



## 2.2 Energiemanagementsysteme des Amt Horst-Herzhorn energetische Betrachtung

# FÜR DAS „FEURWEHRHAUS KOLLMAR“ IN 25377 KOLLMAR

**Auftraggeber**

Amt Horst-Herzhorn  
Elmshorner Straße 27  
25358 Horst (Holstein)

**Auftragnehmer**

energielenker projects GmbH  
Hüttruper Heide 90  
48268 Greven

Greven, den 23.06.2023

|  |    |
|--|----|
| ABBILDUNGSVERZEICHNIS .....  | 3  |
| TABELLENVERZEICHNIS .....  | 4  |
| 1 Einleitung.....  | 5  |
| 2 Zusammenfassung.....   | 6  |
| 2.1 ENDENERGIE- UND KOSTENEINSPARUNG.....  | 6  |
| 2.2 GESAMTEFFIZIENZ UND KLIMASCHUTZ .....  | 7  |
| 2.3 INVESTITIONSKOSTEN .....   | 8  |
| 3 Ausgangssituation.....   | 10 |
| 3.1 BESCHREIBUNG DES GEBÄUDES.....   | 10 |
| 3.2 FOTODOKUMENTATION .....  | 11 |
| 3.3 GEBÄUDEHÜLLE .....   | 12 |
| 3.3.1 Wärmetechnische Einstufung der Gebäudehülle.....                             | 12 |
| 3.3.2 Bauteilaufbau im Ist-Zustand.....  | 12 |
| 3.3.3 Wärmebrücken.....  | 13 |
| 3.4 ANLAGENTECHNIK.....  | 13 |
| 3.5 TATSÄCHLICHER VERBRAUCH .....  | 15 |
| 3.5.1 Energieverbräuche der Liegenschaft.....                                      | 15 |
| 3.5.2 Verbrauchskennwerte.....   | 16 |
| 3.6 ENERGIEKOSTEN, CO <sub>2</sub> -EMISSIONSFAKTOREN UND<br>PREISSTEIGERUNG ..... | 17 |
| 3.7 PREISERMITTLUNG FÜR DIE SANIERUNGSKOSTEN .....                                 | 18 |
| 4 Sanierungsvarianten.....   | 19 |
| 4.1 ÜBERSICHT SANIERUNGSVARIANTEN .....  | 19 |
| 4.2 SV1: GLASBAUSTEINE, EINGANGSTÜR, TOR .....                                     | 20 |
| 4.3 SV2: AUßENWANDSANIERUNG ALTBAU .....   | 23 |
| 4.4 SV3: DACHSANIERUNG ALTBAU.....   | 26 |
| 4.5 SV4: LED-BELEUCHTUNG .....   | 29 |

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

|   |    |
|---|----|
| Abbildung 1 Endenergiebedarf $Q_E$ [kWh/a] .....                              | 6  |
| Abbildung 2 Energiekosten [€/a] .....   | 6  |
| Abbildung 3 Primärenergiebedarf $Q_P$ [kWh/a] .....                           | 7  |
| Abbildung 4 CO <sub>2</sub> -Emissionen [kWh/a] .....                         | 7  |
| Abbildung 5 Investitionskosten [€] .....                                      | 8  |
| Abbildung 6 Lageplan des zu bewertenden Gebäudes (rot umkreist) .....         | 10 |
| Abbildung 7 Grafische Darstellung der Energieverbrauchskennwerte .....        | 16 |
| Abbildung 8 Prognostizierte Preissteigerung verschiedener Energieträger ..... | 18 |
| Abbildung 9 Primärenergiebedarf, SV1 .....                                    | 21 |
| Abbildung 10 Primärenergiebedarf, SV2 .....                                   | 24 |
| Abbildung 11 Primärenergiebedarf, SV3 .....                                   | 27 |
| Abbildung 12 Primärenergiebedarf, SV4 .....                                   | 30 |

**TABELLENVERZEICHNIS**

Tabelle 1 Gesamtübersicht Sanierungsvarianten inkl. Förderung ..... 9

Tabelle 2 Allgemeine Angaben zum Gebäude ..... 10

Tabelle 3 Vergleich der U-Werte ..... 12

Tabelle 4 Energieverbrauch der Liegenschaft nach Energieart einschließlich Wasserverbrauch  
..... 15

Tabelle 5 Energieverbrauchskennwerte..... 16

Tabelle 6 CO<sub>2</sub>- Emissions- und Primärenergiefaktoren ..... 17

Tabelle 7 Spezifische Energiepreise nach Energieträger ..... 17

Tabelle 8 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV1..... 22

Tabelle 9 Einsparpotenzial, SV1..... 22

Tabelle 10 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV2 ..... 25

Tabelle 11 Einsparpotenzial, SV2 ..... 25

Tabelle 12 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV3 ..... 28

Tabelle 13 Einsparpotenzial, SV3 ..... 28

Tabelle 14 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV4 ..... 31

Tabelle 15 Einsparpotenzial, SV4 ..... 31

## 1 EINLEITUNG

Der vorliegende Gebäudebericht des Feuerwehrhauses Kollmar wurde im Rahmen des Förderschwerpunktes 2.2 Energiemanagementsysteme nach PTJ erstellt.

Mit den Bewertungskriterien des Förderschwerpunktes nach PTJ wird das Anforderungsniveau für Nichtwohngebäude nach der Norm DIN V 18599 vorgegeben. Die Berechnungsmethodik der Norm sieht für Nichtwohngebäude eine Zonierung vor. Mit der Zonierung können die Gebäude in unterschiedliche Nutzungszonen oder in ein Ein-Zonen-Modell (vereinfachtes Modell) aufgeteilt werden. Im Rahmen der Gebäudebewertung wird das vereinfachte Modell verwendet. Mit der Zonierung der Gebäude werden pauschalisierte Annahmen zum Nachweis der Einhaltung eines im Gebäudeenergiegesetz (GEG) festgeschriebenen Anforderungsniveau für Gebäude zu Grunde gelegt.

Nach der Berechnungsmethodik der DIN V 18599 wird der Verbrauch einer bestimmten Energiemenge von Strom und Wärme ermittelt, die z.B. in einem Gebäude zur Beheizung, zur Bereitstellung von Trinkwarmwasser oder zur Beleuchtung des Raums benötigt wird. Diese Energiemenge wird unter der Verwendung von standardisierten Randbedingungen rein rechnerisch ermittelt und als **Energiebedarf** gekennzeichnet. Beim Energiebedarf wird das Nutzerverhalten der Bewohner bzw. der Letztverbraucher nicht berücksichtigt. Basierend auf dem Energiebedarf der Liegenschaft werden die jeweiligen Sanierungsvarianten (SV) abgeleitet und in diesem Gebäudebericht beschrieben.

Der **Energieverbrauch** hingegen wird über die tatsächlichen Verbrauchsdaten von Strom und Wärme eines Gebäudes ermittelt. Im Energieverbrauch sind auch die unterschiedlichen Gewohnheiten der Letztverbraucher, die tatsächlichen Witterungsverhältnisse am Standort des Gebäudes und die zusätzlichen elektrischen Verbraucher (PC, Küche usw.) enthalten.

Aufgrund der Berechnungsmethodik nach DIN V 18599 sind Abweichungen vom Energiebedarf zum Energieverbrauch zu erwarten.<sup>1</sup> Die Energieverbräuche können als Vergleichsgrundlage für die Berechnung des Energiebedarfs nur teilweise herangezogen werden, da in den Sanierungsvarianten lediglich die Hilfsenergie für die technischen Anlagen (Heizung, Beleuchtung usw.) und die Raumwärme betrachtet wird d.h., dass auch bei einem Eigenstromverbrauch aus PV-Produktion nur der Anteil für die Hilfsenergie energiewirtschaftlich betrachtet wird.

Insgesamt wird bei den Ergebnissen der Sanierungsvarianten eine Schwankungsbreite von bis zu 40% angenommen. Diese Abweichungen sollten bei der Bewertung der verschiedenen Sanierungsvarianten von der Gemeinde berücksichtigt werden.

