



FÜR DIE „SPORTHALLE OP DE
HOST“ IN 25358 HORST,
BIRKENWEG 19A

Auftraggeber

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

Auftragnehmer

energielenker projects GmbH
Hüttruper Heide 90
48268 Greven

Greven, den 24.08.2021

 **energielenker**

ABBILDUNGSVERZEICHNIS	3
TABELLENVERZEICHNIS	3
1 Einleitung.....	4
2 Zusammenfassung	5
2.1 ENDENERGIE- UND KOSTENEINSPARUNG.....	5
2.2 GESAMTEFFIZIENZ UND KLIMASCHUTZ	6
2.3 INVESTITIONSKOSTEN	7
3 Ausgangssituation.....	9
3.1 BESCHREIBUNG DES GEBÄUDES.....	9
3.2 FOTODOKUMENTATION	10
3.3 GEBÄUDEHÜLLE	11
3.3.1 Wärmetechnische Einstufung der Gebäudehülle.....	11
3.3.2 Bauteilaufbau im Ist-Zustand.....	11
3.3.3 Wärmebrücken.....	11
3.4 ANLAGENTECHNIK.....	12
3.5 TATSÄCHLICHER VERBRAUCH UND EMISSIONEN	15
3.5.1 Energieverbräuche der Liegenschaft.....	15
3.6 ENERGIEKOSTEN UND PREISSTEIGERUNG	16
3.7 PREISERMITTLUNG FÜR DIE SANIERUNGSKOSTEN	18
4 Sanierungsvarianten.....	19
4.1 ÜBERSICHT SANIERUNGSVARIANTEN	19
4.2 SV1: AUßENWANDDÄMMUNG	20
4.3 SV2: DACHDÄMMUNG.....	23
4.4 SV3: AUSTAUSCH DER ALTEN DACHFENSTER.....	26
4.5 SV4: FENSTERTAUSCH.....	29
4.6 SV5: SANIERUNG DER RAUMLUFTTECHNISCHEN ANLAGE	32
4.7 SV6: LED-BELEUCHTUNG	35

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1 Endenergiebedarf Q_E [kWh/a] 5

Abbildung 2 Energiekosten [€/a] 5

Abbildung 3 Primärenergiebedarf Q_P [kWh/a] 6

Abbildung 4 CO₂-Emissionen [kWh/a] 6

Abbildung 5 Investitionskosten [€] 7

Abbildung 6 Lageplan des zu bewertenden Gebäudes 9

Abbildung 7: Prognostizierte Preissteigerung verschiedener Energieträger 17

Abbildung 8: Primärenergiebedarf, SV1 21

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1 Allgemeine Angaben zum Gebäude 9

Tabelle 2 Vergleich der U-Werte 11

Tabelle 3 Energieverbrauch der Liegenschaft nach Energieart einschließlich Wasserverbrauch 16

Tabelle 4 Spezifische Energiepreise nach Energieträger 16

Tabelle 5 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV1 22

Tabelle 6 Einsparpotenzial, SV1 22

Tabelle 7 Parameter Wirtschaftlichkeitsberechnung, SV1 22

Tabelle 8 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV2 25

Tabelle 9 Einsparpotenzial, SV2 25

Tabelle 10 Parameter Wirtschaftlichkeitsberechnung, SV2 25

Tabelle 11 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV3 28

Tabelle 12 Einsparpotenzial, SV3 28

Tabelle 13 Parameter Wirtschaftlichkeitsberechnung, SV3 28

Tabelle 14 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV4 31

Tabelle 15 Einsparpotenzial, SV4 31

Tabelle 16 Parameter Wirtschaftlichkeitsberechnung, SV4 31

Tabelle 17 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV5 34

Tabelle 18 Einsparpotenzial, SV5 34

Tabelle 19 Parameter Wirtschaftlichkeitsberechnung, SV5 34

Tabelle 20 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV6 37

Tabelle 21 Einsparpotenzial, SV6 37

Tabelle 22 Parameter Wirtschaftlichkeitsberechnung, SV6 37

1 EINLEITUNG

Der vorliegende Gebäudebericht der Sporthalle Op de Host 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:

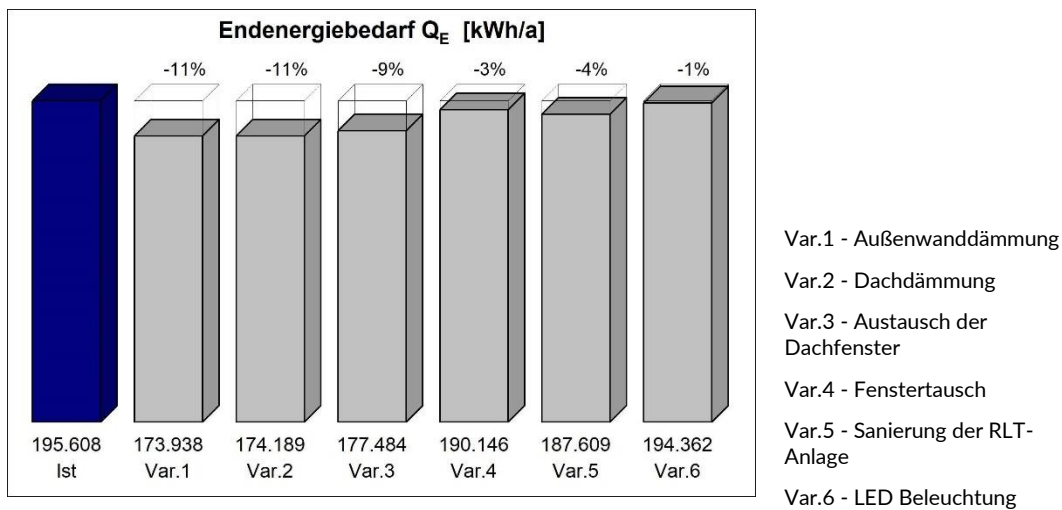


Abbildung 1 Endenergiebedarf Q_E [kWh/a]

