste Geschossdecke wurde bereits zwischen den Balken gedämmt. Der niedrige Dachboden wird mit einem ungedämmten Satteldach abgeschlossen. Die Heizungsanlage wurde im Jahr 2009 mit dem Einbau eines Brennwertgeräts saniert. Das Gebäude steht in einer offenen Ortsbebauung.

## 2.2. Grunddaten / Gebäude

Ort:	82057 Icking
Bundesland:	Bayern
Gebäudetyp:	Wohngebäude
Baujahr:	1982
Nutzung:	Schulgebäude
Geschosse:	2
Personenzahl:	3
Volumen:	$V_e = 674 \text{ m}^3$
Hüllfläche:	$A = 483 \text{ m}^2$
Kompaktheit:	$A/V = 0,72 \text{ m}^{-1}$
Energiebezugsfläche:	$A_N = 215 \text{ m}^2$
Mittlere Raumhöhe:	$H = 2,4 \text{ m}$
Luftvolumen:	$V_L = 512 \text{ m}^3$
Luftwechsel:	$n = 0,7 \text{ h}^{-1}$

## 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  $\text{m}^2$  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 Holzrahmenkonstruktion mit Isolierverglasung, U-Werte ca. 2,1 – 2,3  $\text{W/m}^2\text{K}$ .

## 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	DA	Dach	116	2,14	0,24
X	OG	Oberste Geschossdecke	110	0,55	0,24
X	WA	Außenwand	483	0,95	0,24
X	FA	Isolierverglasung	27	2,10	1,30
X	BK	Kellerdecke	110	1,6	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**

In der gemeinsamen Heizungszentrale wird das komplette Schulzentrum mit zwei Wärmeerzeugern der Fa. Viessmann versorgt.

- |                        |              |                     |
|------------------------|--------------|---------------------|
| 1) Brennwert Gaskessel | Baujahr 2009 | Leistung: ca. 15 kW |
| 2) Kachelofen          |              |                     |

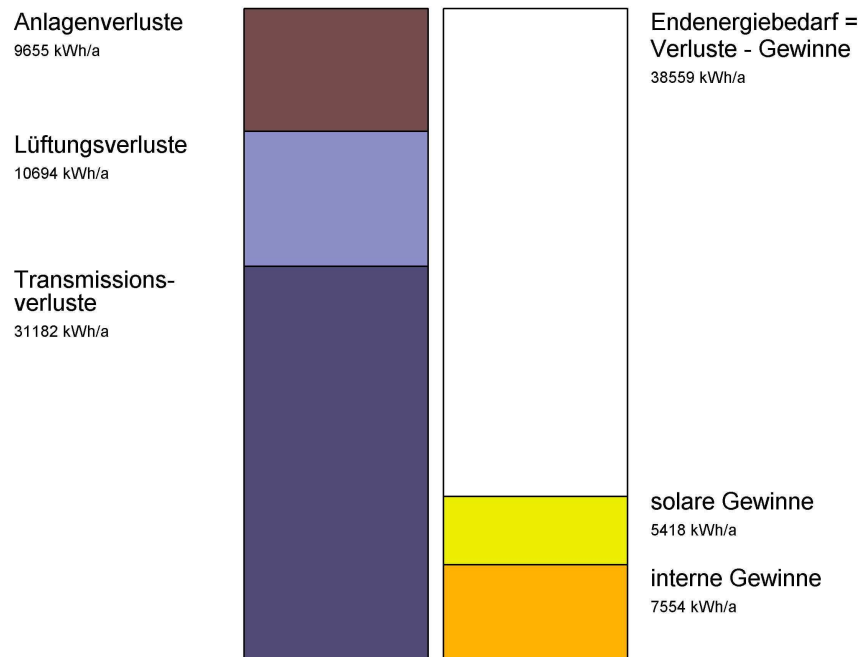
## **2.9 Warmwasser:**

Die Warmwasserbereitung im Gebäude erfolgt zentral durch den Brennwert Gaskessel dessen Speicher 200l enthält.

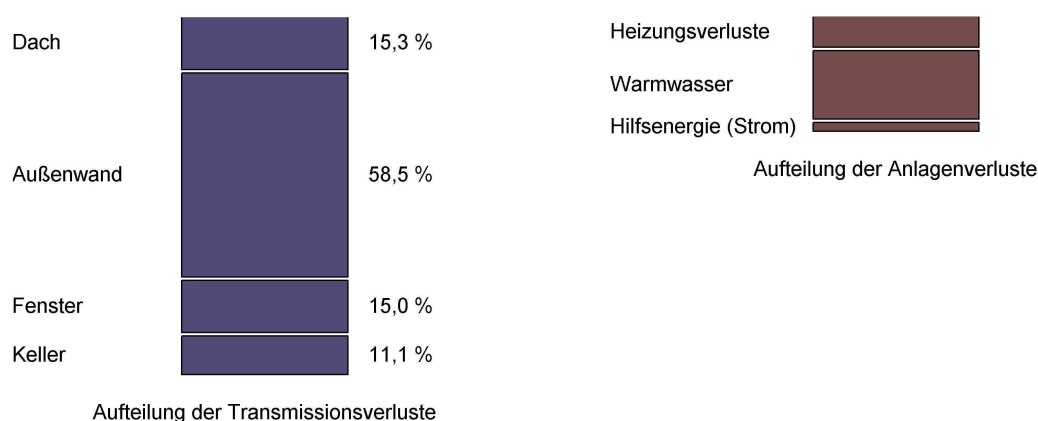
## 2.10 Energiebilanz

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 183 kWh/m<sup>2</sup>a.