---

<sup>1</sup> Untersuchungsbericht: Energiebedarf versus Energieverbrauch – Fachhochschule Bielefeld, Institut für Bauphysik und Baukonstruktion. Stand 25.10.2019  
<https://www.hausundgrund.de/sites/default/files/downloads/fh-bielefelduntersuchungenergiebedarfversusenergieverbrauch12112019.pdf>

## 2 ZUSAMMENFASSUNG

### 2.1 ENDENERGIE- UND KOSTENEINSPARUNG

Nachfolgend sind die Einsparungen an Endenergie nach Maßnahmenumsetzung aufgeführt, die durch Modernisierungen am Gebäude und der Anlagentechnik generiert werden können:

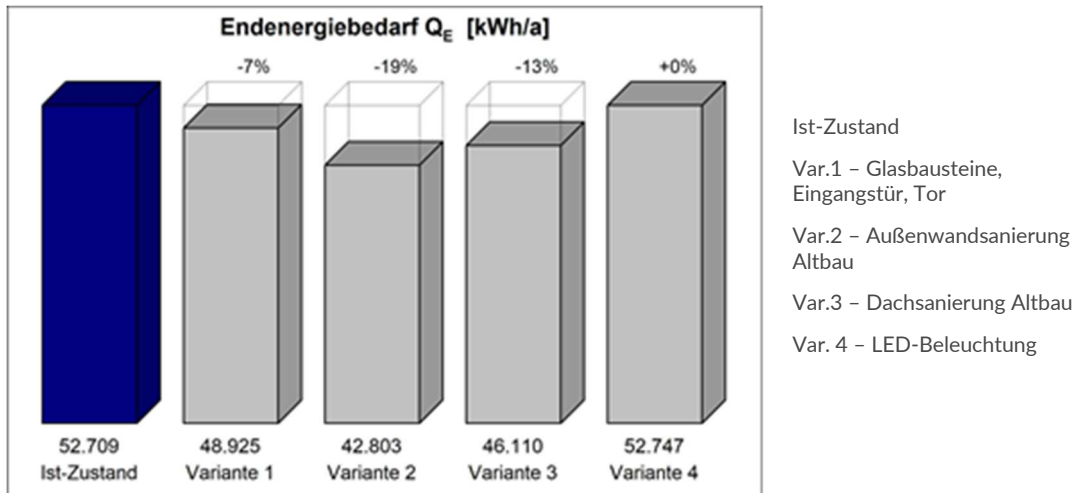


Abbildung 1 Endenergiebedarf  $Q_E$  [kWh/a]

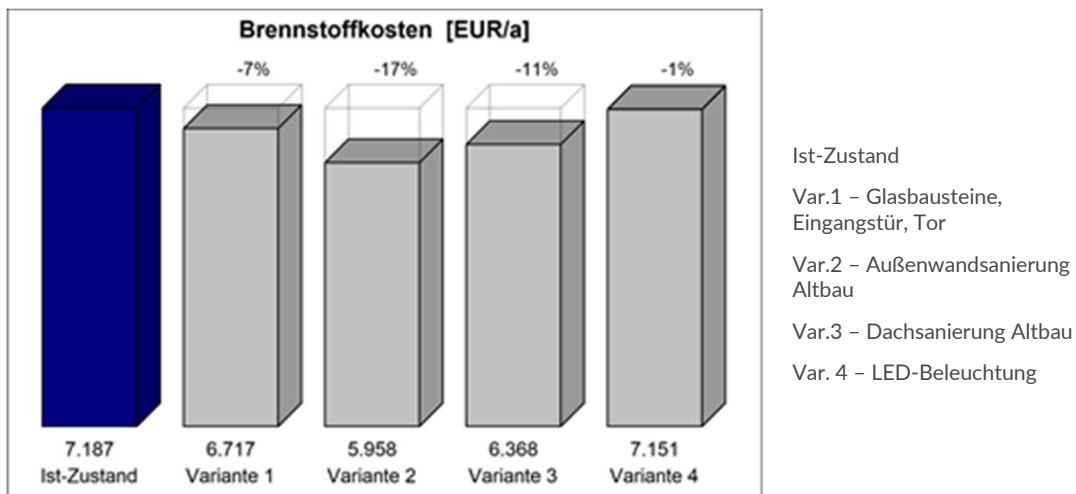


Abbildung 2 Energiekosten [€/a]

## 2.2 GESAMTEFFIZIENZ UND KLIMASCHUTZ

Wie in der Einleitung dieses Berichtes umrissen wird, sollen die geplanten Maßnahmen einen wirksamen Klimaschutzeffekt erreichen. Kennzeichen hierfür sind die Einsparungen an CO<sub>2</sub>-Ausstoß und Primärenergie.

Maßnahmen wirken sich dann besonders positiv aus, wenn möglichst viele fossile Energieträger eingespart werden. Dies führt zu einem geringen Primärenergiebedarf und gleichzeitig zu einem geringen CO<sub>2</sub>-Ausstoß. Neben der CO<sub>2</sub>-Einsparung wird die Umwelt durch weniger NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> und Staub belastet.

In den folgenden Diagrammen werden die Klimaschutzaspekte der einzelnen Varianten anhand der Einsparung an Primärenergie und CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Umsetzung der Maßnahmen dargestellt. Da nach GEG die Nutzungsdauer nicht weniger als vier Monate betragen sollte, um den Primärenergiebedarf zu berechnen wurde diese bei diesem Gebäude auf 150 Tage hochgesetzt.

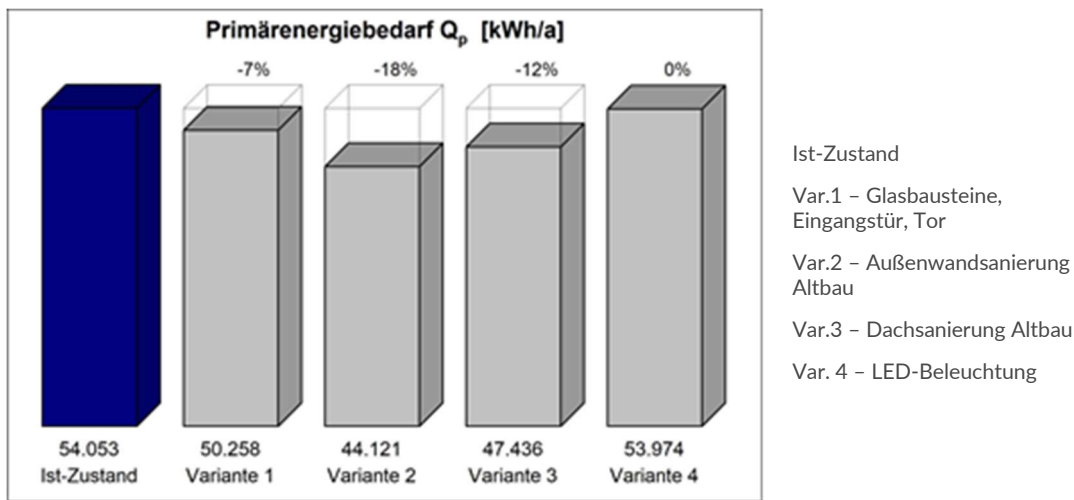


Abbildung 3 Primärenergiebedarf  $Q_p$  [kWh/a]

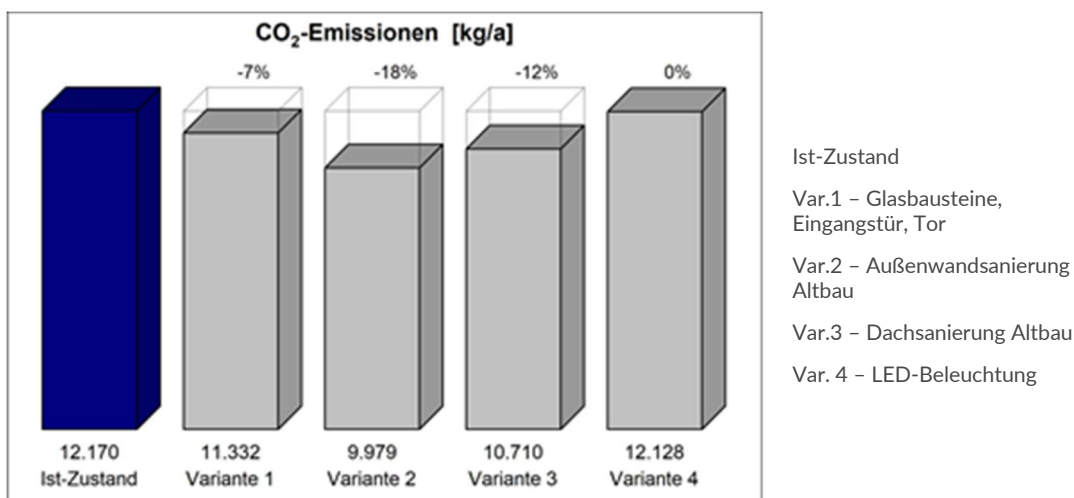


Abbildung 4 CO<sub>2</sub>-Emissionen [kWh/a]

### 2.3 INVESTITIONSKOSTEN

In der nachfolgenden Abbildung sind die Investitionskosten der einzelnen Sanierungsvarianten aufgeführt.