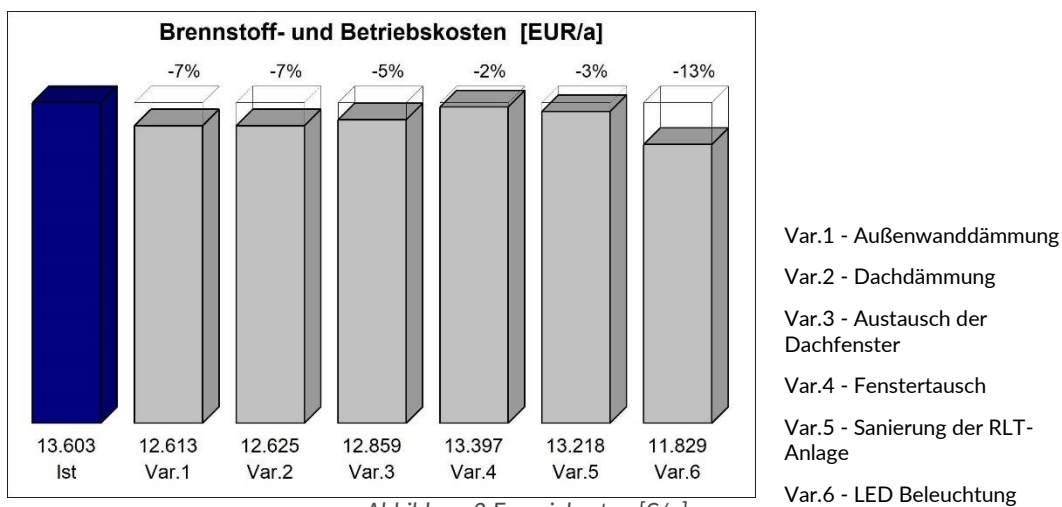


Abbildung 2 Energiekosten [€/a]

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.

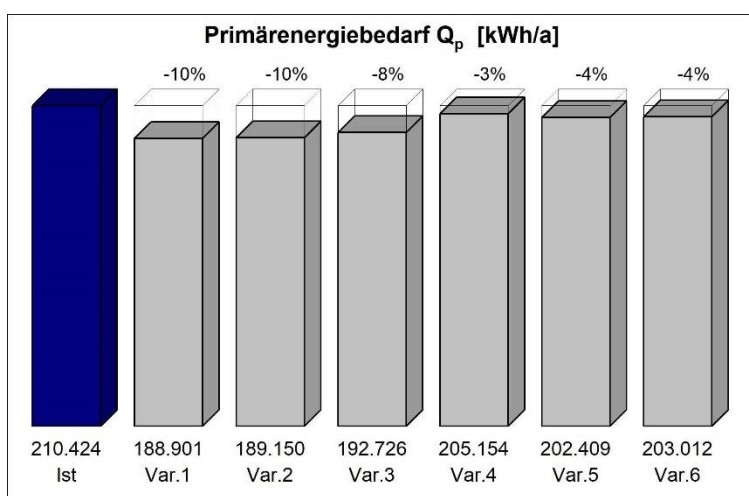


Abbildung 3 Primärenergiebedarf Q_p [kWh/a]

- Var.1 - Außenwanddämmung
- Var.2 - Dachdämmung
- Var.3 - Austausch der Dachfenster
- Var.4 - Fenstertausch
- Var.5 - Sanierung der RLT-Anlage
- Var.6 - LED Beleuchtung

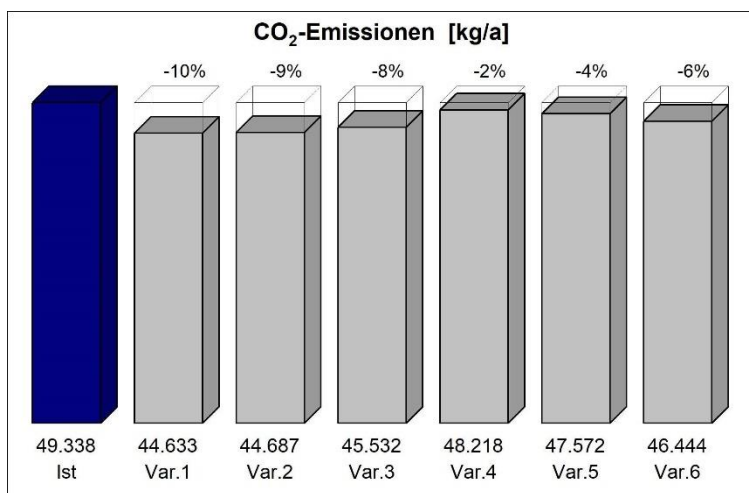
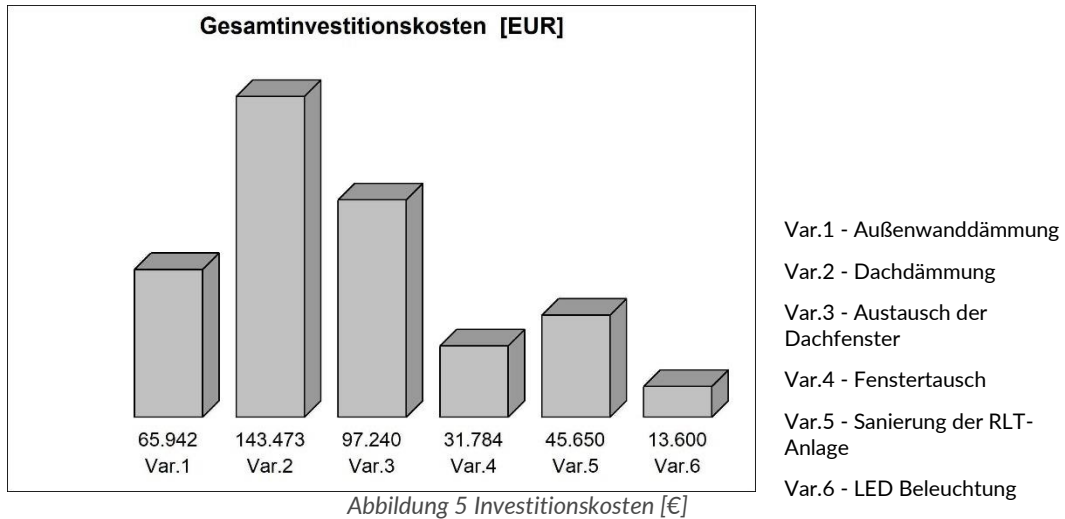


Abbildung 4 CO₂-Emissionen [kWh/a]

- Var.1 - Außenwanddämmung
- Var.2 - Dachdämmung
- Var.3 - Austausch der Dachfenster
- Var.4 - Fenstertausch
- Var.5 - Sanierung der RLT-Anlage
- Var.6 - LED Beleuchtung

2.3 INVESTITIONSKOSTEN

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



Unter der Berücksichtigung der Zuschüsse der verschiedenen Förderprogramme verbessert sich die Amortisationszeit jeder vorgeschlagenen Sanierungsvariante.