### Gesamtbewertung

Primärenergiebedarf

Ist-Zustand: 183 kWh/m<sup>2</sup>a



### Gebäudehülle

Heizwärmebedarf

Ist-Zustand: 134 kWh/m<sup>2</sup>a



### Anlagentechnik

Anlagenaufwandszahl  $e_p$

Ist-Zustand: 1,25



### Umweltwirkung

CO<sub>2</sub>-Emission

Ist-Zustand: 41 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

**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	110	0,55	OGD gegen Außenluft = Systemgrenze	30	0,5
2	Außenwand	Ost	90	55	0,95	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	52	1
3	Isolierverglasung	Ost	90	9	1,1	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	10	1
4	Außenwand	Nord	90	38	0,95	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	36	1
5	Isolierverglasung	Nord	90	4	1,1	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	4	1
6	Außenwand	West	90	54	0,95	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	51	1
7	Isolierverglasung	West	90	10	1,1	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	11	1
8	Außenwand	Süd	90	37	0,95	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	35	1
9	Isolierverglasung	Süd	90	4	1,1	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	4	1
10	EG Fußboden	Horizont.	0	110	1,16	EG FB gegen Erdreich = Systemgrenze	128	1

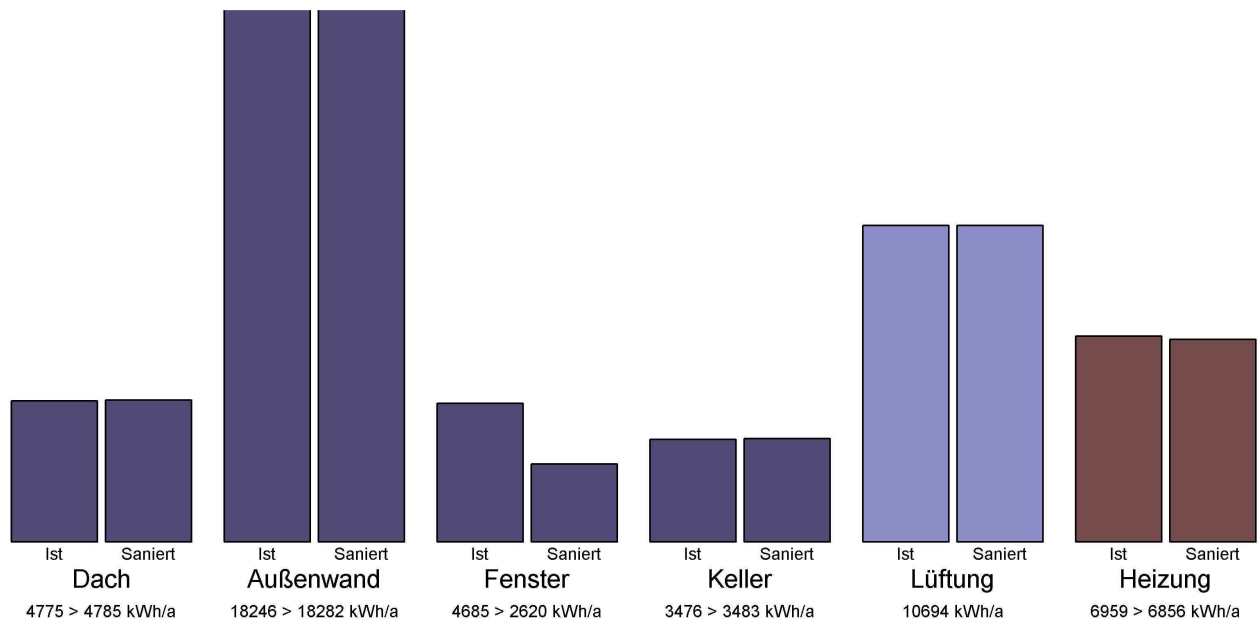
#### 3.1 Variante 1 - Modernisierung der Anlagentechnik

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 %**.