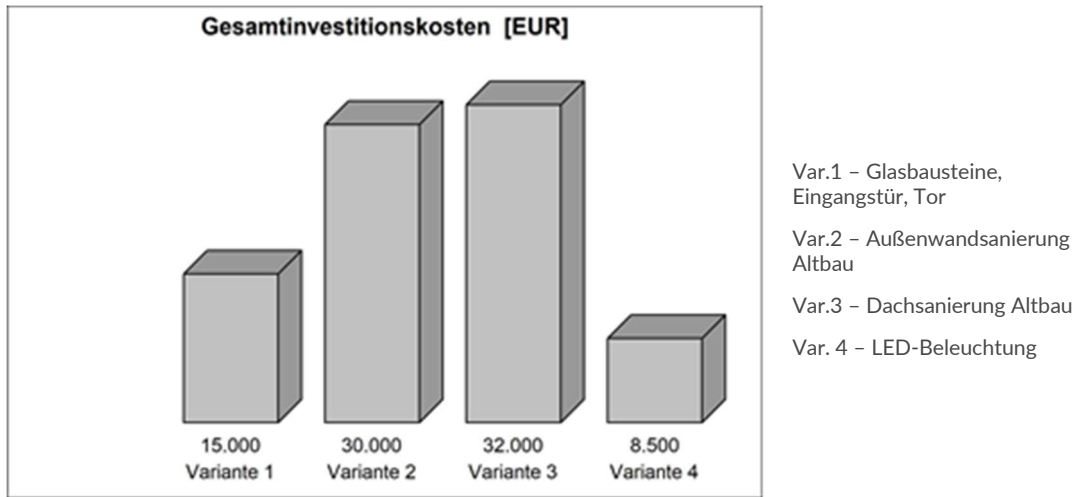


Abbildung 5 Investitionskosten [€]



Unter der Berücksichtigung der Zuschüsse der verschiedenen Förderprogramme verbessert sich die Amortisationszeit jeder vorgeschlagenen Sanierungsvariante. Die Wirtschaftlichkeitsberechnung in Kapitel 4 erfolgt ohne Berücksichtigung der Zuschüsse.

Die vorgeschlagenen Sanierungsvarianten können mit der nachfolgenden Reihenfolge geplant und umgesetzt werden.

Tabelle 1 Gesamtübersicht Sanierungsvarianten inkl. Förderung

| <i>Reihenfolge der Sanierungsvarianten</i>    | <i>CO<sub>2</sub>-Einsparung [kg/a]</i> | <i>Investitionsausgaben (brutto) inkl. 20 % NK [€]</i> | <i>Zuschüsse aus Förderprogrammen [€] (Stand: Juni 2023)</i> | <i>Amortisationszeit [Jahre]</i> |
|---|---|--|--|----------------------------------|
| Schritt 1:<br>Außenwandsanierung<br>Altbau    | 2.191                                   | 30.000   | 4.500, 15 % BAFA - BEG<br>EM                                 | 22                               |
| Schritt 2: Glasbausteine,<br>Eingangstür, Tor | 837                                     | 15.000   | 2.250, 15% BAFA-BEG<br>EM                                    | 28                               |
| Schritt 3: Dachsanierung<br>Altbau            | 1.460                                   | 32.000   | 4.800, 15% BAFA BEG-<br>EM                                   | -                                |
| Schritt 4: LED-<br>Beleuchtung                | 42                                      | 8.500  | 1.275, 15% BAFA BEG-<br>EM Anlagentechnik                    | -                                |
| <b>Summe</b>                                  | 4.530                                   | 85.500   | 12.825   |                                  |

#### **Wichtiger Hinweis zu den Informationen über anwendbare Zuschüsse**

Sind Zuschüsse für die Umsetzung einer Maßnahme erhältlich, sind diese bei der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Sanierungsvarianten zu berücksichtigen. Ob die Gemeinde die Förderbedingungen erfüllen kann, ist von der Gemeinde eigenständig zu prüfen. Die Aktualität der Förderkonditionen ist vor der Umsetzung von Maßnahmen ebenfalls zu prüfen. Fördermaßnahmen sind i. d. R. vor Durchführung der Sanierungsmaßnahme zu beantragen.

Für die Aufzählung der genannten Förderkonditionen und der Höhe der Zuschüsse bestehen keine Ansprüche auf Vollständigkeit.

### 3 AUSGANGSSITUATION

#### 3.1 BESCHREIBUNG DES GEBÄUDES

Das Feuerwehrhaus Kollmar wurde ca. 1970 in massiver Bauweise errichtet. Im Jahr 2000 wurde das Feuerwehrhaus um einen Aufenthaltsraum erweitert. Die Fenster sind aus 2000. Die Außentür, die Glasbausteine und die Tore entsprechen dem Baualter des Altbaus. Die Wärme wird durch einen Niedertemperaturkessel und das Warmwasser über Durchlauferhitzer bereitgestellt.

Die Feuerwehrwache wird alle zwei Wochen abends und somit selten genutzt. Damit jedoch der Primärenergiebedarf für die Beheizung berechnet wird, muss die jährliche Nutzungsdauer mindestens 4 Monate betragen. Die Nutzungsdauer wurde für die Simulation auf 150 Tage im Jahr angehoben.



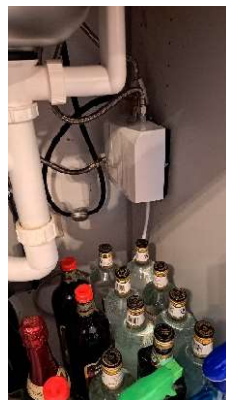
Abbildung 6 Lageplan des zu bewertenden Gebäudes (rot umkreist)

Tabelle 2 Allgemeine Angaben zum Gebäude

| <i>Name/Bezeichnung</i>           | <i>Feuerwehrhaus Kollmar</i> |
|-----------------------------------|------------------------------|
| Gebäudetyp                        | Feuerwehr                    |
| Straße, Hausnr.                   | Wiesengrund 1                |
| PLZ, Ort                          | 25377, Kollmar               |
| Baujahr                           | 1970                         |
| Beheiztes Gebäudevolumen V        | 512,2 m <sup>3</sup>         |
| Nettogrundfläche A <sub>NGF</sub> | 90,2 m <sup>2</sup>          |
| Thermische Hüllfläche             | 418,4 m <sup>2</sup>         |
| Geschosshöhe                      | 3,50 m                       |

**Anmerkung:** Flächen- und Volumenangaben beziehen sich lediglich auf thermisch konditionierte Zonen. Ist-Zustand entsprechend den Angaben und Planunterlagen vom Amt Horst Herzhorn

### 3.2 FOTODOKUMENTATION



### 3.3 GEBÄUDEHÜLLE

#### 3.3.1 Wärmetechnische Einstufung der Gebäudehülle

Das untersuchte Gebäude weist die in der nachfolgenden Tabelle ausgewiesenen Werte auf.

Die Flächen der Außenbauteile wurden anhand der vorhandenen Pläne ermittelt. Darüber hinaus basieren die U-Werte auf der Vor-Ort-Aufnahme sowie getroffenen Annahmen von vorhandenen Informationen bzw. Angaben zu den Bauteilen. Alle in den Unterlagen nicht aufgeführten Konstruktionen (Schichtaufbauten) wurden mittels Literaturangabe<sup>2</sup> und / oder nach eigenen Erfahrungswerten angenommen.

Die Tabelle listet die Bauteile des Gebäudes mit den relevanten Bestandsdaten auf. Für die energetische Bewertung der Konstruktionen sind zum Vergleich die zulässigen Höchstwerte nach dem Gebäudeenergiegesetz (GEG) und der KfW mit angegeben<sup>3</sup>.

Tabelle 3 Vergleich der U-Werte

| <b>Bezeichnung</b> | <b>Ist-Zustand [W/(m<sup>2</sup>K)]</b> | <b>GEG<sup>4</sup>[W/(m<sup>2</sup>K)]</b> | <b>BEG-Förderung<sup>5</sup><br/>[W/(m<sup>2</sup>K)]</b> |
|--------------------|---|--|---|
| Dach Altbau        | 0,80                                    | 0,20                                       | 0,14  |
| Dach Anbau         | 0,30                                    | 0,20                                       | 0,14  |
| Außenwand Altbau   | 1,00                                    | 0,24                                       | 0,20  |
| Außenwand Anbau    | 0,47                                    | 0,24                                       | 0,20  |
| Fenster Bj. 2000   | 1,80                                    | 1,30                                       | 0,95  |
| Glasbausteine      | 5,00                                    | 1,30                                       | 0,95  |
| Tür                | 5,50                                    | 1,80                                       | 1,30  |
| Bodenplatte Altbau | 1,20                                    | 0,30                                       | 0,25  |
| Bodenplatte Anbau  | 0,37                                    | 0,30                                       | 0,25  |

#### 3.3.2 Bauteilaufbau im Ist-Zustand

U-Werte für Bauteilaufbauten werden entsprechend des Baualters eingestuft. Sollten konkrete Bauteilbeschreibungen vorliegen, werden diese Berücksichtigung finden.

<sup>2</sup> „U-Werte alter Bauteile“, der von der Deutschen Energie Agentur (Dena) herausgegebenen Typologie

<sup>3</sup> Die zulässigen U-Werte beziehen sich gemäß GEG Anlage 3 auf die Begrenzung des Wärmedurchgangs beim erstmaligen Einbau, Ersatz und Erneuerung von Bauteilen. Bei Fensterbauteilen handelt es sich um den gemittelten  $U_w$ -Wert für Rahmen und Verglasung

<sup>4</sup> Die Mindestanforderungen an U-Werte nach dem Bauteilverfahren des GEG 2023 gelten als erfüllt, wenn der Jahres-Primärenergiebedarf sowie die mittleren U-Werte des gesamten Gebäudes die Höchstwerte für einen entsprechenden Neubau um nicht mehr als 40 % überschreiten.