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

Tabelle Gesamtübersicht Sanierungsvarianten inkl. Förderung

Sanierungsvariante	CO ₂ -Einsparung [kg/a]	Investitionsausgaben (brutto) inkl. 20 % NK	Zuschüsse aus Förderprogrammen (Stand: August 2021)		Amortisationszeit	
Schritt 1: LED-Beleuchtung	2.894	13.600 €	5.440 €		8	
			40%	PtJ-Beleuchtungs-sanierung (2.9)		
Schritt 2: Fenstertausch	1.120	31.784 €	6.357 €	20%	BAFA - BEG - EM	27
Schritt 3: Sanierung der RLT-Anlage	1.766	45.650 €	36.520 €	80%	BAFA-Coronagerechte RLT	28
Schritt 4: Außenwandsanierung	4.705	65.942 €	13.188 €	20%	BAFA - BEG - EM	30
Schritt 5: Dachsanierung	4.651	143.473 €	28.695 €	20%	BAFA - BEG - EM	50
Schritt 6: Dachfenstersanierung	3.806	97.240 €	19.448 €	20%	BAFA - BEG - EM	50
Summe	18.942	397.689 €	109.648 €	28%	mittlere Förderquote	Ø 32 Jahre

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

Die Sporthalle Op de Host wurde im Jahr 1991 in massiver Bauweise errichtet. Die Außenfassade, das Dach sowie auch die Fenster befinden sich in dem Zustand des Baualters. Die Turnhalle wird über eine Raumlufthechnische Anlage mit Wärmerückgewinnung mit Wärme versorgt. Das gesamte Gebäude wird über einen Brennwertkessel aus ca. 2012 mit Wärme versorgt.

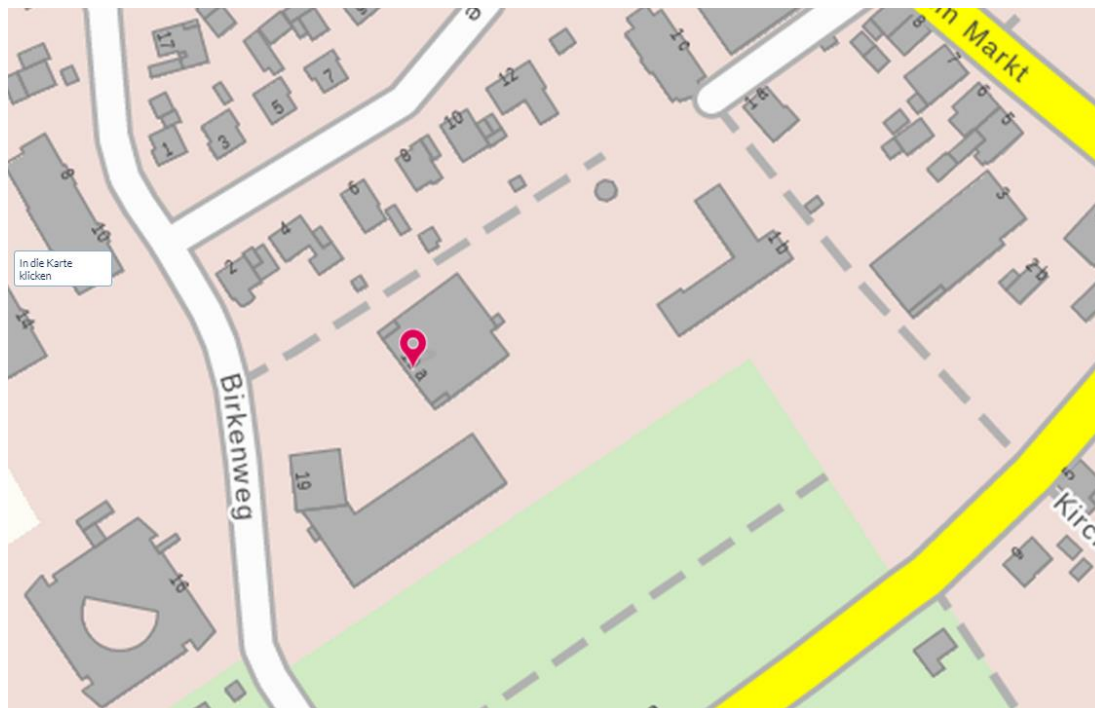


Abbildung 6 Lageplan des zu bewertenden Gebäudes

Tabelle 1 Allgemeine Angaben zum Gebäude

Name/Bezeichnung	Sporthalle Op de Host
Gebäudetyp	Sporthalle
Straße, Hausnr.	Birkenweg 19a
PLZ, Ort	25358 Horst
Baujahre	1991
Beheiztes Gebäudevolumen V	4.823 m ³
Nettogrundfläche A _{NGF}	654 m ²
Thermische Hüllfläche	2.199 m ²
Geschosshöhe	5,90 m

Anmerkung: Flächen- und Volumenangaben beziehen sich lediglich auf thermisch konditionierte Zonen. Ist-Zustand entsprechend den Angaben und Planunterlagen der Gemeinde Horst

3.2 FOTODOKUMENTATION



Eingangsbereich



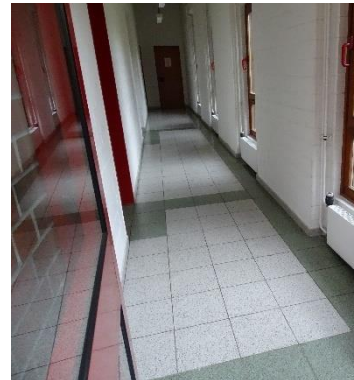
Westliche Ansicht des Gebäudes



Östliche Ansicht



Eingangsbereich mit Dachfenster



Flur mit Heizkörpern



Beleuchtung im Umkleibereich



Beleuchtung in der Turnhalle



Dachfenster in der Turnhalle



Lüftungsleitung



Wolf Brennwärmtherme Bj 2012



Raumlufttechnische Anlage mit 8.000 m³/h

3.3 GEBÄUDEHÜLLE

3.3.1 Wärmetechnische Einstufung der Gebäudehülle

Die nachfolgende Tabelle zeigt die bautechnischen Charakteristika des Gebäudetypen. Ein wichtiger Indikator für die energetische Qualität der einzelnen Bauteile ist ihr jeweiliger Wärmedurchgangskoeffizient, auch U-Wert genannt. Er gibt an, wie viel Wärme (in Watt [W]) bei einem Grad Temperaturunterschied (in Kelvin [K]) durch einen Quadratmeter [m²] Bauteilfläche fließt. Das bedeutet, je geringer der U-Wert ist, desto weniger Wärme entweicht durch das Bauteil und desto besser sind seine Dämmeigenschaften und umgekehrt je höher der U-Wert ist, desto schlechter sind die wärmetechnischen Eigenschaften eines Bauteils. Der zulässige U-Wert in der nachstehenden Tabelle beschreibt den Wert, der nach dem aktuellen Gebäudeenergiegesetz maximal bei der Sanierung oder beim Neubau zulässig ist.

Beispiel: Das bedeutet, dass bei einer Sanierung der Außenwand der zulässige U-Wert des Bauteils in Höhe von 0,24 W/(m²K) nicht überschritten werden darf.