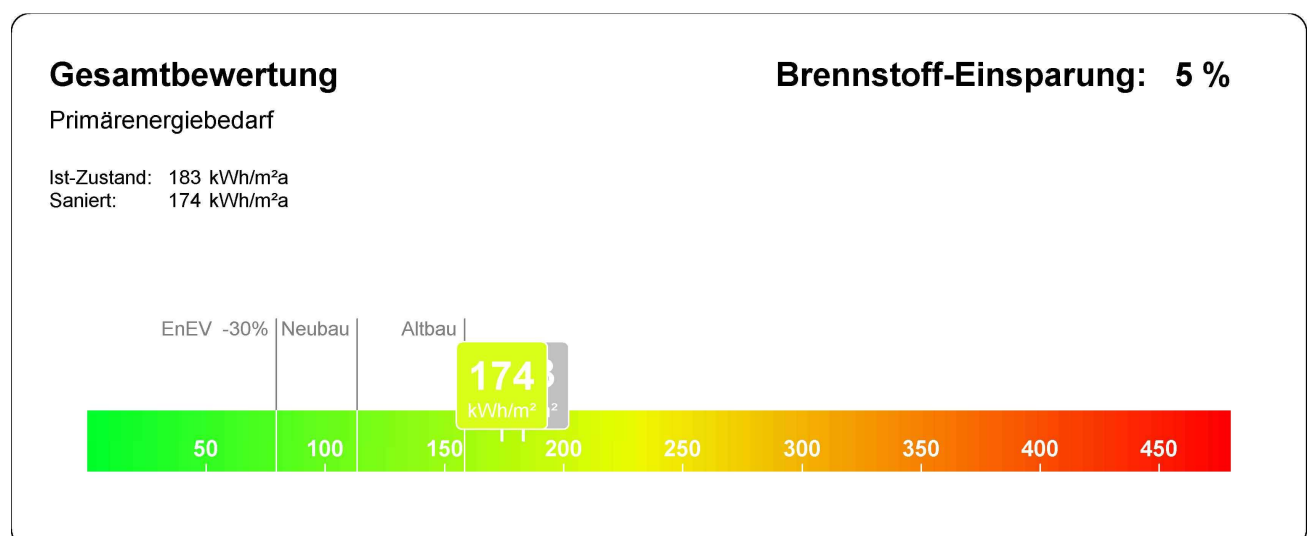
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 38559 kWh/Jahr reduziert sich auf 36562 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 1997 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen werden um 434 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 **174 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**

**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	110	0,55	OGD gegen Außenluft = Systemgrenze	30	0,5
2	Außenwand	Ost	90	55	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	12	1
3	Isolierverglasung	Ost	90	9	2,1	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	19	1
4	Außenwand	Nord	90	38	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	8	1
5	Isolierverglasung	Nord	90	4	2,1	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	8	1
6	Außenwand	West	90	54	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	12	1
7	Isolierverglasung	West	90	10	2,1	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	21	1
8	Außenwand	Süd	90	37	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	8	1
9	Isolierverglasung	Süd	90	4	2,1	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	8	1
10	EG Fußboden	Horizont.	0	110	1,16	EG FB gegen Erdreich = Systemgrenze	128	1

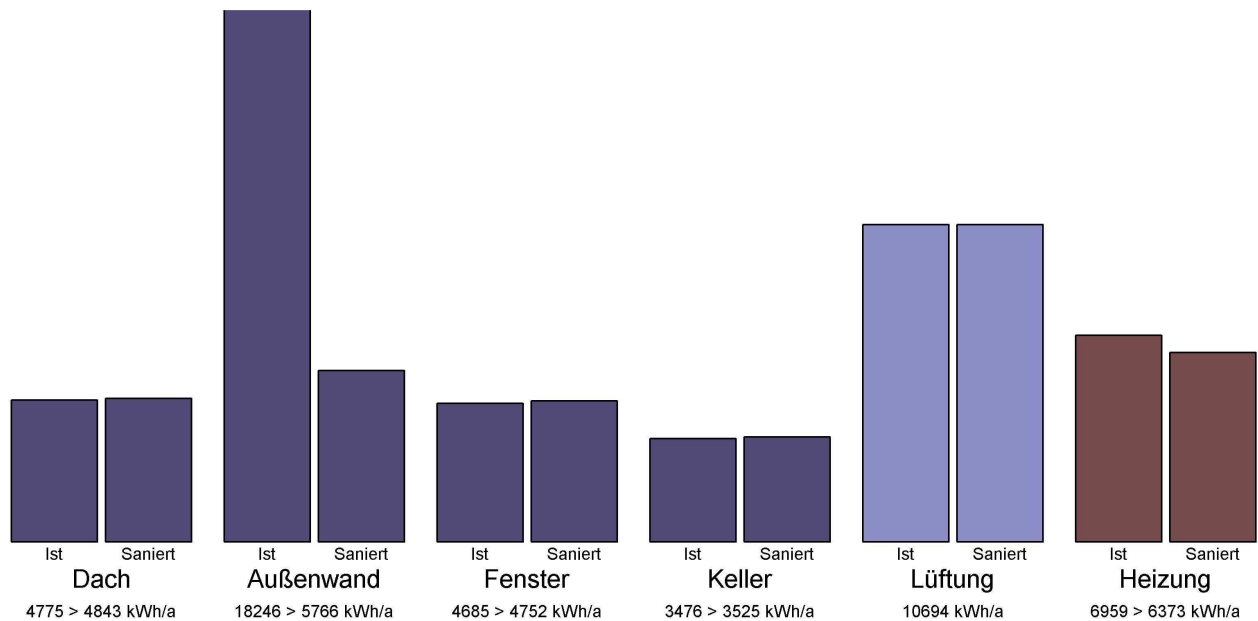
### 4.2 Variante 2 - Modernisierung der Anlagentechnik

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 **31 %**.

