



**2.2 Energiemanagementsysteme
des Amt Horst-Herzhorn
energetische Betrachtung**

FÜR DAS TENNISHEIM IN 25358 HORST

Auftraggeber

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

Auftragnehmer

energielenker projects GmbH
Hüttruper Heide 90
48268 Greven

Greven, den 21.06.2023

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 UND EMISSIONEN	15
3.5.1 Energieverbräuche der Liegenschaft.....	15
3.5.2 Verbrauchskennwerte.....	16
3.6 ENERGIEKOSTEN, CO ₂ -EMISSIONSFAKTOREN UND PREISSTEIGERUNG	17
3.7 PREISERMITTLUNG FÜR DIE SANIERUNGSKOSTEN	18
4 Sanierungsvarianten.....	19
4.1 ÜBERSICHT SANIERUNGSVARIANTEN	19
4.2 SV1: FENSTER- UND TÜRENTAUSCH	20
4.3 SV2: AUßENWAND UND DACHÜBERSTAND	23
4.4 SV3: LED-BELEUCHTUNG	26

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 ₂ -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

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 ₂ - 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

1 EINLEITUNG

Der vorliegende Gebäudebericht für das Tennisheim in Horst 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.¹ 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.

¹ 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:

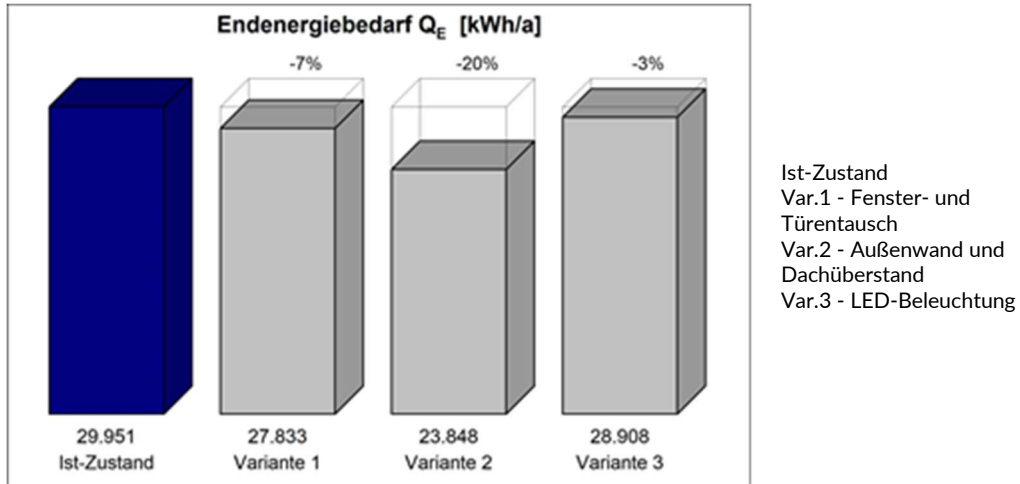


Abbildung 1 Endenergiebedarf Q_E [kWh/a]

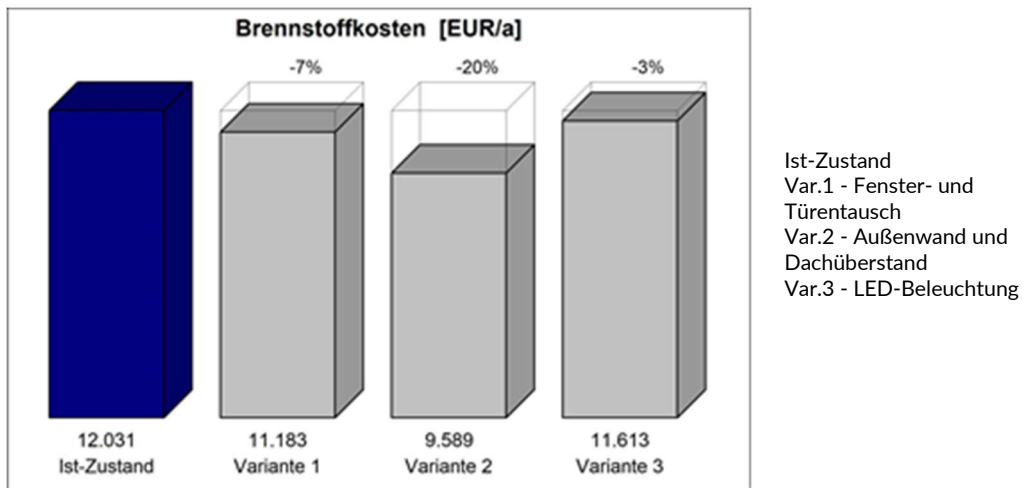


Abbildung 2 Energiekosten [€/a]

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 CO₂-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 CO₂-Ausstoß. Neben der CO₂-Einsparung wird die Umwelt durch weniger NO_x, SO₂ und Staub belastet.

In den folgenden Diagrammen werden die Klimaschutzaspekte der einzelnen Varianten anhand der Einsparung an Primärenergie und CO₂-Emissionen nach Umsetzung der Maßnahmen dargestellt.