Tabelle 2 Vergleich der U-Werte

Bezeichnung	Ist-Zustand [W/(m ² K)]	GEG ² [W/(m ² K)]	KfW-Förderung ³ [W/(m ² K)]
Satteldach 1991	0,40	0,20	0,14
Außenwand 1991	0,60	0,24	0,20
Fenster 1991	2,70	1,80	1,30
Dachflächenfenster	3,20	1,80	1,30
Bodenplatte gegen Erdreich	0,60	0,30	0,25
Außentüren	3,20	1,80	1,30

3.3.2 Bauteilaufbau im Ist-Zustand

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

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

² Die Mindestanforderungen an U-Werte nach dem Bauteilverfahren der GEG 2020 gelten nicht, wenn der Primärenergiebedarf des gesamten Gebäudes den Höchstwert für einen entsprechenden Neubau um nicht mehr als 40 % überschreitet.

³ Die Mindestanforderungen an U-Werte für KfW-Förderung gelten nicht für die Förderung von KfW-Effizienzhäusern. Die Anforderungen Stand Juni 2016 können jederzeit aktualisiert werden.

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 aus dem Jahr 2012, welcher im Heizungsraum der Sporthalle untergebracht ist. Ein hydraulischer Abgleich wurde nicht durchgeführt.</p> <p>Anlagentechnik: Erzeugungseinheiten Heizung</p>	
Anzahl Erzeuger	1
Art des Systems	indirekt
Geometrie	wird vom Gebäude übernommen
<p>1. Wolf MGK 130</p>	
Erzeuger	Brennwertkessel
Baujahr	2012
Art des Erzeugers	Brennwertkessel verbessert
Umgebung	innerhalb Zone
Energieträger	Erdgas H

Warmwasserbereitung	
<p>Anlagentechnik: Erzeugungseinheiten Trinkwarmwasser</p> <p>Die Warmwasserbereitung der Sporthalle erfolgt über eine Frischwasserstation, welche ebenfalls im Heizungsraum der Sporthalle untergebracht ist.</p>	

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.

Die Sporthalle verfügt über eine Lüftungstechnische Anlage mit Wärmerückgewinnung. Die Turnhalle verfügt über eine Luftheizung. Die restlichen Bereiche werden über Radiatoren mit Wärme versorgt.

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.

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

Beleuchtung

In den betrachteten Gebäuden befinden sich diverse Leuchtentypen. Überwiegend kommen schon LED-Leuchten zum Einsatz. Jedoch sind in den WC- und Sanitärräumen und in den Fluren ein- bzw. mehrflammige Leuchten Anbauleuchte mit einer Leistung P_{Lampe} bis zu 58W sowie mit konventionellem Vorschaltgeräten [KVG] verbaut. Eine Präsenzerfassung ist in den nur von außen zugänglichen WC- und Sanitärräumen vorhanden.

Die Ermittlung der elektr. Leistung wurde über das Tabellenverfahren nach DIN V 18599-Teil 4 bestimmt.

Mit Ermittlung der elektr. Leistung und der jährlichen Nutzungsdauer der bestehenden Beleuchtungsanlage wird der jährliche Energieeinsatz pro Gebäude bzw. Beleuchtungszone bestimmt.

3.5 TATSÄCHLICHER VERBRAUCH UND EMISSIONEN

3.5.1 Energieverbräuche der Liegenschaft

Die Energieverbräuche (Wärme, Strom) einschließlich Wasserverbrauch der Liegenschaft beinhalten alle auf der Liegenschaft befindlichen Gebäude, soweit deren Medienverbräuche nicht separat gezählt bzw. ermittelt werden.

Somit besteht der direkte Sachzusammenhang zu den in den nachfolgenden Kapiteln aufgeführten Sanierungsmaßnahmen darin, dass das in diesem Bericht behandelte Gebäude Teil der Liegenschaft ist und die ingenieurtechnischen Berechnungen den Teilverbrauch des betrachteten Gebäudes annähernd abbildet und entsprechende Sanierungsmaßnahmen hiervon abgeleitet werden.

Der Energieverbrauch wird entscheidend durch das Nutzerverhalten 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 werden die tatsächlichen Verbrauchsdaten von Strom, Gas (witterungsbereinigt) und Wasser der letzten drei Jahre für die gesamte Liegenschaft (Schule und Sporthalle) dargestellt, da nur eine Messstelle derzeit zur Verfügung steht.

Die Verbrauchswerte der letzten drei Jahre wurden als Vergleichsgrundlage für die Energiebedarfsberechnung herangezogen.

Tabelle 3 Energieverbrauch der Liegenschaft nach Energieart einschließlich Wasserverbrauch

Jahr	2018	2019	2020	Mittelwert
Heizung (Gas) [kWh/a]			129.627	
Klimafaktor			1,13	
Klima-bereinigter Verbrauch (Gas) [kWh/a]			143.479	
Strom [kWh/a]			-	
Gesamtenergieverbrauch [kWh/a]				
Wasser [m ³ /a]			144	

Es liegen lediglich die Energieverbräuche für Gas aus dem Jahr 2020 für dieses Gebäude vor, daher kann keine Analyse der Energieverbräuche vorgenommen werden.

3.6 ENERGIEKOSTEN UND PREISSTEIGERUNG

Für die Sanierungsvarianten wurden folgende spezifischen Energiepreise je Energieträger angesetzt:

Tabelle 4 Spezifische Energiepreise nach Energieträger

Bezeichnung	Preis in Brutto
[-]	[€/kWh]
Erdgas (inkl. CO ₂ -Steuer)	0,05*
Strom-Mix	0,27
Holz-Pellets	0,04

*Für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen wurde der tatsächliche Erdgaspreis um die CO₂-Steuer für 2021 erhöht. Die tatsächlichen durchschnittlichen Erdgaspreise der letzten drei Jahre liegen bei rund 4 Cent/kWh (ohne CO₂-Steuer).

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.