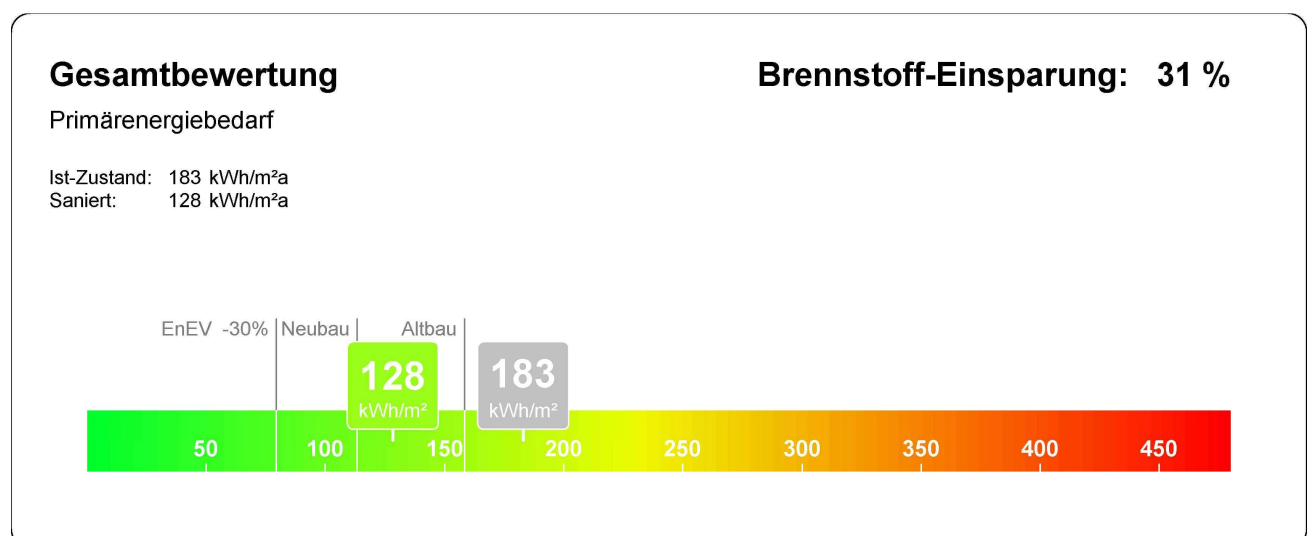
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 38559 kWh/Jahr reduziert sich auf 26626 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 11934 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen werden um 2594 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 **128 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 10 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	110	0,23	OGD gegen Außenluft = Systemgrenze	13	0,5
2	Außenwand	Ost	90	55	0,95	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	52	1
3	Isolierverglasung	Ost	90	9	2,1	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	19	1
4	Außenwand	Nord	90	38	0,95	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	36	1
5	Isolierverglasung	Nord	90	4	2,1	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	8	1
6	Außenwand	West	90	54	0,95	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	51	1
7	Isolierverglasung	West	90	10	2,1	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	21	1
8	Außenwand	Süd	90	37	0,95	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	35	1
9	Isolierverglasung	Süd	90	4	2,1	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	8	1
10	EG Fußboden	Horizont.	0	110	1,16	EG FB gegen Erdreich = Systemgrenze	128	1

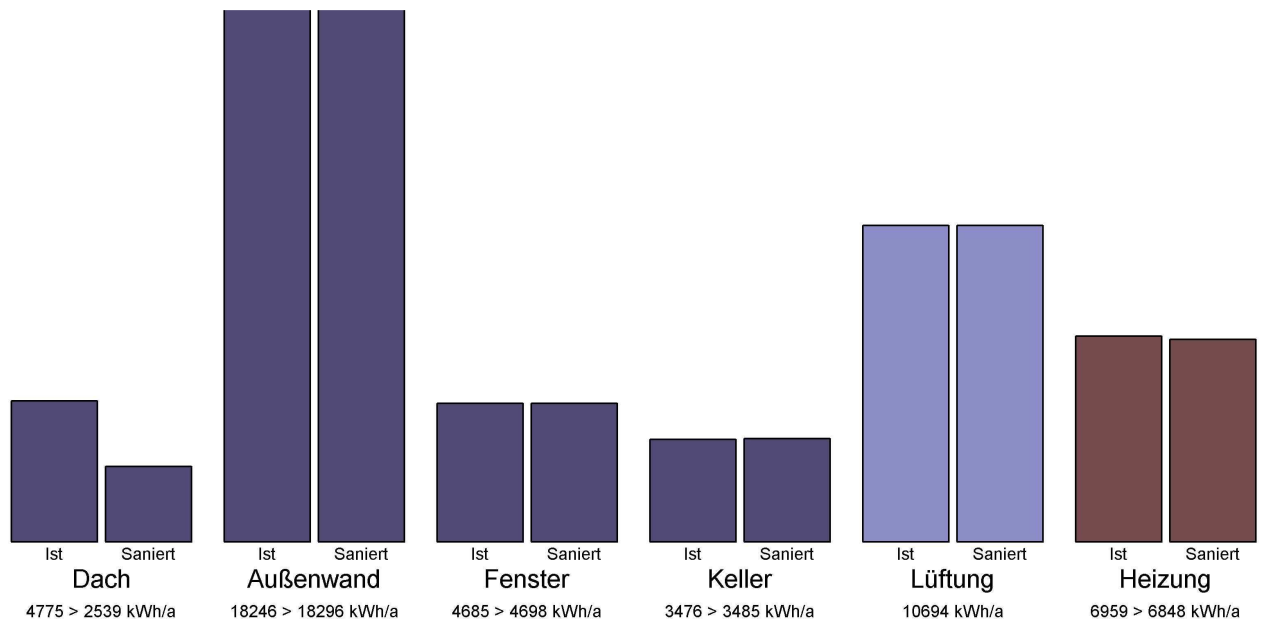
### 5.2 Variante 3 - Modernisierung der Anlagentechnik

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 %**.