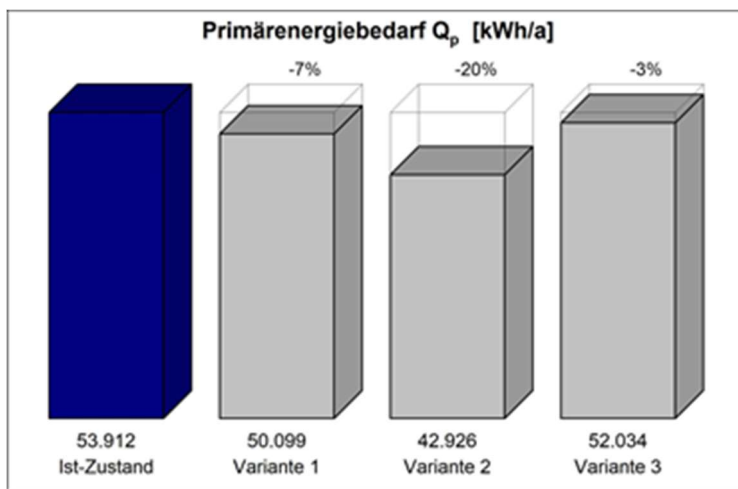


Abbildung 3 Primärenergiebedarf Q_p [kWh/a]

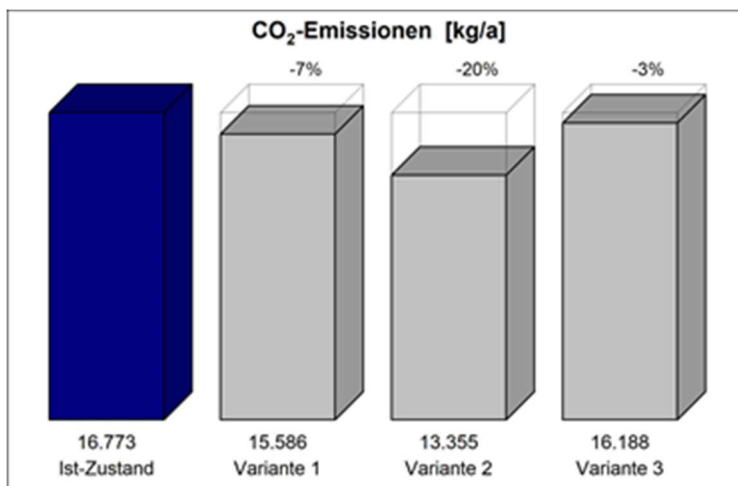


Abbildung 4 CO₂-Emissionen [kWh/a]

2.3 INVESTITIONSKOSTEN

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

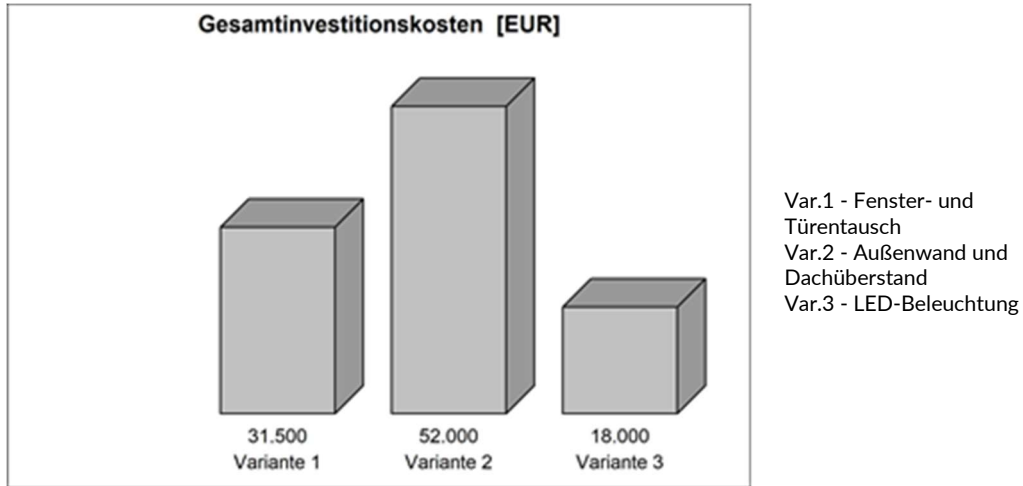


Abbildung 5 Investitionskosten [€]

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.