<sup>5</sup> Die Mindestanforderungen an U-Werte für BEG-Förderung gelten nicht für die Förderung von Neubau und Sanierung von Effizienzgebäuden gem. BEG-Richtlinie (BEG NWG). Die Anforderungen Stand Juni 2023 können jederzeit aktualisiert werden.

### 3.3.3 Wärmebrücken

Bei einer Wärmebrücke handelt es sich grundsätzlich um ein gestörtes Bauteil und steht somit für einen Sonderfall in der Konstruktion der Gebäudehülle. Bauteilschwächungen oder Materialwechsel können diese Wärmebrückeneffekte begünstigen. Es können aber ebenso geringere Dämmstärken für die Wärmebrückenwirkung verantwortlich sein.

Somit wird die Bewertung der punkt- oder linienbezogenen Wärmeverluste durch Wärmebrücken zu einem bedeutenden Teil in der Bilanzierung und Planung von Bestands- und Neubauten.

### 3.4 ANLAGENTECHNIK

| Beheizung  |                        |
|--|------------------------|
| <p>In dem betrachteten Gebäude gibt es einen Gas-Brennwertkessel, welcher im Heizungsraum des Feuerwehrhauses untergebracht ist. Die Heizungsanlage versorgt das gesamte Gebäude.</p> <p><b>Anlagentechnik: Erzeugungseinheiten Heizung</b></p> <p>1. Vaillant Thermoblock 19 kW</p> |                        |
| Erzeuger   | Niedertemperaturkessel |
| Baujahr  | ca. 2005               |
| Umgebung   | innerhalb Zone         |
| Zone   | Feuerwehr              |
| Energieträger  | Erdgas E               |

## Warmwasserbereitung

### **Anlagentechnik: Erzeugungseinheiten Trinkwarmwasser**

Die Warmwasserbereitung des Feuerwehrhauses erfolgt über elektrische Durchlauferhitzer. Sie wurde jedoch nicht detaillierter betrachtet, da Warmwasser nur in vereinzelt Räumen vorhanden ist.

## Lüftung/Klima

Eine Lüftung findet in jedem Gebäude zum einen kontrolliert, zum anderen auch unkontrolliert statt. Unkontrollierte Lüftungswärmeverluste erfolgen im Wesentlichen über Fenster- und Türfugen. Aber auch Mauerwerksfugen, Maueranschlüsse, Trockenbaufugen etc. können zu hohen Lüftungswärmeverlusten führen.

Ein Mindestluftwechsel ist hygienisch und bauphysikalisch notwendig. Ebenfalls müssen CO<sub>2</sub> und Feuchtigkeit, die beim Prozess des Ausatmens entstehen, abgeführt werden. Eine Lüftung ist auch nötig, um Schimmelbildung durch erhöhte Feuchtigkeit vorzubeugen und vermehrt austretende Schadstoffe aus modernen Baustoffen, Kunststoffen oder Belägen zu entfernen.

**In den untersuchten Gebäuden erfolgt die Be- und Entlüftung hauptsächlich über die vorhandenen Fenster und Türen.**

### 3.5 TATSÄCHLICHER VERBRAUCH

#### 3.5.1 Energieverbräuche der Liegenschaft

Der Energieverbrauch wird entscheidend durch das Nutzungsverhalten bestimmt. Die wesentlichen Einflussfaktoren dabei sind:

- ▶ Die standortspezifischen Witterungsverhältnisse (Lüftungsverhalten und Raumlufttemperaturen)
- ▶ die tägliche Betriebsdauer der elektrischen Verbraucher
- ▶ die tägliche Betriebsdauer der Heizung
- ▶ interne Wärmequellen (Licht, Elektrogeräte, Personenanzahl, ...)
- ▶ der Warm- und Kaltwasserverbrauch

Die jährlichen klimatischen Bedingungen an einem Standort beeinflussen den Wärmeverbrauch eines Gebäudes. Um die Beurteilung und die Vergleichbarkeit der verschiedenen Wärmeverbräuche mit nutzungsgleichen Gebäuden zu ermöglichen, werden die gebäudespezifischen Wärmeverbräuche mit einem Klimafaktor korrigiert. Hierdurch werden die jährlichen gebäudespezifischen Verbrauchswerte von Wärme auf ein durchschnittliches Klima hochgerechnet.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Verbrauchsdaten von Gas (witterungsbereinigt) und Wasser der Jahre 2017-2020 dargestellt.

Die Stromverbräuche des Feuerwehrhauses Kollmar liegen zum Zeitpunkt der Bearbeitung nicht vor.

Tabelle 4 Energieverbrauch der Liegenschaft nach Energieart einschließlich Wasserverbrauch

| <i>Jahr</i>                               | <i>2017</i> | <i>2018</i> | <i>2019</i> | <i>2020</i> | <i>Mittelwert</i> |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------------|
| Heizung (Gas) [kWh/a]                     | -           | 37.766      | 18.455      | 18.135      | 24.785            |
| Klimafaktor                               | -           | 1,11        | 1,11        | 1,12        |                   |
| Klima-bereinigter Verbrauch (Gas) [kWh/a] | -           | 41.920      | 20.485      | 20.311      | 27.572            |
| Strom [kWh/a]                             | -           | -           | -           | -           | -                 |
| Gesamtenergieverbrauch [kWh/a]            | -           | 41.920      | 20.485      | 20.311      | 27.572            |
| Wasser [m³/a]                             | 26          | 30          | 20          | 5           | 20                |

### 3.5.2 Verbrauchskennwerte

Das Verfahren des Verbrauchskennwertvergleiches ermöglicht die spezifischen Verbrauchsdaten der Objekte mit Werten ähnlicher Referenzgebäude zu vergleichen. Dadurch können Einspar- und Sanierungspotenziale identifiziert werden. Energieeffizienzmaßnahmen sind besonders dann sinnvoll und wirtschaftlich, wenn die eigenen Energieverbrauchskennwerte deutlich über den Grenzwerten liegen.<sup>6</sup>

Für das Gebäude wurde der Mittelwert aus den Verbrauchsdaten der Jahre 2017, 2018, 2019 und 2020 gebildet und durch die Netto-Grundfläche von 90,2 m<sup>2</sup> dividiert.

Tabelle 5 Energieverbrauchskennwerte

| <b>Kindergarten</b>  |                 | <b>Energieverbrauchskennwerte<br/>[kWh/m<sup>2</sup><sub>NGFa</sub>] bzw. [dm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup><sub>NGFa</sub>]</b> |                  |  |
|----------------------|-----------------|---|------------------|--|
| <b>Energieträger</b> | <b>Zielwert</b> | <b>Ist-Kennwert</b>   | <b>Grenzwert</b> |  |
| Strom                | 5               | -   | 19               |  |
| Wärme                | 58              | 306   | 124              |  |
| Wasser               | 34              | 225   | 230              |  |

Als Orientierung zur Einstufung von Verbrauchswerten in den verschiedenen Medienbereichen (Strom, Wärme, Wasser) werden zunächst statistische Erhebungen über Energieverbräuche und Energiekosten herangezogen. Die nachfolgende Abbildung 7 stellt die Bildung der Energieverbrauchskennwerte für Strom, Wärme und Wasser dar.