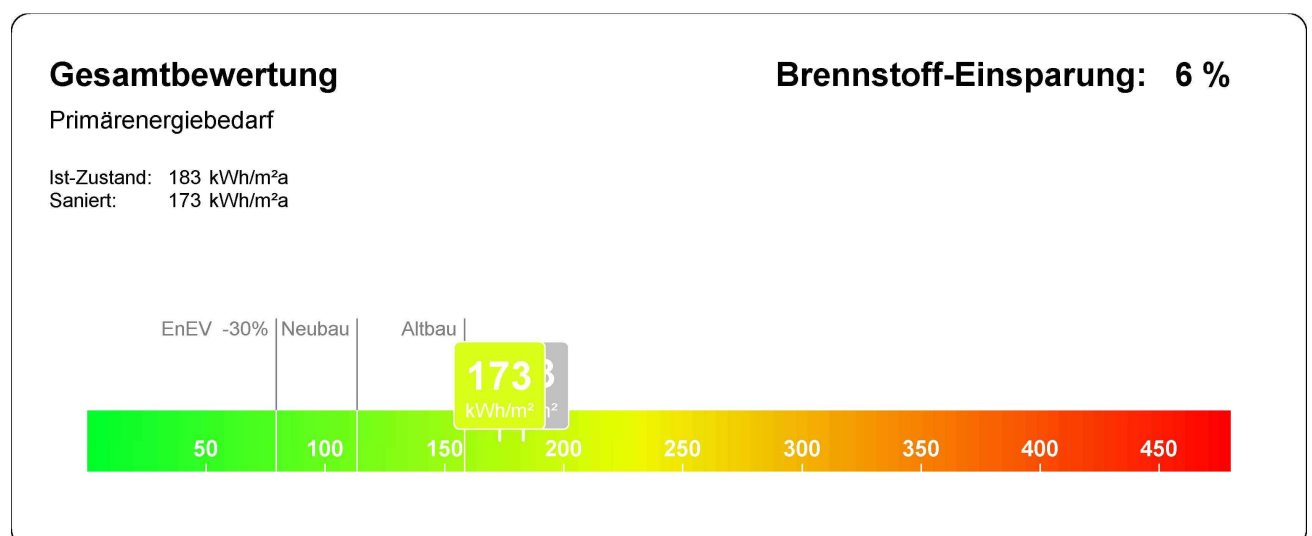
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 38559 kWh/Jahr reduziert sich auf 36411 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 2148 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen werden um 467 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 **173 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	110	0,55	OGD gegen Außenluft = Systemgrenze	30	0,5
2	Außenwand	Ost	90	55	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	12	1
3	Isolierverglasung	Ost	90	9	1,1	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	10	1
4	Außenwand	Nord	90	38	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	8	1
5	Isolierverglasung	Nord	90	4	1,1	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	4	1
6	Außenwand	West	90	54	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	12	1
7	Isolierverglasung	West	90	10	1,1	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	11	1
8	Außenwand	Süd	90	37	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	8	1
9	Isolierverglasung	Süd	90	4	1,1	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	4	1
10	EG Fußboden	Horizont.	0	110	1,16	EG FB gegen Erdreich = Systemgrenze	128	1

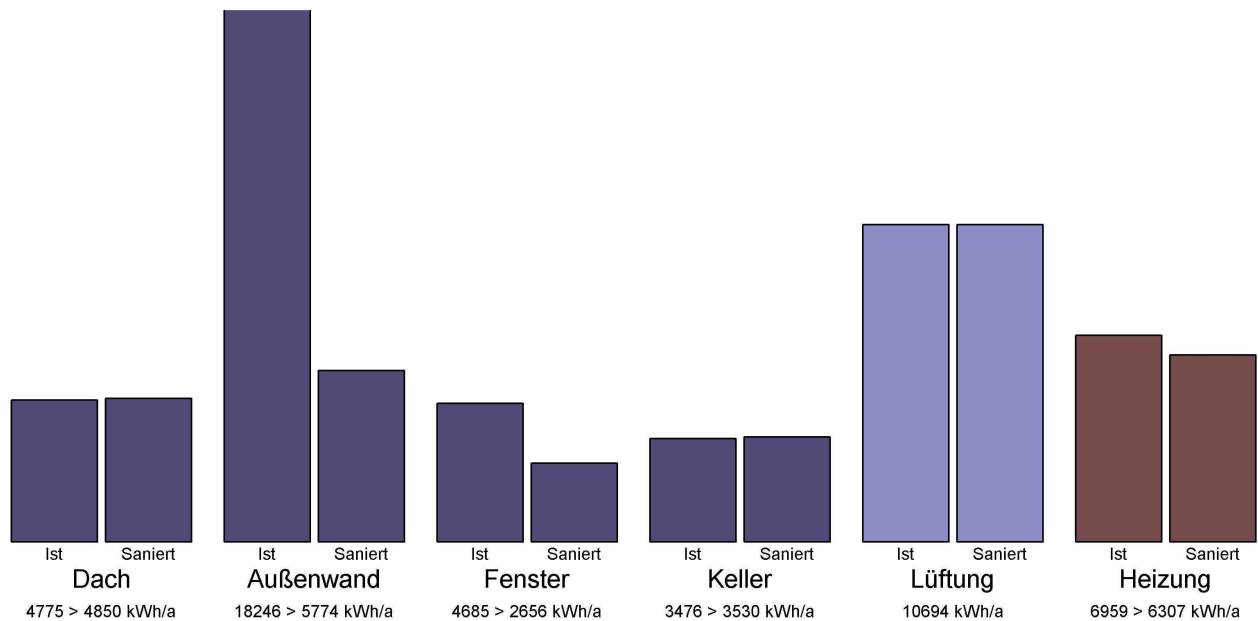
### 6.2 Variante 4 - Modernisierung der Anlagentechnik