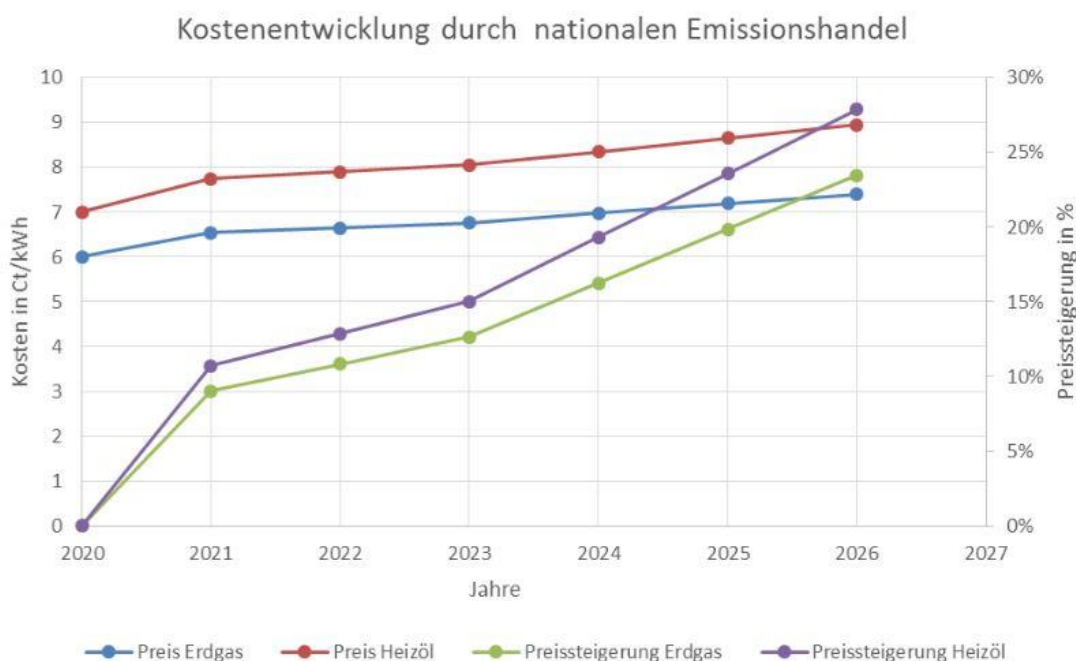


Abbildung 7: Prognostizierte Preissteigerung verschiedener Energieträger

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

- kalkulatorischer Zinssatz 1,50 %
- jährliche Preissteigerung - hier Inflation 2,00 %
- jährliche Preissteigerung Erdgas 3,50 %
- jährliche Preissteigerung Pellets 1,50 %
- jährliche Preissteigerung Strom 2,50 %

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 die Stadt vor Projektbeginn mehrere Vergleichsangebote einholen. Zudem sollte die Stadt Erkelenz 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: Außenwandsanierung

SV2: Dachdämmung

SV3: Austausch der Dachfenster

SV4: Fenstertausch

SV5: Sanierung der RLT-Anlage

SV6: LED-Beleuchtung

Anmerkung:

In allen Sanierungsvarianten wird versucht eine möglichst hohe und wirtschaftlich vertretbare Energieeinsparung zu erzielen. Bei Bauteilen wird der im zurzeit gültigen Gebäudeenergiegesetz (GEG 2020) maximal zulässige U-Wert minus 30 % berücksichtigt.

4.2 SV1: AUßENWANDDÄMMUNG

Die alten Wandflächen werden entsprechend der Anforderung des aktuellen Gebäudeenergiegesetz (GEG 2020) gedämmt. Der zurzeit gültige U-Wert für Wandflächen beträgt $\leq 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$. Um Fördermittel durch die KfW in Anspruch nehmen zu können, muss der U-Wert für Einzelmaßnahmen $\leq 0,20 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ betragen. Dieser Wert wird durch eine Dämmstoffstärke von 10 cm erreicht. Zur Erreichung des Effizienzhausstandards KfW 100 wird in dieser Berechnung ein U-Wert von $0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ berücksichtigt. Auf die wärmebrückenfreie Einbindung der Fenster ist zu achten.

Weitergehende Angaben können dem Merkblatt der KfW für technische Mindestanforderungen für Nichtwohngebäuden entnommen werden.

Für die Ausführung werden folgende Arbeiten berücksichtigt. Alle vorhandenen Verblander/Vorhangplatten 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.

IKK-Energetische Stadtsanierung – Energieeffizient Bauen und Sanieren (KfW Nr. 218)

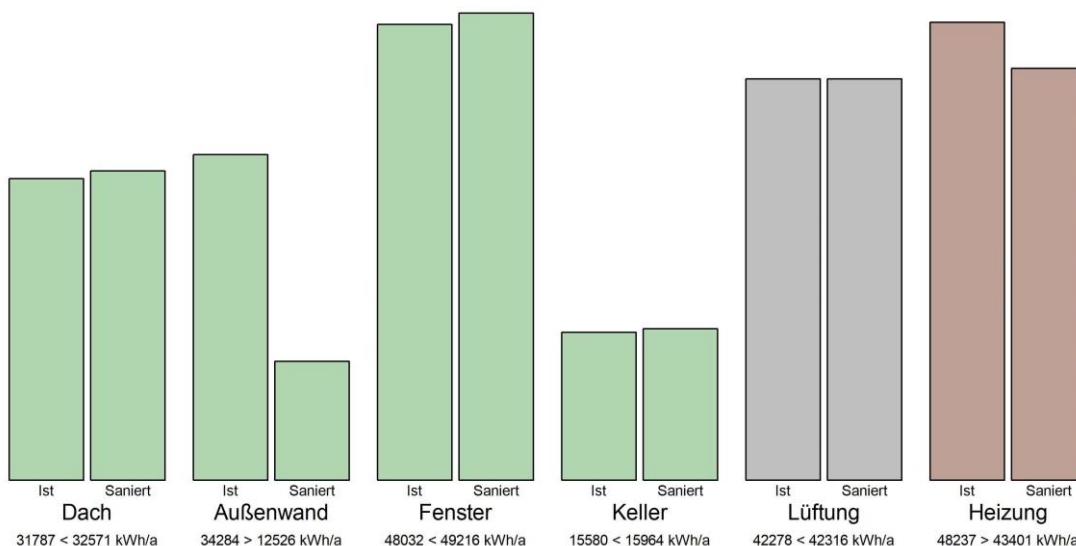
Info	<i>Förderung von Neubau und Sanierung von Nichtwohngebäuden. Energieeffizientes Bauen und Sanieren von Nichtwohngebäuden inkl. Denkmäler.</i>		
Förderanteil	Maßnahme (Sanierung) <i>Einzelmaßnahmen</i>	Tilgungszuschuss 20 %	max. Tilgungszuschuss 200 €/m ²
Fördersumme	<i>Kredithöhe i. d. R. max. 25 Mio. € der förderfähigen Kosten.</i>		

Ein Tilgungszuschuss in Höhe von ca. 13.188 € könnte beantragt werden.

Energieeinsparung - Variante 1 -

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **11 %**.

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



Der derzeitige Endenergiebedarf von 195608 kWh/Jahr reduziert sich auf 173938 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 21669 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 4706 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 **289 kWh/m²** pro Jahr.