Sanierungsvariante 1: Fenster- und Türentausch

Sanierungsvariante 2: Außenwand und Dachüberstand

Sanierungsvariante 3: LED - Beleuchtung

Tabelle 1 Gesamtübersicht Sanierungsvarianten inkl. Förderung

<i>Reihenfolge der Sanierungsvarianten</i>	<i>CO₂-Einsparung [kg/a]</i>	<i>Investitionsausgaben (brutto) inkl. 20 % NK [€]</i>	<i>Zuschüsse aus Förderprogrammen [€] (Stand: Juni 2023)</i>	<i>Amortisationszeit [Jahre]</i>
<i>Schritt 1: Außenwand und Dachüberstand</i>	3.419	52.000	7.800, 15 % BAFA - BEG EM	20
<i>Schritt 2: Fenster- und Türentausch</i>	1.186	31.500	4.725, 15 % BAFA - BEG EM	-
<i>Schritt 3: LED-Beleuchtung</i>	584	18.000	2.700, 15 % BAFA - BEG EM	-
<i>Summe</i>	5.188	101.000	15.225	

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 Tennisheim wurde 1998 gebaut. Die Außenwände bestehen aus Kalksteinwänden, einer Wärmedämmung und Vormauerziegeln. Die Decken bestehen aus Stahlbeton. Das Dach wurde als Krüppelwalmdach konstruiert. Das Tennisheim wird über elektrische Heizungen mit Wärme versorgt.

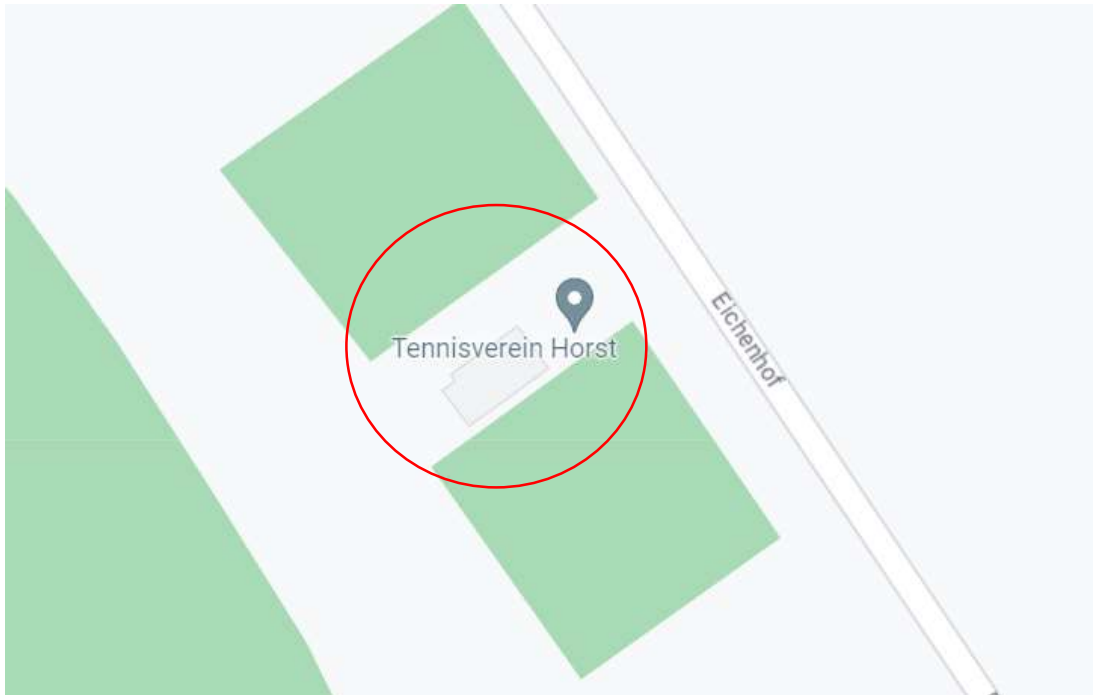


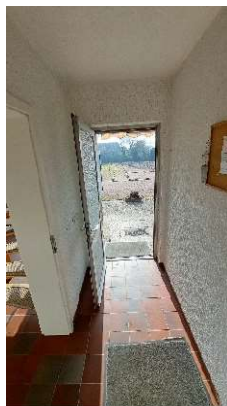
Abbildung 6 Lageplan des zu bewertenden Gebäudes (rot umkreist)

Tabelle 2 Allgemeine Angaben zum Gebäude

<i>Name/Bezeichnung</i>	<i>Tennisheim Horst</i>
Gebäudetyp	Sportanlage
Straße, Hausnr.	Heisterender Weg 99
PLZ, Ort	25358 Horst
Baujahr	1998
Beheiztes Gebäudevolumen V	686,5 m ³
Nettogrundfläche A _{NGF}	261,8 m ²
Thermische Hüllfläche	410,1 m ²

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 Literaturangabe² 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 angegeben³.

Tabelle 3 Vergleich der U-Werte

<i>Bezeichnung</i>	<i>Ist-Zustand [W/(m²K)]</i>	<i>GEG⁴[W/(m²K)]</i>	<i>BEG-Förderung⁵ [W/(m²K)]</i>
Obere Geschossdecke	0,20	0,20	0,14
Außenwand	1,00	0,24	0,20
Fenster	1,90 - 5,00	1,30	0,95
Tür	5,00	1,80	1,30
Bodenplatte	0,80	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.

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

³ 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

⁴ 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.