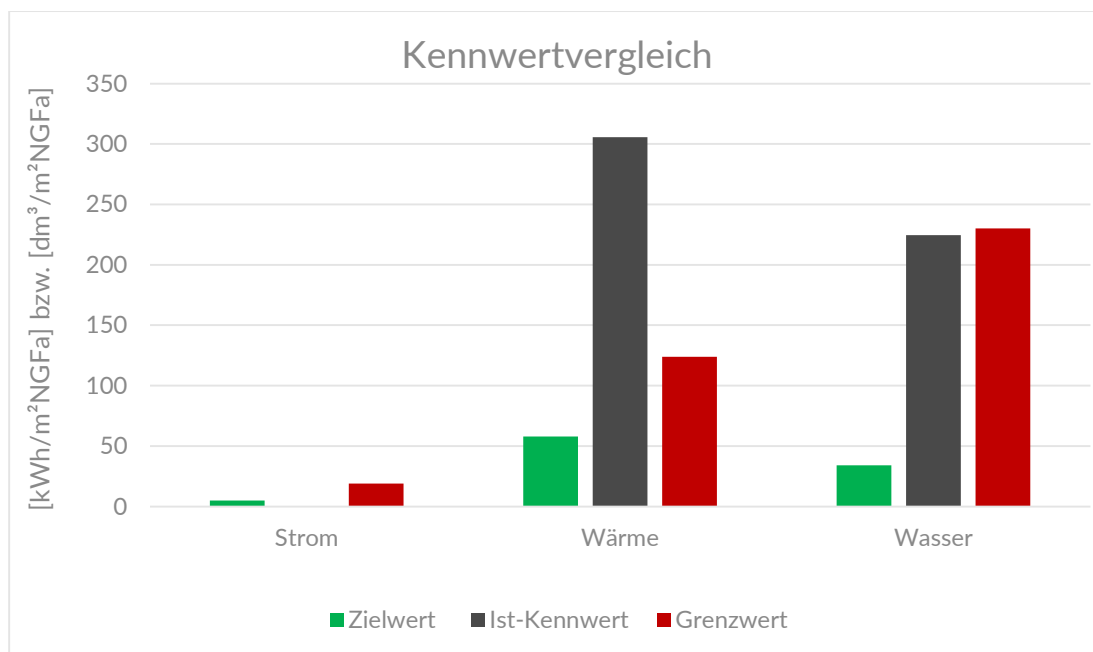


Abbildung 7 Grafische Darstellung der Energieverbrauchskennwerte

<sup>6</sup> Ziel- und Grenzwerte sind ermittelte Kennwerte der ages Gesellschaft für Energieplanung und Systemanalyse mbH, Münster (Werte von 2005); Zielwert: Unterer Quartilmittelwert (arithmetisches Mittel der unteren 25 % aller Verbrauchsdaten (Gebäuden mit niedrigstem Energieverbrauch); Grenzwert: Arithmetisches Mittel (Summe aller Einzelwerte geteilt durch die Summe aller Flächen)



Der Ist-Kennwert für den Wasserverbrauch liegt zwischen den Ziel- und Grenzwerten. Der Ist-Kennwert für Wärme dagegen ist deutlich größer als der Grenzwert. Dieser kann durch die in diesem Bericht vorgeschlagenen Sanierungsvarianten verbessert werden.

### 3.6 ENERGIEKOSTEN, CO<sub>2</sub>-EMISSIONSFAKTOREN UND PREISSTEIGERUNG

Für die Sanierungsvarianten wurden folgende CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren, Primärenergiefaktoren und spezifischen Energiepreise je Energieträger angesetzt:

Tabelle 6 CO<sub>2</sub>- Emissions- und Primärenergiefaktoren

| <b>Energieträger</b><br>[-] | <b>CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor</b><br>[g/kWh] | <b>Primärenergiefaktor [-]</b> |
|-----------------------------|--|--------------------------------|
| Erdgas                      | 240  | 1,10                           |
| Strom                       | 560  | 1,80                           |

Tabelle 7 Spezifische Energiepreise nach Energieträger

| <b>Bezeichnung</b><br>[-]              | <b>Preis in Brutto</b><br>[€/kWh] |
|--|-----------------------------------|
| Erdgas (inkl. CO <sub>2</sub> -Steuer) | 0,12                              |
| Strom-Mix                              | 0,40                              |
| Strom Wärmepumpentarif                 | 0,37                              |

#### Preissteigerung durch CO<sub>2</sub>-Steuer

Die CO<sub>2</sub> -Steuer soll den Umstieg von fossilen Kraft- und Brennstoffen hin zu erneuerbaren Technologien fördern. Die sogenannte CO<sub>2</sub> -Steuer verteuert Benzin, Diesel, Heizöl und Erdgas dabei so, dass sich die Kosten in Zukunft stärker am tatsächlichen CO<sub>2</sub>-Gehalt ausrichten. Sie soll die Bevölkerung zu einem bewussteren Umgang mit fossilen Energieträgern bewegen und Anreize schaffen, um auf moderne und klimafreundliche Technologien umzurüsten.

Mit dem Klimapaket hat die Bundesregierung inzwischen beschlossen, wie sich die CO<sub>2</sub> Preise in Zukunft verändern. So kostet eine Tonne des klimaschädlichen Gases im Jahr 2021 25 Euro. In den folgenden Jahren steigen die Abgaben dann schrittweise, bis diese 2025 einen Wert von 55 Euro pro Tonne erreichen. Ab 2026 steigen die Preise (in Abhängigkeit der jährlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen) voraussichtlich weiter an.

Die Nachfolgende Abbildung zeigt einen prognostizierten Anstieg der Energiekosten mit verschiedenen Energieträgern um bis zu 25 % bis 2026.

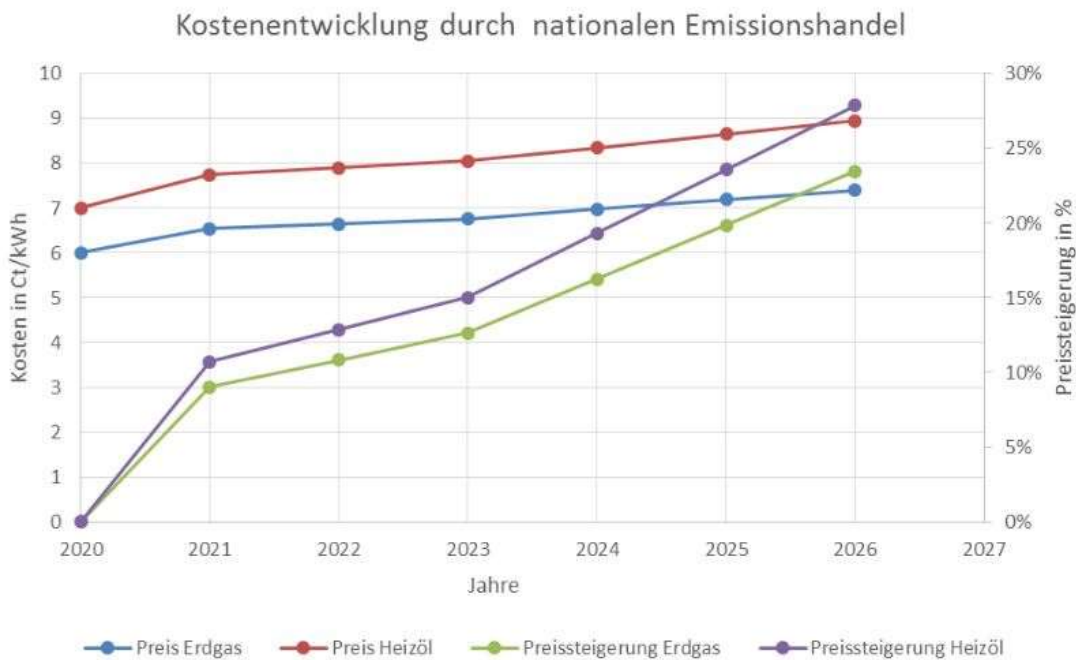


Abbildung 8 Prognostizierte Preissteigerung verschiedener Energieträger

Basierend auf die zukünftige Preisentwicklung der fossilen Energieträger wurden folgende Preissteigerungen in den Sanierungsvarianten hinterlegt:

- kalkulatorischer Zinssatz 3,00 %
- jährliche Preissteigerung - Brennstoff 4,00 %

### 3.7 PREISERMITTLUNG FÜR DIE SANIERUNGSKOSTEN

Für die Ermittlung der Sanierungskosten wurden zum einen die Richtpreise der Hersteller und zum anderen die Preise aus Referenzprojekten hinterlegt. Demnach sollte das Amt Horst-Herzhorn vor Projektbeginn mehrere Vergleichsangebote einholen. Zudem sollte das Amt Horst-Herzhorn mit der Vergabestelle die Verfügbarkeit und die Rahmenbedingungen für eine vorgeschlagene Förderung rechtzeitig abstimmen.

Die Kosten für Nebenleistungen (wie z. B. Planungsleistungen) wurden pauschal mit 20 % beaufschlagt und sind in den Investitionskosten der Sanierungsvarianten enthalten.

**Beispiel:**

Malarbeiten bei dem Austausch von alten Leuchtmitteln oder Anpassung des Flachdaches an ein neues Wärmedämmverbundsystem.

## 4 SANIERUNGSVARIANTEN

### 4.1 ÜBERSICHT SANIERUNGSVARIANTEN

Nachfolgend wird die Zusammenstellung der Sanierungsvarianten dargestellt (SV):

**Empfohlene Sanierungsvarianten:**

SV1: Glasbausteine, Eingangstür, Tor

SV2: Außenwandsanierung Altbau

SV3: Dachsanierung Altbau

SV4: LED-Beleuchtung

**Anmerkung:**

In allen Sanierungsvarianten wird versucht eine möglichst hohe und wirtschaftlich vertretbare Energieeinsparung zu erzielen.

#### 4.2 SV1: GLASBAUSTEINE, EINGANGSTÜR, TOR

Die Glasbausteine des Gebäudes sowie die Außentür stammen ca. aus 1970 und weisen daher keine guten Wärmedämmeigenschaften auf und sollten erneuert werden. Der aktuelle  $U_w$ -Wert für Fenster nach dem GEG beträgt  $1,30 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Um die BEG-Förderung zu beantragen, ist ein  $U_w$ -Wert von  $\leq 0,95 \text{ W/m}^2\text{K}$  anzusetzen. Die bestehende Außentür wird ebenfalls durch eine neue Türanlage mit einem U-Wert von  $1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$  ersetzt. Die Tore sollten durch neue mit einem U-Wert von  $2,0 \text{ W/m}^2\text{K}$  ersetzt werden.