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 **36 %**.

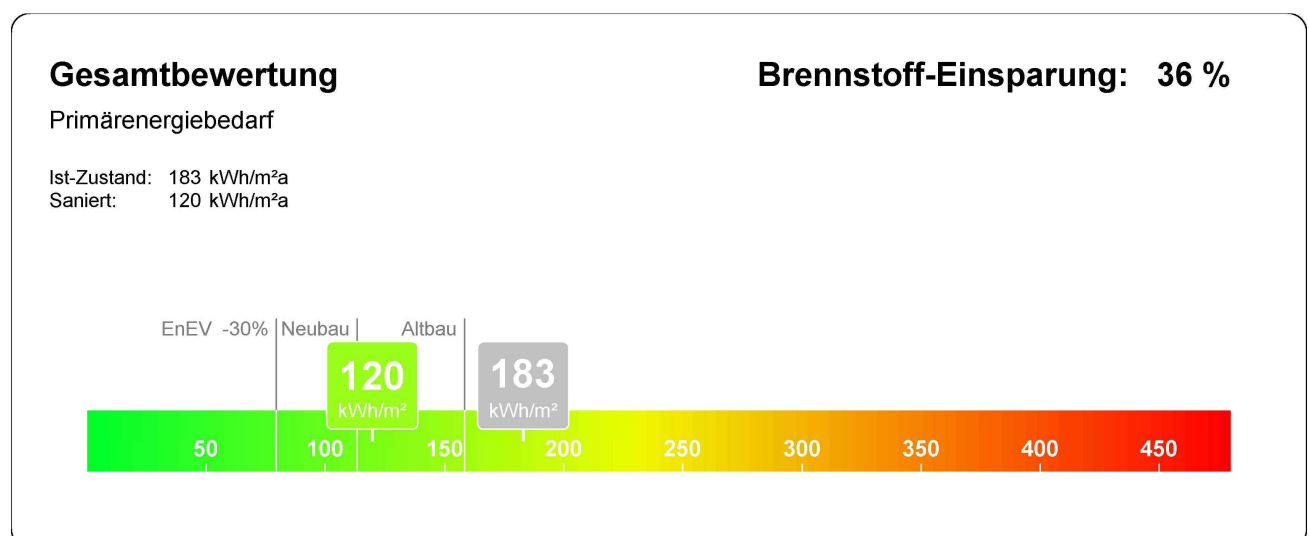
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 38559 kWh/Jahr reduziert sich auf 24716 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 13843 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen werden um 3008 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 **120 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, Wärmedämmung Außenwand und Wärmedämmung oberste Geschossdecke

**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 10 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	110	0,23	OGD gegen Außenluft = Systemgrenze	13	0,5
2	Außenwand	Ost	90	55	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	12	1
3	Isolierverglasung	Ost	90	9	1,1	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	10	1
4	Außenwand	Nord	90	38	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	8	1
5	Isolierverglasung	Nord	90	4	1,1	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	4	1
6	Außenwand	West	90	54	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	12	1
7	Isolierverglasung	West	90	10	1,1	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	11	1
8	Außenwand	Süd	90	37	0,22	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	8	1
9	Isolierverglasung	Süd	90	4	1,1	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	4	1
10	EG Fußboden	Horizont.	0	110	1,16	EG FB gegen Erdreich = Systemgrenze	128	1