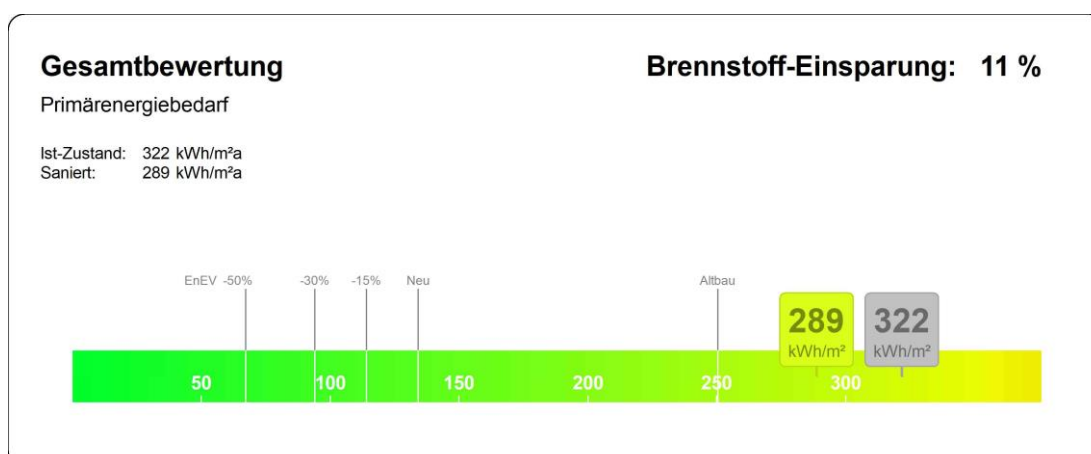


Abbildung 8: Primärenergiebedarf, SV1

Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 1 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Tabelle 5 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV1

Gesamtinvestitionen	65.942 EUR
Mögliche Fördermittel	13.188 EUR
Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	65.942 EUR

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

Tabelle 6 Einsparpotenzial, SV1

	mittlere jährl. Kosten [EUR/Jahr]	Gesamtkosten [EUR]
Kapitalkosten	2.746	82.380
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	19.939	598.170
Summe	22.685	680.550
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	21.503	645.090
Einsparung	-1.182	-35.460

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Tabelle 7 Parameter Wirtschaftlichkeitsberechnung, SV1

Betrachtungszeitraum	30,0	Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	13.603	EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	12.613	EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	1,50	%
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,00	%
Teuerungsrate für Brennstoff	3,00	%
Interner Zinsfuß	-	%

4.3 SV2: DACHDÄMMUNG

Die alten Dachbereiche werden entsprechend den Anforderungen des aktuellen Gebäudeenergiegesetz (GEG 2020) gedämmt. Entsprechend der aktuellen Energieeinsparverordnung wird ein U-Wert von 0,2 W/m²K gefordert. Hinsichtlich zur Erreichung des KfW-100 Standards liegt der berücksichtigte U-Wert in der Simulation 0,14 W/m²K. Dieser Wert wird mit einer zusätzlichen Dämmung mit einer Stärke von 16 cm in einer Wärmeleitgruppe von 0,032 W/mK erreicht.

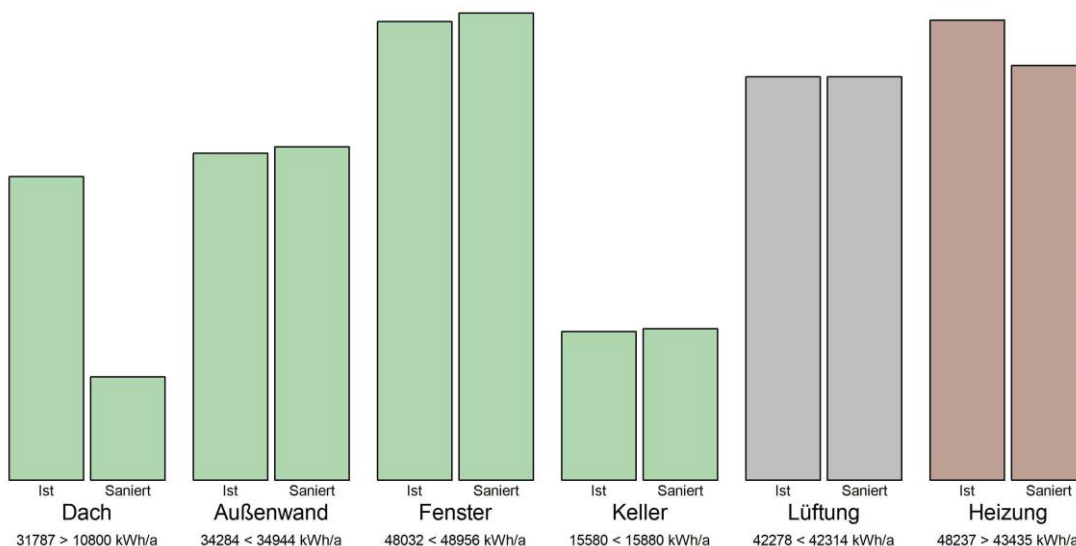
IKK-Energetische Stadtsanierung – Energieeffizient Bauen und Sanieren (KfW Nr. 218)			
Info	<i>Förderung von Neubau und Sanierung von Nichtwohngebäuden. Energieeffizientes Bauen und Sanieren von Nichtwohngebäuden inkl. Denkmäler.</i>		
Förderanteil	Maßnahme (Sanierung) Einzelmaßnahmen	Tilgungszuschuss 20 %	max. Tilgungszuschuss 200 €/m ²
Fördersumme	<i>Kredithöhe i. d. R. max. 25 Mio. € der förderfähigen Kosten.</i>		

Ein Tilgungszuschuss in Höhe von ca. 28.695 € könnte beantragt werden.

Energieeinsparung - Variante 2 -

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **11 %**.

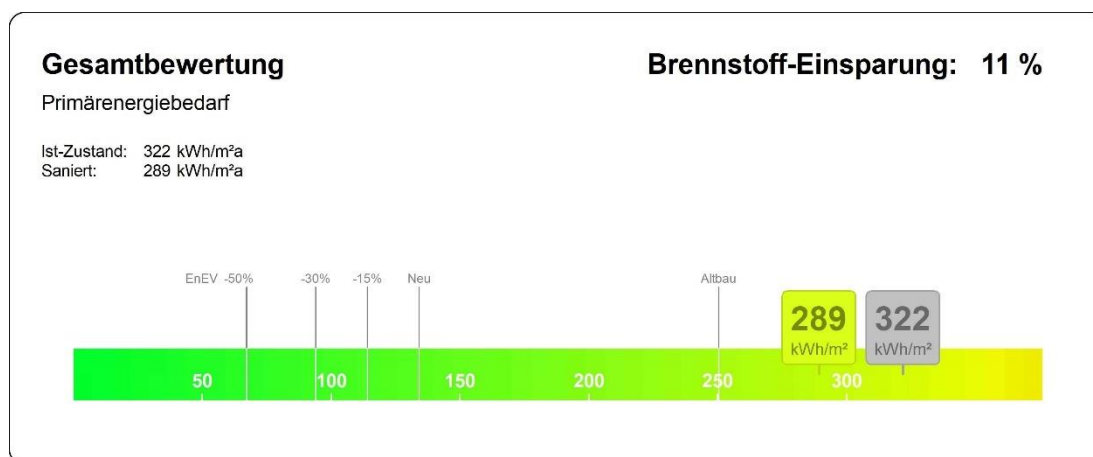
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 195608 kWh/Jahr reduziert sich auf 174189 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 21418 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 4651 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 **289 kWh/m²** pro Jahr.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 2 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Tabelle 8 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV2