**Hinweis:** Um Schimmelbildung im Bereich der Fensterlaibung zu vermeiden, ist darauf zu achten, dass der U-Wert der einzelnen Fenster nicht besser ist als das jeweilige Mauerwerk.

##### *BEG EM - Gebäudehülle Einzelmaßnahmen*

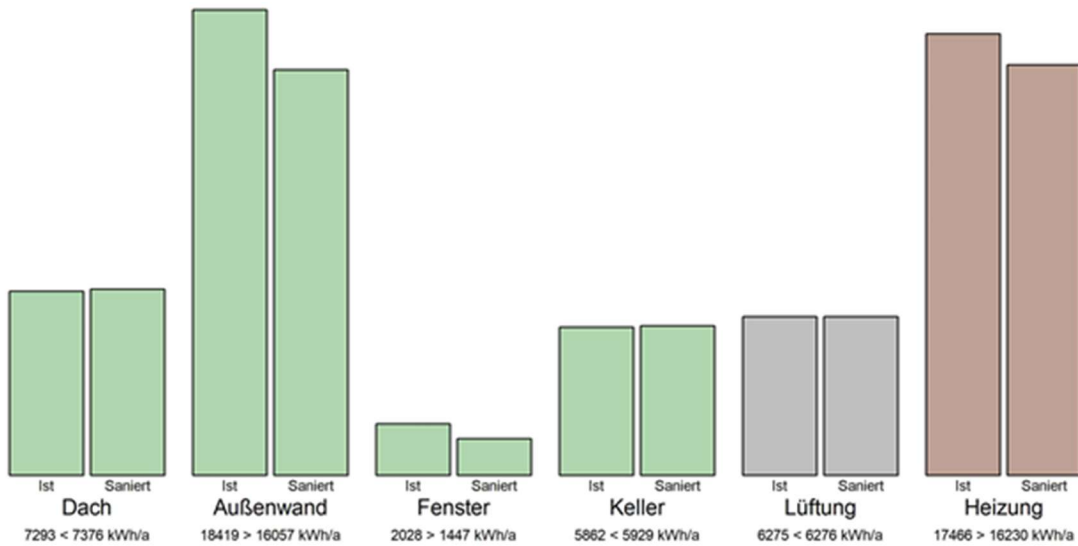
|                      |  |
|----------------------|--|
| <b>Info</b>          | Gefördert werden Einzelmaßnahmen an Bestandsgebäuden, die zur Erhöhung der Energieeffizienz des Gebäudes an der Gebäudehülle beitragen (z. B. Türen, Fenster, Dämmung Außenwände o. Dach). |
| <b>Förderquote</b>   | 15 %   |
| <b>Förderhöhe</b>    | Mindestinvestition 2.000 EUR (Brutto)  |
| <b>Förderbeitrag</b> | Nichtwohngebäude: Max. 1.000 EUR pro $\text{m}^2$ NGF (max. 5 Mio. EUR)  |

Über das Förderprogramm der BEG könnte ein Zuschuss von ca. 2.250 EUR beantragt werden.

**Energieeinsparung - Variante 1 -**

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **7 %**.

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



Der derzeitige Endenergiebedarf von 52.709 kWh/Jahr reduziert sich auf 48.925 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 3.784 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen werden um 837 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 **557 kWh/m<sup>2</sup>** pro Jahr.

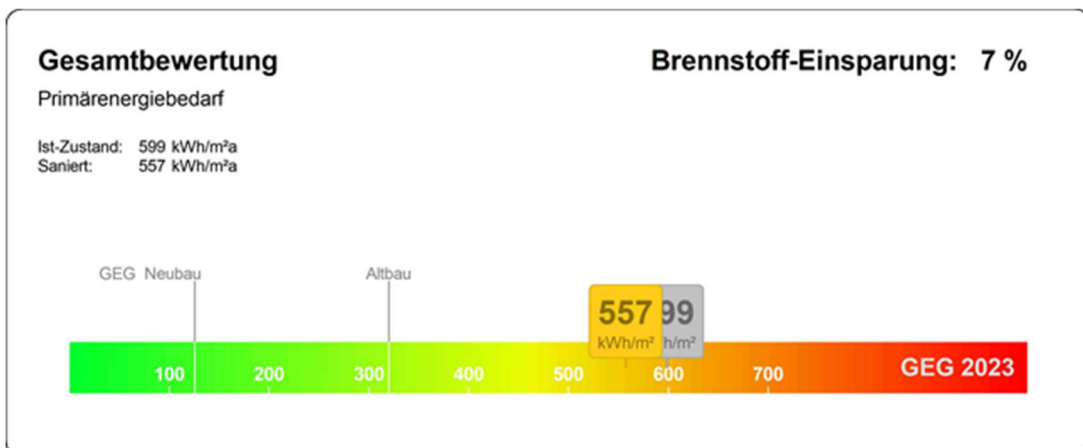


Abbildung 9 Primärenergiebedarf, SV1

**Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 1 -**

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Tabelle 8 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV1

|  |                   |
|--|-------------------|
| Gesamtinvestitionen                                | 15.000 EUR        |
| Mögliche Fördermittel                              | 2.250 EUR         |
| <b>Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen</b> | <b>15.000 EUR</b> |

Daraus ergeben sich die folgenden über die Nutzungsdauer von 30,0 Jahren gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

Tabelle 9 Einsparpotenzial, SV1

|  | <i>mittlere jährl. Kosten<br/>[EUR/Jahr]</i> | <i>Gesamtkosten<br/>[EUR]</i> |
|--|--|-------------------------------|
| Kapitalkosten                                  | 765  | 22.950                        |
| Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten) | 11.984                                       | 359.520                       |
| Summe  | 12.749                                       | 382.470                       |
| Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen     | 12.821                                       | 384.630                       |
| <b>Einsparung</b>                              | <b>72</b>                                    | <b>2.160</b>                  |

Die Amortisationsdauer beträgt 28 Jahre.

### 4.3 SV2: AUßENWANDSANIERUNG ALTBAU

Die Wandflächen des Altbaus der Feuerwehr Kollmar werden entsprechend den Anforderungen der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) gedämmt. Um Fördermittel in Anspruch nehmen zu können, muss der U-Wert für Außenwände  $\leq 0,20$  W/(m<sup>2</sup>K) betragen. Durch eine Dämmstoffstärke von 14 cm und einer Wärmeleitgruppe von 035 wird sogar ein U-Wert von 0,20 W/(m<sup>2</sup>K) erreicht. Auf die wärmebrückenfreie Einbindung der Fenster ist zu achten.

Für die Ausführung werden folgende Arbeiten berücksichtigt. Alle vorhandenen Verblender werden entfernt. Die freigelegten Wandflächen werden für das Anbringen der Wärmedämmung gesäubert und vorbereitet. Die Dämmschicht wird vollflächig angebracht und verdübelt. Die Gestaltung der äußeren Schicht kann individuell durch z. B. Putz oder Klinkerriemchen erfolgen. Die Umsetzbarkeit der Maßnahme sollte vor der Durchführung durch einen erfahrenen Bauphysiker geprüft und begleitet werden.

#### ***BEG EM - Gebäudehülle Einzelmaßnahmen***

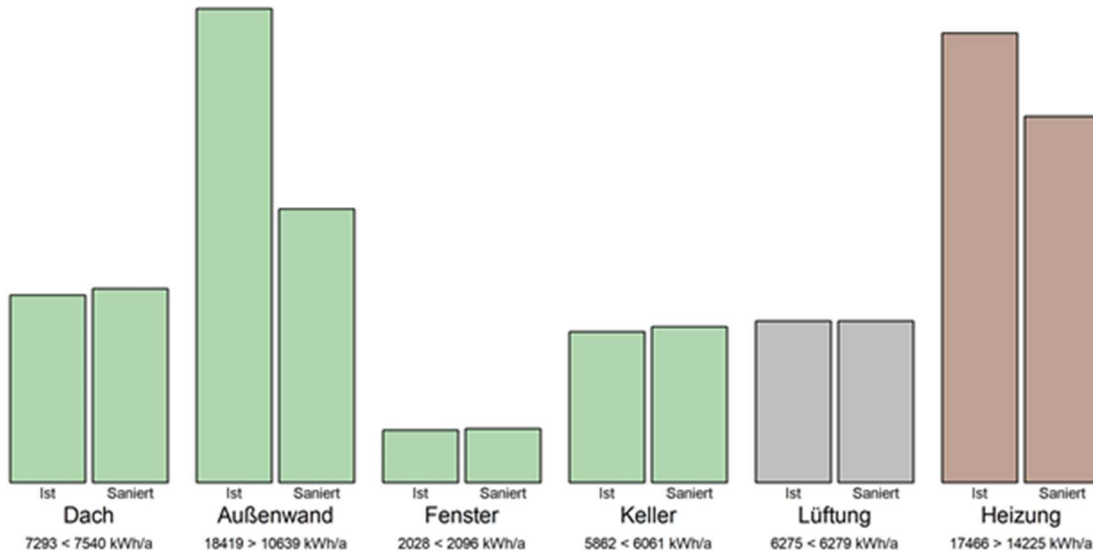
|                             |   |
|-----------------------------|---|
| <b><i>Info</i></b>          | <i>Gefördert werden Einzelmaßnahmen an Bestandsgebäuden, die zur Erhöhung der Energieeffizienz des Gebäudes an der Gebäudehülle beitragen (z. B. Türen, Fenster, Dämmung Außenwände o. Dach).</i> |
| <b><i>Förderquote</i></b>   | <b>15 %</b>   |
| <b><i>Förderhöhe</i></b>    | <i>Mindestinvestition 2.000 EUR (Brutto)</i>  |
| <b><i>Förderbeitrag</i></b> | <i>Nichtwohngebäude: Max. 1.000 EUR pro m<sup>2</sup> NGF (max. 5 Mio. EUR)</i>   |