⁵ 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 wird die Wärme durch elektrische Heizungen bereitgestellt.</p> <p>Eine elektrische Heizung ist ein Gerät oder eine Anlage, die elektrische Energie nutzt, um Wärme zu erzeugen und einen Raum oder ein Objekt zu erwärmen. Im Gegensatz zu anderen Heizungssystemen, wie beispielsweise Gas- oder Ölheizungen, erzeugt eine elektrische Heizung Wärme durch den direkten elektrischen Widerstand.</p> <p>Anlagentechnik: Erzeugungseinheiten Heizung</p>	
Erzeuger	dezentral
Baujahr	-
Art des Erzeugers	elektrischer Wärmeerzeuger
Umgebung	innerhalb Zone
Zone	Lager
Energieträger	Strom

Warmwasserbereitung

Anlagentechnik: Erzeugungseinheiten Trinkwarmwasser

Die Warmwasserbereitung des Tennisheims erfolgt über dezentral angeordnete elektrische Durchlauferhitzer.

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 CO₂ 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.

3.5 TATSÄCHLICHER VERBRAUCH UND EMISSIONEN

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.

Die Verbräuche von Strom und Wärme des Tennisheims in Horst liegen zum Zeitpunkt der Bearbeitung nicht vor. Eine Betrachtung der Verbräuche sowie die Korrektur mit einem Klimafaktor können nicht erfolgen. Die Wasserverbräuche aus den Jahren 2020 bis 2022 sind vorhanden und in der folgenden Tabelle abgebildet.

Tabelle 4 Energieverbrauch der Liegenschaft nach Energieart einschließlich Wasserverbrauch

<i>Jahr</i>	<i>2020</i>	<i>2021</i>	<i>2022</i>	<i>Mittelwert</i>
Heizung (Gas) [kWh/a]	-	-	-	-
Klimafaktor	1,13	1,04	1,12	-
Klima-bereinigter Verbrauch (Gas) [kWh/a]	-	-	-	-
Strom [kWh/a]	-	-	-	-
Gesamtenergieverbrauch [kWh/a]	-	-	-	-
Wasser [m ³ /a]	296	166	121	194

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.⁶

Für das Gebäude wurde der Mittelwert aus dem Wasserverbrauch der Jahre 2020 bis 2022 gebildet und durch die Netto-Grundfläche von 261,8 m² dividiert. Zu erkennen ist, dass der Ist-Kennwert zwischen den Grenzwerten liegt. Um den Wasserverbrauch weiter zu senken, können Durchflussbegrenzer eingesetzt werden.

Tabelle 5 Energieverbrauchskennwerte

<i>Sportplatzgebäude</i>		<i>Energieverbrauchskennwerte</i> <i>[kWh/m²NGFa] bzw. [dm³/m²NGFa]</i>	
<i>Energieträger</i>	<i>Zielwert</i>	<i>Ist-Kennwert</i>	<i>Grenzwert</i>
Strom	5	-	20
Wärme	57	-	137
Wasser	251	741	870

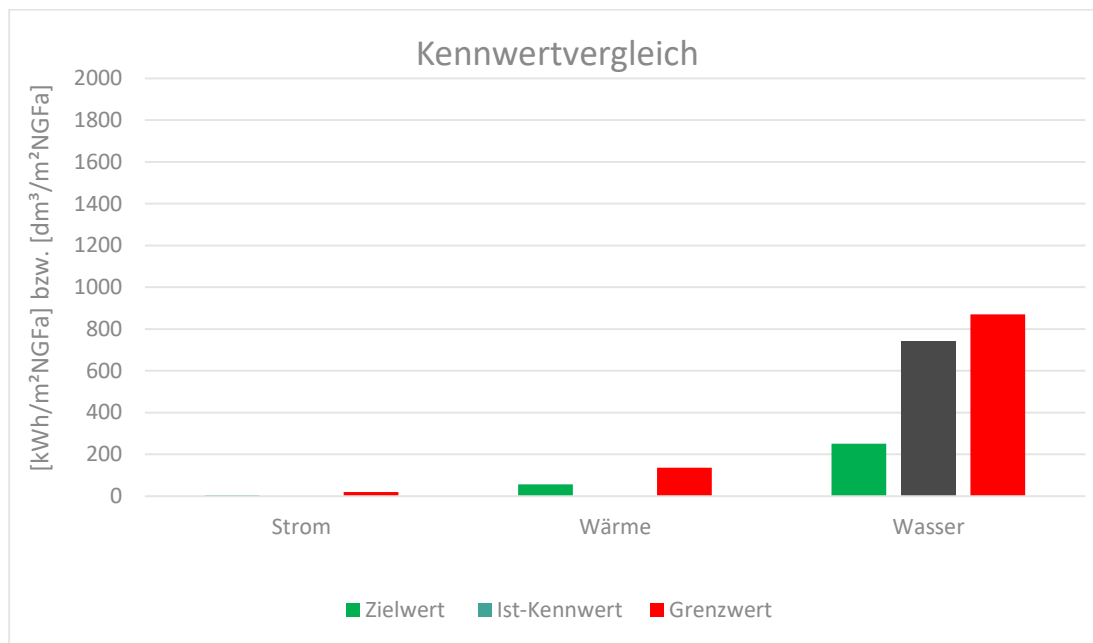


Abbildung 7 Grafische Darstellung der Energieverbrauchskennwerte

⁶ 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)