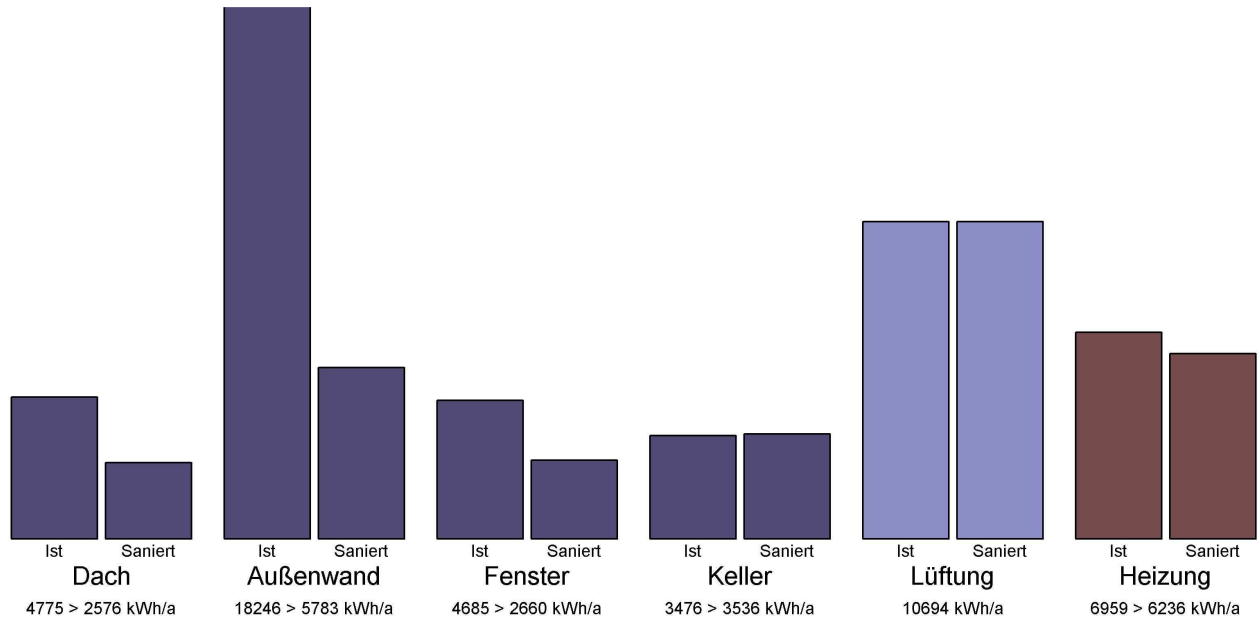
### 7.2 Variante 5 - Modernisierung der Anlagentechnik

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 **41 %**.

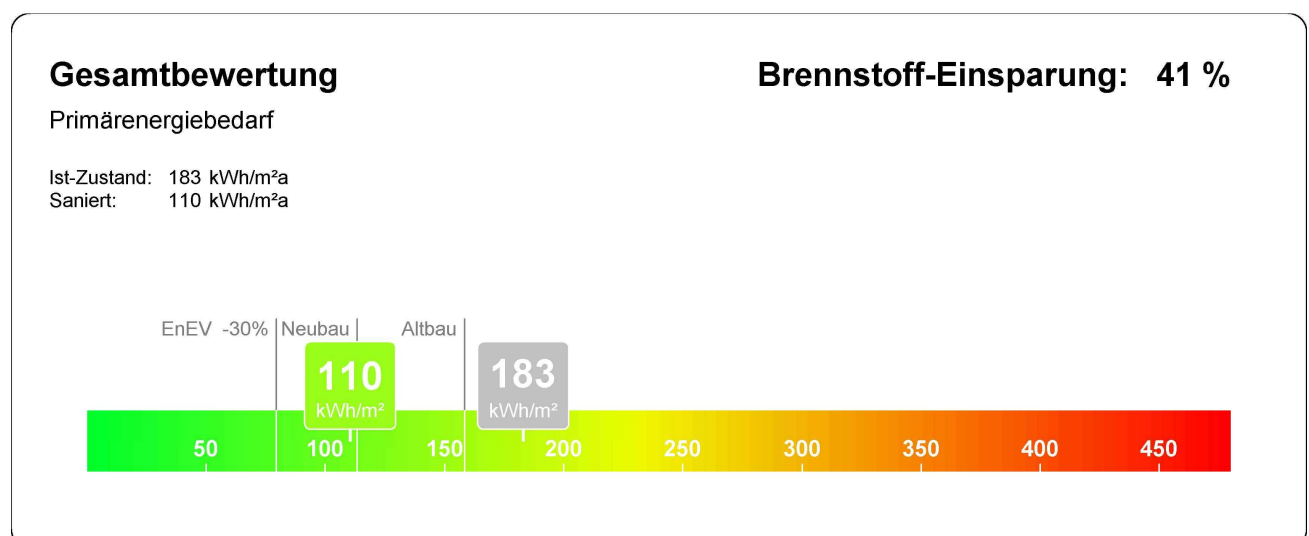
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 38559 kWh/Jahr reduziert sich auf 22676 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 15883 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen werden um 3451 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 **110 kWh/m<sup>2</sup>** pro Jahr.