Über das Förderprogramm der BEG kann ein Zuschuss über 15% von 4.500 € beantragt werden.

**Energieeinsparung - Variante 2 -**

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **19 %**.

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



Der derzeitige Endenergiebedarf von 52.709 kWh/Jahr reduziert sich auf 42.803 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 9.905 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen werden um 2.191 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 **489 kWh/m<sup>2</sup>** pro Jahr.

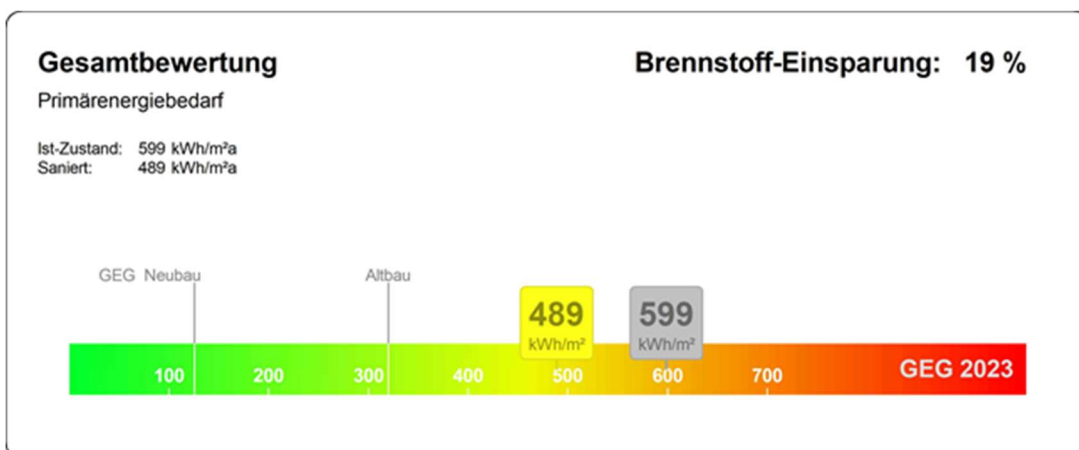


Abbildung 10 Primärenergiebedarf, SV2



**Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 2 -**

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Tabelle 10 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV2

|  |                   |
|--|-------------------|
| Gesamtinvestitionen                                | 30.000 EUR        |
| Mögliche Fördermittel                              | 4.500 EUR         |
| <b>Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen</b> | <b>30.000 EUR</b> |

Daraus ergeben sich die folgenden über die Nutzungsdauer von 30,0 Jahren gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

Tabelle 11 Einsparpotenzial, SV2

|  | <i>mittlere jährl. Kosten<br/>[EUR/Jahr]</i> | <i>Gesamtkosten<br/>[EUR]</i> |
|--|--|-------------------------------|
| Kapitalkosten                                  | 1.531  | 45.930                        |
| Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten) | 10.629                                       | 318.870                       |
| Summe  | 12.16  | 364.800                       |
| Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen     | 12.821                                       | 384.630                       |
| <b>Einsparung</b>                              | <b>661</b>                                   | <b>19.830</b>                 |

Die Amortisationsdauer beträgt 22 Jahre.

#### 4.4 SV3: DACHSANIERUNG ALTBAU

Das alte Dach der Feuerwehr Kollmar wird entsprechend den Anforderungen der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) gedämmt. Um Fördermittel in Anspruch nehmen zu können, muss der U-Wert für die oberste Geschossdecke  $\leq 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  betragen. Dieser wird mit einer Dämmstoffstärke von 20 cm und einer Wärmeleitgruppe von 035 erreicht.

##### ***BEG EM - Gebäudehülle Einzelmaßnahmen***

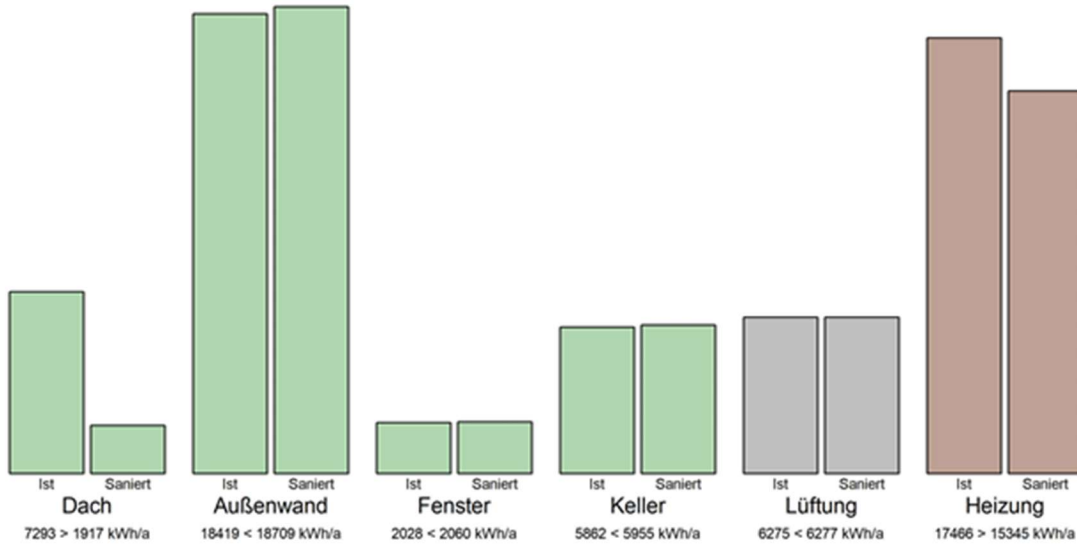
|                             |  |
|-----------------------------|--|
| <b><i>Info</i></b>          | Gefördert werden Einzelmaßnahmen an Bestandsgebäuden, die zur Erhöhung der Energieeffizienz des Gebäudes an der Gebäudehülle beitragen (z. B. Türen, Fenster, Dämmung Außenwände o. Dach). |
| <b><i>Förderquote</i></b>   | 15 %   |
| <b><i>Förderhöhe</i></b>    | Mindestinvestition 2.000 EUR (Brutto)  |
| <b><i>Förderbeitrag</i></b> | Nichtwohngebäude: Max. 1.000 EUR pro m <sup>2</sup> NGF (max. 5 Mio. EUR)  |

Über das Förderprogramm der BEG kann ein Zuschuss über 15% von 4.800 € beantragt werden.

**Energieeinsparung - Variante 3 -**

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **13 %**.

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



Der derzeitige Endenergiebedarf von 52.709 kWh/Jahr reduziert sich auf 46.110 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 6.599 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen werden um 1.460 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 **526 kWh/m<sup>2</sup>** pro Jahr.