3.6 ENERGIEKOSTEN, CO₂-EMISSIONSFAKTOREN UND PREISSTEIGERUNG

Für die Sanierungsvarianten wurden folgende CO₂-Emissionsfaktoren, Primärenergiefaktoren und spezifischen Energiepreise je Energieträger angesetzt:

Tabelle 6 CO₂- Emissions- und Primärenergiefaktoren

<i>Energieträger</i> [-]	<i>CO₂-Emissionsfaktor</i> [g/kWh]	<i>Primärenergiefaktor [-]</i>
Erdgas	240	1,10
Strom	560	1,80

Tabelle 7 Spezifische Energiepreise nach Energieträger

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

Preissteigerung durch CO₂-Steuer

Die CO₂ -Steuer soll den Umstieg von fossilen Kraft- und Brennstoffen hin zu erneuerbaren Technologien fördern. Die sogenannte CO₂ -Steuer verteuert Benzin, Diesel, Heizöl und Erdgas dabei so, dass sich die Kosten in Zukunft stärker am tatsächlichen CO₂-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 CO₂ 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 CO₂-Emissionen) voraussichtlich weiter an.

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

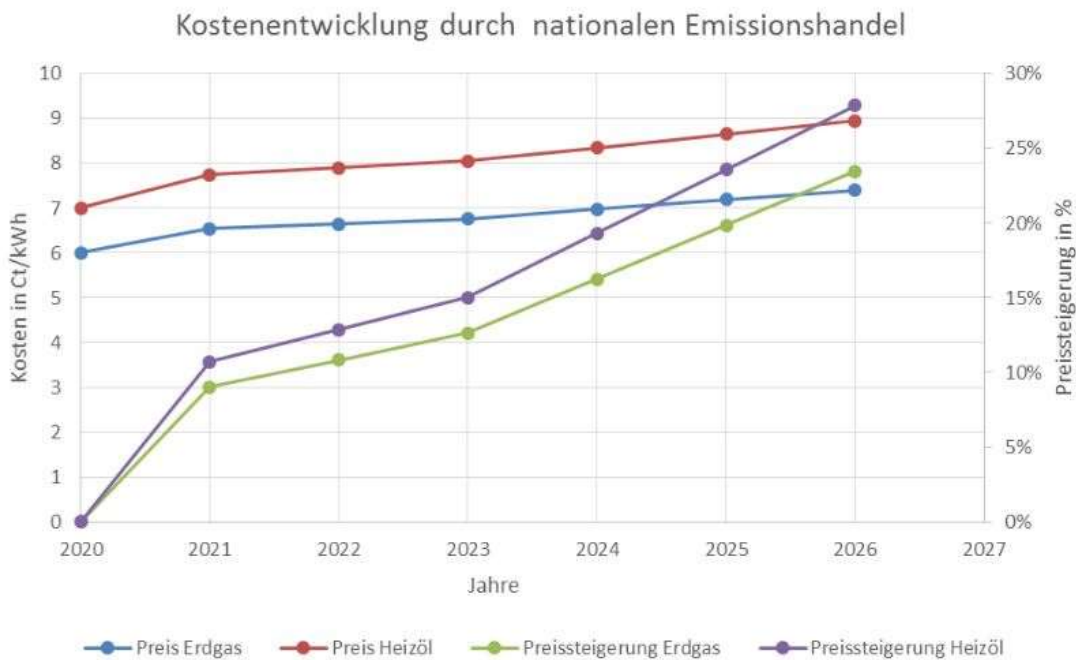


Abbildung 8 Prognostizierte Preissteigerung verschiedener Energieträger

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:

Malerarbeiten 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: Fenster- und Türentausch

SV2: Außenwand und Dachüberstand

SV3: LED-Beleuchtung

Anmerkung:

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

4.2 SV1: FENSTER- UND TÜRENTAUSCH

Die Kunststofffenster im Dachgeschoss des Gebäudes sind aus dem Jahre 1999 und haben einen U-Wert von 1,90 W/m²K. Die Aluminiumrahmenfenster aus dem Erdgeschoss sind aus den 1980er Jahren und weisen einen U-Wert von 4,30 W/m²K und die Fenster mit Einfachverglasung im Erdgeschoss haben einen U-Wert von 5,00 W/m²K. In dieser Sanierungsvariante werden die Aluminiumfenster und die Fenster mit Einfachverglasung gegen Fenster mit einem U-Wert von 0,90 W/m²K getauscht. Ebenfalls werden die Außentüren ausgetauscht. Dafür werden Außentüren mit einem U-Wert von 1,10 W/m²K eingesetzt.