## 8. Zusammenfassung der Ergebnisse

### 8.1 Primärenergiebedarf

#### Primärenergiebedarf $Q_p$ :







	kWh/a		Einsparung
Ist-Zustand	39498		
Var.1 - AF neu	37522		1976 5,0%
Var.2 - WD AW	27696		11802 29,9%
Var.3 - WG OGD	37374		2125 5,4%
Var.4 - AF neu, WD AW	25811		13688 34,7%
Var.5 - AF neu, WD AW, WD OGD	23797		15702 39,8%

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







	kWh/m <sup>2</sup> a		Einsparung
Ist-Zustand	183		
Var.1 - AF neu	174		9 5,0%
Var.2 - WD AW	128		55 29,9%
Var.3 - WG OGD	173		10 5,4%
Var.4 - AF neu, WD AW	120		63 34,7%
Var.5 - AF neu, WD AW, WD OGD	110		73 39,8%

### 8.2 Endenergiebedarf

#### Endenergiebedarf $Q_E$ :







	kWh/a		Einsparung
Ist-Zustand	38559		
Var.1 - AF neu	36562		1997 5,2%
Var.2 - WD AW	26626		11934 30,9%
Var.3 - WG OGD	36411		2148 5,6%
Var.4 - AF neu, WD AW	24716		13843 35,9%
Var.5 - AF neu, WD AW, WD OGD	22676		15883 41,2%

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







	kWh/m <sup>2</sup> a		Einsparung
Ist-Zustand	179		
Var.1 - AF neu	170		9 5,2%
Var.2 - WD AW	123		55 30,9%
Var.3 - WG OGD	169		10 5,6%
Var.4 - AF neu, WD AW	115		64 35,9%
Var.5 - AF neu, WD AW, WD OGD	105		74 41,2%

### 8.3 Nutzenergiebedarf

#### Heizwärmebedarf $Q_h$ :







	kWh/a		Einsparung
Ist-Zustand	28904		
Var.1 - AF neu	27010		1894 6,6%
Var.2 - WD AW	17556		11348 39,3%
Var.3 - WG OGD	26867		2037 7,0%
Var.4 - AF neu, WD AW	15712		13192 45,6%
Var.5 - AF neu, WD AW, WD OGD	13744		15160 52,5%

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







	kWh/m <sup>2</sup> a		Einsparung
Ist-Zustand	134		
Var.1 - AF neu	125		9 6,6%
Var.2 - WD AW	81		53 39,3%
Var.3 - WG OGD	125		9 7,0%
Var.4 - AF neu, WD AW	73		61 45,6%
Var.5 - AF neu, WD AW, WD OGD	64		70 52,5%

## 8.4 Anlagentechnische Verluste

### Anlagentechnische Verluste $Q_i$ :

	kWh/a		Einsparung
Ist-Zustand	6959		
Var.1 - AF neu	6856		103 1,5%
Var.2 - WD AW	6373		585 8,4%
Var.3 - WG OGD	6848		111 1,6%
Var.4 - AF neu, WD AW	6307		652 9,4%
Var.5 - AF neu, WD AW, WD OGD	6236		723 10,4%







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

	kWh/m <sup>2</sup> a		Einsparung
Ist-Zustand	32		
Var.1 - AF neu	32		0 1,5%
Var.2 - WD AW	30		3 8,4%
Var.3 - WG OGD	32		1 1,6%
Var.4 - AF neu, WD AW	29		3 9,4%
Var.5 - AF neu, WD AW, WD OGD	29		3 10,4%







## 8.5 Schadstoff-Emissionen

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

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







	kg/a		Einsparung
Ist-Zustand	8749		
Var.1 - AF neu	8315		434 5,0%
Var.2 - WD AW	6155		2594 29,6%
Var.3 - WG OGD	8282		467 5,3%
Var.4 - AF neu, WD AW	5741		3008 34,4%
Var.5 - AF neu, WD AW, WD OGD	5298		3451 39,4%

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

	kg/m <sup>2</sup> a		Einsparung
Ist-Zustand	41		
Var.1 - AF neu	39		2 5,0%
Var.2 - WD AW	29		12 29,6%
Var.3 - WG OGD	38		2 5,3%
Var.4 - AF neu, WD AW	27		14 34,4%
Var.5 - AF neu, WD AW, WD OGD	25		16 39,4%







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

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

	kg/a		Einsparung
Ist-Zustand	8,0		
Var.1 - AF neu	7,6		0,4 5,1%
Var.2 - WD AW	5,6		2,4 30,5%
Var.3 - WG OGD	7,6		0,4 5,5%
Var.4 - AF neu, WD AW	5,2		2,8 35,4%
Var.5 - AF neu, WD AW, WD OGD	4,8		3,3 40,6%

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

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

	kg/a		Einsparung
Ist-Zustand	7,0		
Var.1 - AF neu	6,7		0,4 5,0%
Var.2 - WD AW	4,9		2,1 29,8%
Var.3 - WG OGD	6,7		0,4 5,4%
Var.4 - AF neu, WD AW	4,6		2,4 34,5%
Var.5 - AF neu, WD AW, WD OGD	4,3		2,8 39,6%

## Anhang - Brennstoffdaten

	Einheit	Heizwert kWh/Einheit	Brennwert kWh/Einheit
Erdgas E	m³	10,42	11,42
Stückholz	rm	2326,00	2512,08
Strom	kWh	1,00	

	Arbeitspreis Cent/kWh	Arbeitspreis Cent/Einheit	Grundpreis Euro/Jahr	Lagerver- zinsung*
Erdgas E	6,26	65,2	182	
Stückholz	3,00	6978,0		2,5%
Strom	19,20	19,2	50	

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

	Primär- energie- faktor	CO2- Emissionen g/kWh	SO2- Emissionen g/kWh	NOx- Emissionen g/kWh
Erdgas E	1,1	247	0,157	0,200
Stückholz	0,2	6	0,215	0,208
Strom	2,7	683	1,111	0,583