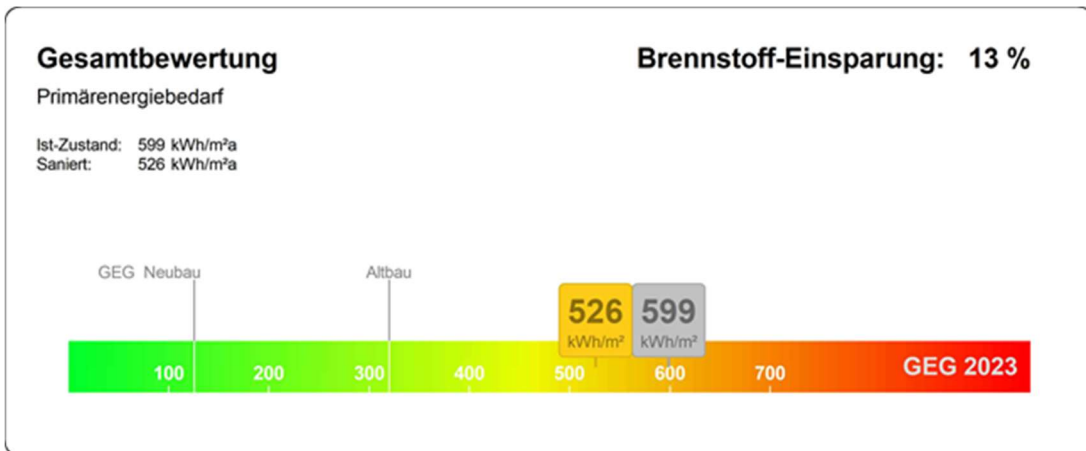


Abbildung 11 Primärenergiebedarf, SV3

**Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 3 -**

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Tabelle 12 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV3

|  |                   |
|--|-------------------|
| Gesamtinvestitionen                                | 32.000 EUR        |
| Mögliche Fördermittel                              | 4.800 EUR         |
| <b>Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen</b> | <b>32.000 EUR</b> |

Daraus ergeben sich die folgenden über die Nutzungsdauer von 30,0 Jahren gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

Tabelle 13 Einsparpotenzial, SV3

|  | <i>mittlere jährl. Kosten<br/>[EUR/Jahr]</i> | <i>Gesamtkosten<br/>[EUR]</i> |
|--|--|-------------------------------|
| Kapitalkosten                                  | 1.633  | 48.990                        |
| Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten) | 11.360                                       | 340.800                       |
| Summe  | 12.993                                       | 389.790                       |
| Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen     | 12.821                                       | 384.630                       |
| <b>Einsparung</b>                              | -  | -                             |
| <b>Amortisationszeit</b>                       | -  | -                             |

#### 4.5 SV4: LED-BELEUCHTUNG

Die derzeitige Beleuchtung des Feuerwehrhauses erfolgt über Leuchtstoffröhren mit KVG (konventionelles Vorschaltgerät) und EVG (elektronischen Vorschaltgerät). In dieser Sanierungsvariante werden die vorhandenen Leuchtstoffröhren gegen hocheffiziente LED-Beleuchtung getauscht. Durch die weitere Umstellung der Beleuchtungstechnik können der Bedarf an elektrischer Energie und damit auch die CO<sub>2</sub>-Emissionen, welche durch die Beleuchtung verursacht werden, gesenkt werden. Mit ihrer höheren Energieeffizienz, ihrer erheblich längeren Lebensdauer und ihrer deutlich geringeren Umweltauswirkung im Vergleich zu herkömmlichen elektronischen Vorschaltgeräten stellen LEDs eine attraktive Alternative dar. Die Wärmeentwicklung von LED-Lampen fällt z. B. im Vergleich zur alten Glühlampe deutlich geringer aus. Glühlampen erzeugen aus der eingespeisten Energie nur etwa 5 % Licht, die restlichen 95 % werden in Wärme umgewandelt. Bei aktuellen LED-Lampen werden etwa 40 % der eingesetzten Energie in sichtbares Licht umgewandelt und nur 60 % in Wärme. Aus diesem Grund steigt der Wärmebedarf des Gebäudes minimal an.

##### ***BEG EM - Anlagentechnik (außer Heizung)***

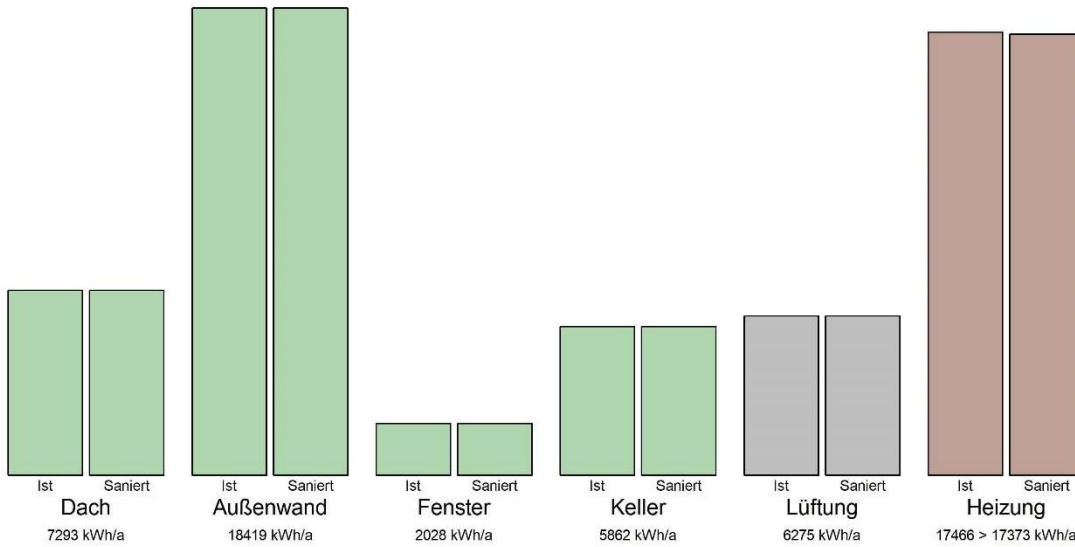
|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| <b><i>Info</i></b>              | Gefördert wird der Einbau von Anlagentechnik in Bestandsgebäuden zur Erhöhung der Energieeffizienz des Gebäudes, wie beispielsweise einer energieeffizienten raumlufttechnischen Anlage oder der Einbau effizienter Beleuchtungssysteme |
| <b><i>Förderanteil</i></b>      | 15 %  |
| <b><i>Antragsberechtigt</i></b> | Mindestinvestition 2.000 € (Brutto)<br>Max. 1.000€ pro m <sup>2</sup> NGF (max. 15 Mio.€)   |
| <b><i>Fristen</i></b>           | Nichtwohngebäude: Max. 1.000 € pro m <sup>2</sup> NGF (max. 15 Mio. €)  |

Über das Förderprogramm der BEG kann ein Zuschuss über 15% von 1.275 € beantragt werden.

**Energieeinsparung - Variante 4 -**

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen bleibt der Endenergiebedarf nahezu identisch.

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



Der derzeitige Endenergiebedarf von 52.709 kWh/Jahr erhöht sich auf 52.747 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Erhöhung von 38 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO2-Emissionen werden um 42 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 598 kWh/m<sup>2</sup> pro Jahr.

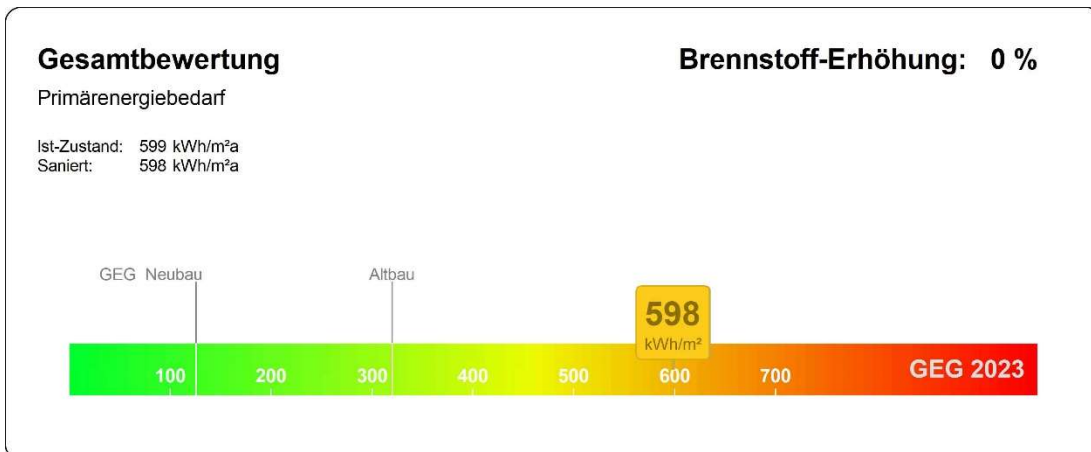


Abbildung 12 Primärenergiebedarf, SV4

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Tabelle 14 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV4

|  |                  |
|--|------------------|
| Gesamtinvestitionen                                | 8.500 EUR        |
| Mögliche Fördermittel                              | 1.275 EUR        |
| <b>Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen</b> | <b>8.500 EUR</b> |

Daraus ergeben sich die folgenden über die Nutzungsdauer von 25,0 Jahren gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

Tabelle 15 Einsparpotenzial, SV4

|  | <i>mittlere jährl. Kosten<br/>[EUR/Jahr]</i> | <i>Gesamtkosten<br/>[EUR]</i> |
|--|--|-------------------------------|
| Kapitalkosten                                  | 488  | 12.200                        |
| Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten) | 11.668                                       | 291.700                       |
| Summe  | 12.156                                       | 303.900                       |
| <br>   |  |                               |
| Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen     | 11.727                                       | 293.175                       |
| <b>Einsparung</b>                              | -  | -                             |
| <b>Amortisationszeit</b>                       | -  | -                             |