BEG EM - Gebäudehülle Einzelmaßnahmen

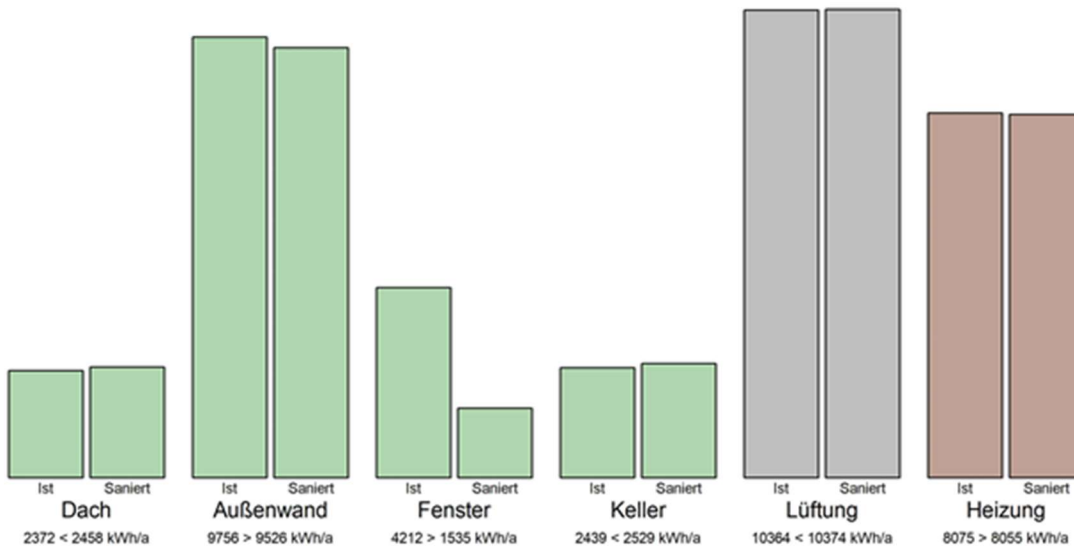
<i>Info</i>	<i>Gefördert wird der Einbau von Anlagentechnik in Bestandsgebäuden zur Erhöhung der Energieeffizienz des Gebäudes, wie beispielsweise einer energieeffizienten raumlufttechnischen Anlage oder der Einbau effizienter Beleuchtungssysteme</i>
<i>Förderquote</i>	15 %
<i>Förderhöhe</i>	Mindestinvestition 2.000 EUR (Brutto)
<i>Förderbeitrag</i>	Nichtwohngebäude: Max. 1.000 EUR pro m ² NGF (max. 5 Mio. EUR)

Über das Förderprogramm der BEG könnte ein Zuschuss von ca. 4.725 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 29.951 kWh/Jahr reduziert sich auf 27.833 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 2.118 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 1.186 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 191 kWh/m² pro Jahr.

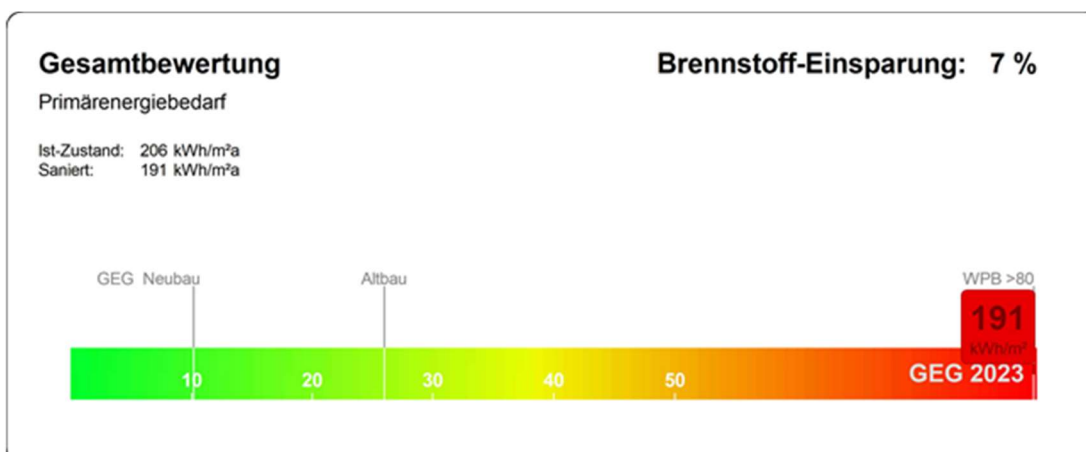


Abbildung 9 Primärenergiebedarf, SV1

Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 1 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Tabelle 8 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV1

Gesamtinvestitionen	31.500 EUR
Mögliche Fördermittel	4.725 EUR
Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	31.500 EUR

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 [EUR/Jahr]</i>	<i>Gesamtkosten [EUR]</i>
Kapitalkosten	1.607	48.210
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	19.952	598.560
Summe	21.559	646.770
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	21.463	643.890
Einsparung	-96	-2.880

4.3 SV2: AUßENWAND UND DACHÜBERSTAND

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

Die Umsetzbarkeit der Maßnahme sollte vor der Durchführung durch einen erfahrenen Bauphysiker geprüft und begleitet werden.