Gesamtinvestitionen	143.473 EUR
Mögliche Fördermittel	28.695 EUR
Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	143.473 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, SV2

	mittlere jährl. Kosten [EUR/Jahr]	Gesamtkosten [EUR]
Kapitalkosten	5.974	179.220
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	18.720	561.600
Summe	24.694	740.820
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	21.503	645.090
Einsparung	-3.191	-95.730

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Tabelle 10 Parameter Wirtschaftlichkeitsberechnung, SV2

Betrachtungszeitraum	30,0	Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	13.603	EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	12.625	EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	1,50	%
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50	%
Teuerungsrate für Brennstoff	3,00	%
Interner Zinsfuß	-	%

4.4 SV3: AUSTAUSCH DER ALTEN DACHFENSTER

Die alten Dachfenster in der Turnhalle sollten entsprechend der Anforderung des aktuellen Gebäudeenergiegesetz (GEG 2020) ausgetauscht werden.

Der aktuelle zulässige Uw-Wert für Dachfenster beträgt laut GEG 1,8 W/m²K. Hinsichtlich des gesteckten Zieles für dieses Gebäude mindestens einen KfW-100 Effizienzhausstandard zu erreichen ist der anzustrebende U-Wert deutlich niedriger anzusetzen. Gemäß den Mindestanforderungen der KfW wäre mindestens ein Uw-Wert von 1,2 W/m²K einzuhalten. Der für die Fenster gewählte Uw-Wert in der Simulation beträgt **1,2 W/m²K**.

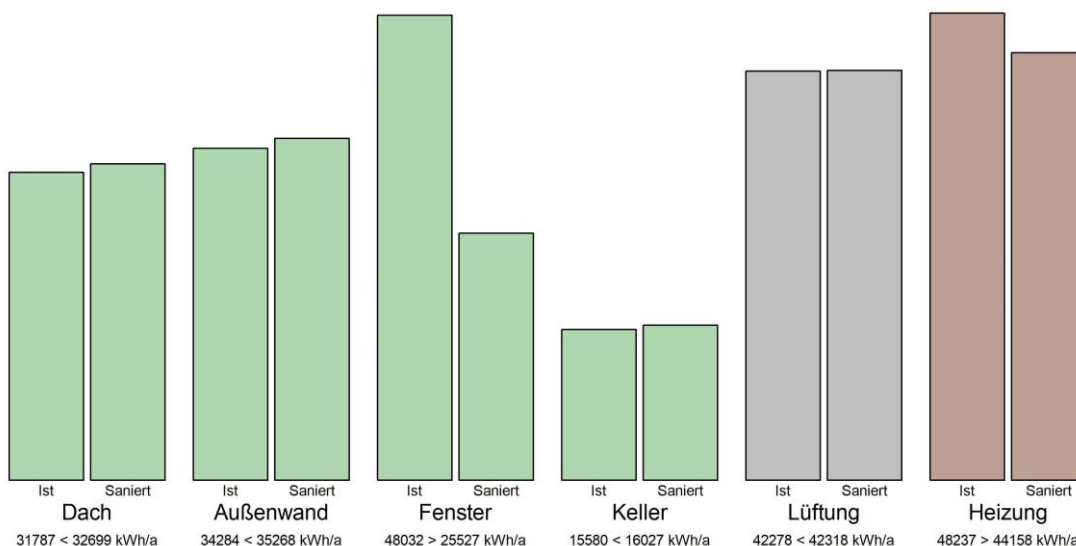
<i>IKK-Energetische Stadtsanierung – Energieeffizient Bauen und Sanieren (KfW Nr. 218)</i>			
Info	<i>Förderung von Neubau und Sanierung von Nichtwohngebäuden. Energieeffizientes Bauen und Sanieren von Nichtwohngebäuden inkl. Denkmäler.</i>		
Förderanteil	Maßnahme (Sanierung) <i>Einzelmaßnahmen</i>	Tilgungszuschuss <i>20 %</i>	max. Tilgungszuschuss <i>200 €/m²</i>
Fördersumme	<i>Kredithöhe i. d. R. max. 25 Mio. € der förderfähigen Kosten.</i>		

Ein Tilgungszuschuss in Höhe von ca. 19.448 € könnte beantragt werden.

Energieeinsparung - Variante 3 -

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

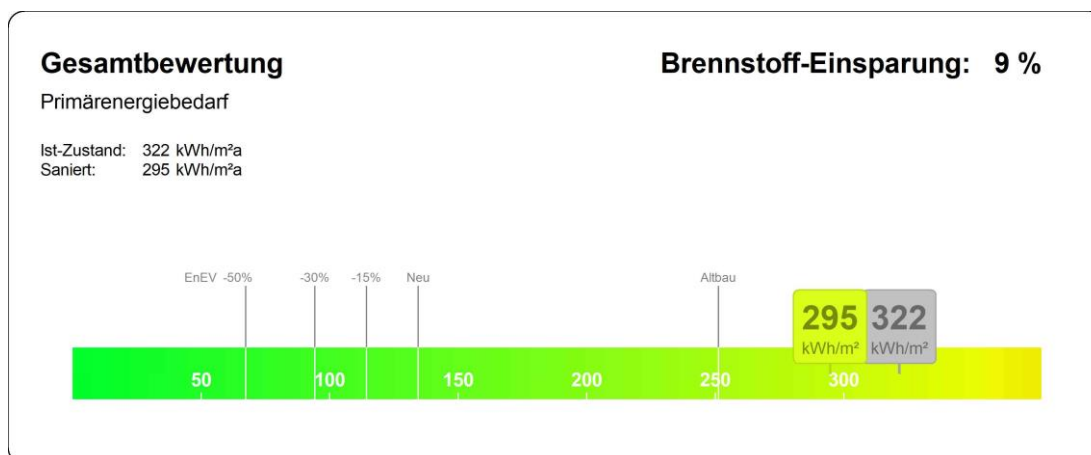
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 195608 kWh/Jahr reduziert sich auf 177484 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 18123 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 3807 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 **295 kWh/m²** pro Jahr.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 3 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Tabelle 11 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV3