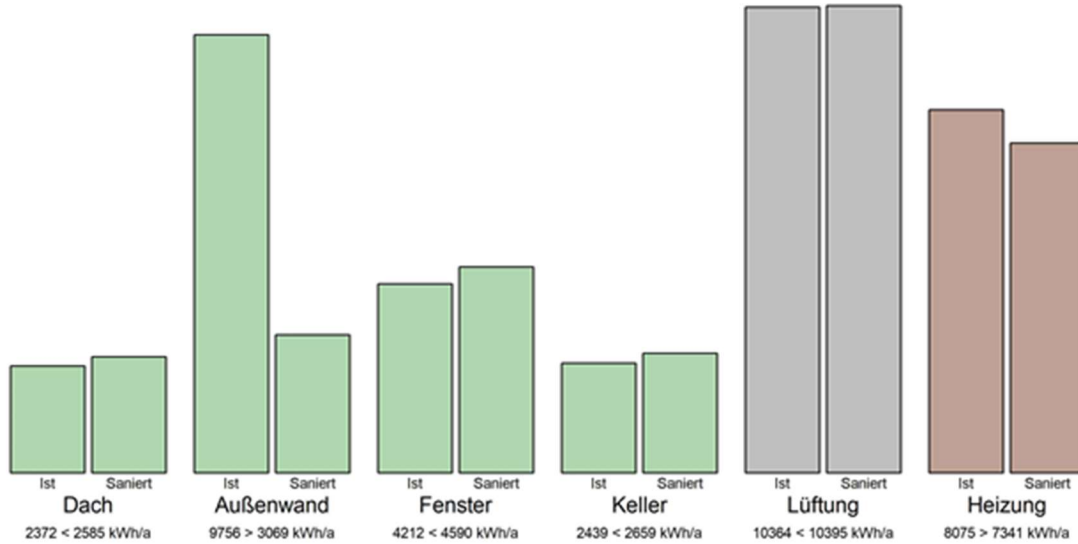
BEG EM - Gebäudehülle Einzelmaßnahmen

<i>Info</i>	<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>
<i>Förderquote</i>	15 %
<i>Förderhöhe</i>	Mindestinvestition 2.000 EUR (Brutto)
<i>Förderbeitrag</i>	Nichtwohngebäude: Max. 1.000 EUR pro m^2 NGF (max. 5 Mio. EUR)

Über das Förderprogramm der BEG könnte ein Zuschuss von ca. 7.800 EUR beantragt werden.

Energieeinsparung - Variante 2 -

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



Der derzeitige Endenergiebedarf von 29.951 kWh/Jahr reduziert sich auf 23.848 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 6.103 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 3.419 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 164 kWh/m² pro Jahr.

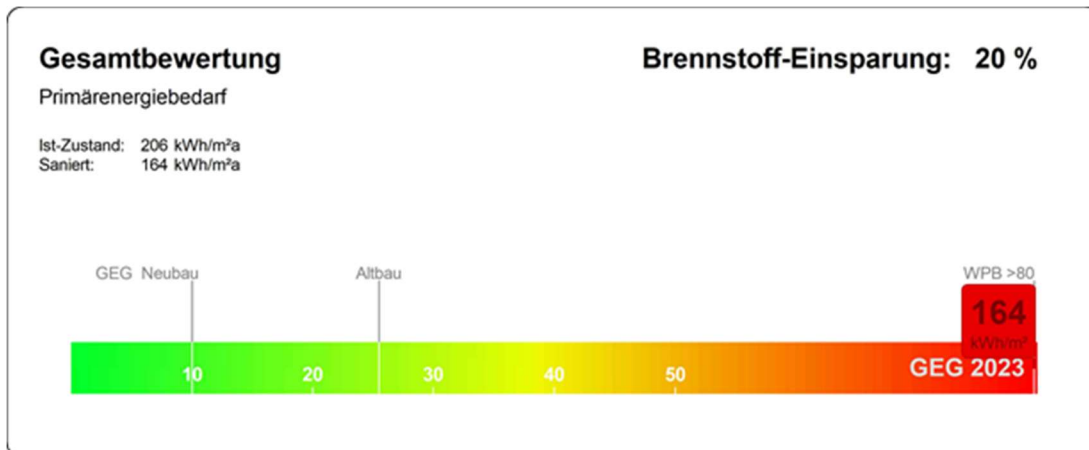


Abbildung 10 Primärenergiebedarf, SV2

Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 2 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Tabelle 10 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV2

Gesamtinvestitionen	52.000 EUR
Mögliche Fördermittel	7.800 EUR
Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	52.000 EUR

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 [EUR/Jahr]</i>	<i>Gesamtkosten [EUR]</i>
Kapitalkosten	2.653	79.590
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	17.108	513.240
Summe	19.761	592.830
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	29.479	643.890
Einsparung	1.702	51.060

Die Amortisationsdauer beträgt 20 Jahre.

4.4 SV3: LED-BELEUCHTUNG

Die derzeitige Beleuchtung des Gebäudes erfolgt größtenteils über Leuchtstoffröhren mit KVG (Konventionelles 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 CO₂-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 konventionellen 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)

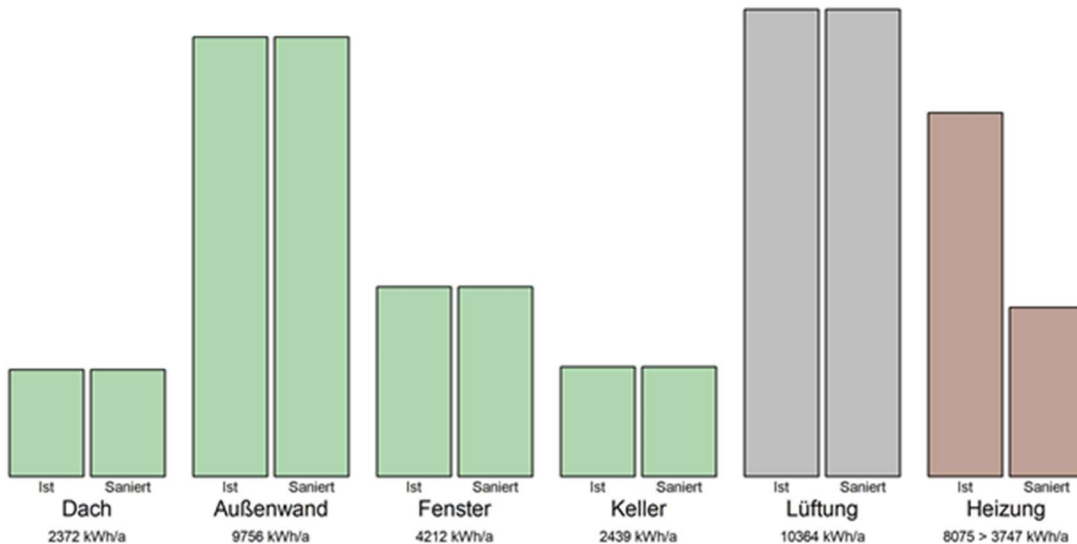
<i>Info</i>	<i>Gefördert wird der Einbau von Anlagentechnik in Bestandsgebäuden zur Erhöhung der Energieeffizienz des Gebäudes, wie beispielsweise einer energieeffizienten raumlufttechnischen Anlage oder der Einbau effizienter Beleuchtungssysteme</i>
<i>Förderquote</i>	15 %
<i>Förderhöhe</i>	Mindestinvestition 2.000 € (Brutto)
<i>Förderbeitrag</i>	Nichtwohngebäude: Max. 1.000 € pro m ² NGF (max. 5 Mio. €)

Über das Förderprogramm der BEG könnte ein Zuschuss von ca. 2.700 EUR beantragt werden.

Energieeinsparung - Variante 3 -

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen reduziert sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um 3 %.

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



Der derzeitige Endenergiebedarf von 29.951 kWh/Jahr reduziert sich auf 28.908 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 1.043 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 584 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 199 kWh/m² pro Jahr.

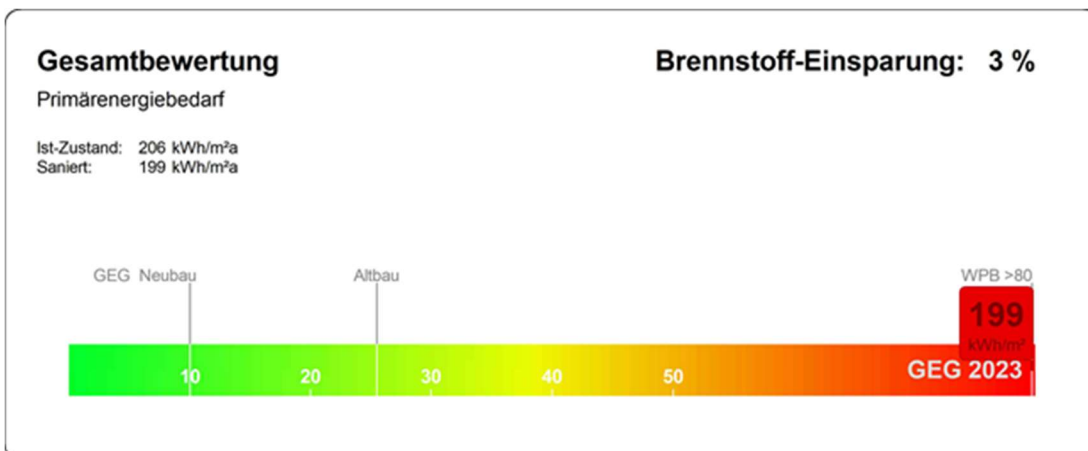


Abbildung 11 Primärenergiebedarf, SV3

Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 3 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Tabelle 12 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV3

Gesamtinvestitionen	18.000 EUR
Mögliche Fördermittel	2.700 EUR
Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	18.000 EUR

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

Tabelle 13 Einsparpotenzial, SV3

	<i>mittlere jährl. Kosten [EUR/Jahr]</i>	<i>Gesamtkosten [EUR]</i>
Kapitalkosten	1.034	25.850
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	18.950	473.750
Summe	19.631	499.600
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	19.631	490.775
Einsparung	-353	-8.825