Gesamtinvestitionen	97.240 EUR
Mögliche Fördermittel	19.448 EUR
Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	97.240 EUR

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

Tabelle 12 Einsparpotenzial, SV3

	mittlere jährl. Kosten [EUR/Jahr]	Gesamtkosten [EUR]
Kapitalkosten	4.049	121.470
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	19.068	572.040
Summe	23.117	693.510
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	21.503	645.090
Einsparung	-1.614	-48.420

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Tabelle 13 Parameter Wirtschaftlichkeitsberechnung, SV3

Betrachtungszeitraum	30,0	Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	13.603	EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	12.859	EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	1,50	%
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50	%
Teuerungsrate für Brennstoff	3,00	%
Interner Zinsfuß	-	%

4.5 SV4: FENSTERTAUSCH

Austausch der Fenster von 1988-92:

Die vorhandenen alten Fenster sollen ausgetauscht werden. Der durch das Gebäudeenergiegesetz geforderte U-Wert für Fenster beträgt $1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$. Hinsichtlich der gesteckten Ziele der Bundesregierung wird der rechnerische U-Wert um ca. 30 % gegenüber der aktuellen GEG gesenkt. In dieser Simulation wird daher ein U-Wert von $0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ berücksichtigt.

Achtung: 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.

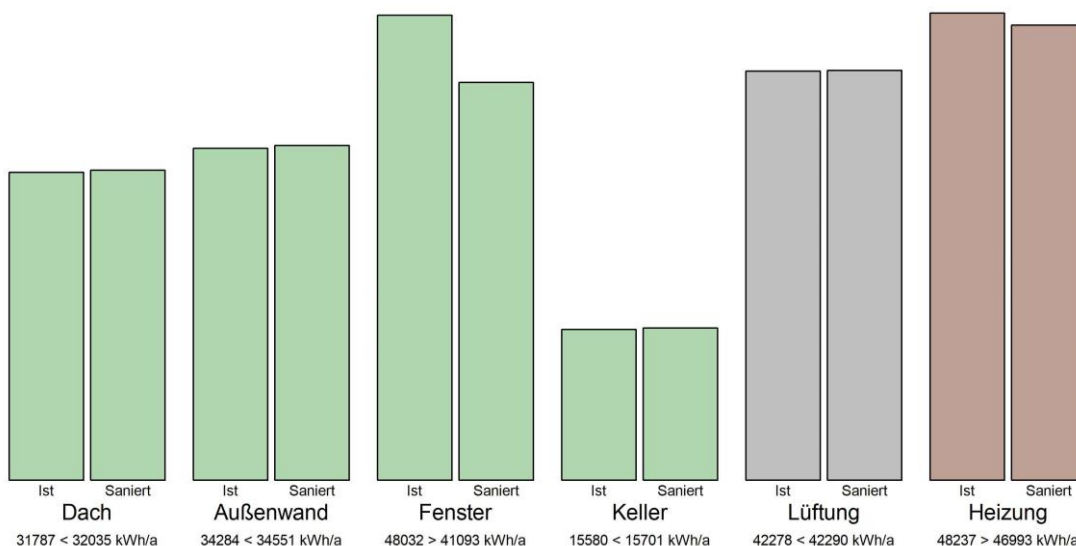
<i>IKK-Energetische Stadtsanierung – Energieeffizient Bauen und Sanieren (KfW Nr. 218)</i>			
Info	<i>Förderung von Neubau und Sanierung von Nichtwohngebäuden. Energieeffizientes Bauen und Sanieren von Nichtwohngebäuden inkl. Denkmäler.</i>		
Förderanteil	Maßnahme (Sanierung) <i>Einzelmaßnahmen</i>	Tilgungszuschuss <i>20 %</i>	max. Tilgungszuschuss <i>200 €/m²</i>
Fördersumme	<i>Kredithöhe i. d. R. max. 25 Mio. € der förderfähigen Kosten.</i>		

Ein Tilgungszuschuss in Höhe von ca. 6.357 € könnte beantragt werden.

Energieeinsparung - Variante 4 -

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

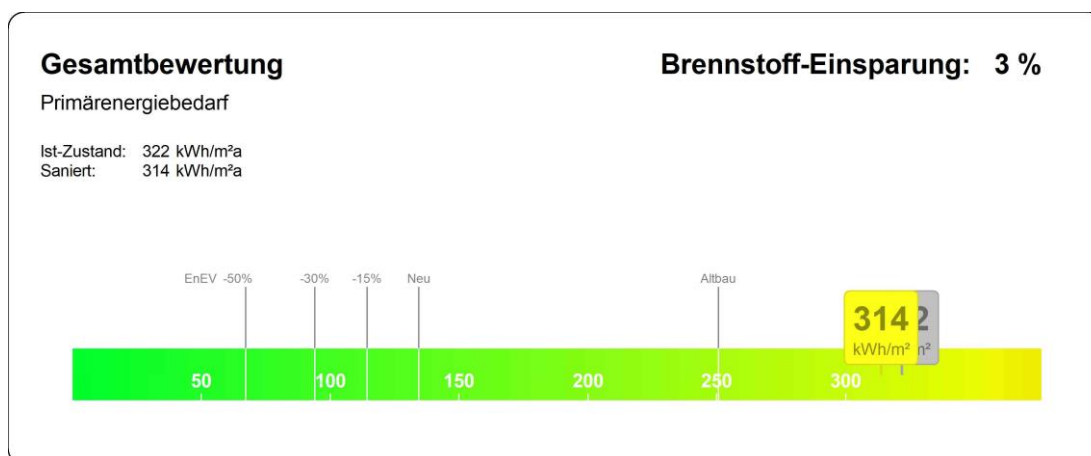
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 195608 kWh/Jahr reduziert sich auf 190146 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 5462 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 1120 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 **314 kWh/m²** pro Jahr.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 4 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Tabelle 14 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV4

Gesamtinvestitionen	31.784 EUR
Mögliche Fördermittel	6.357 EUR
Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	31.784 EUR

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

Tabelle 15 Einsparpotenzial, SV4

	mittlere jährl. Kosten [EUR/Jahr]	Gesamtkosten [EUR]
Kapitalkosten	1.323	39.690
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	19.864	595.920
Summe	21.187	635.610
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	21.503	645.090
Einsparung	316	9.480

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Tabelle 16 Parameter Wirtschaftlichkeitsberechnung, SV4

Betrachtungszeitraum	30,0	Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	13.603	EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	13.397	EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	1,50	%
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50	%
Teuerungsrate für Brennstoff	3,00	%
Interner Zinsfuß	2,6	%

4.6 SV5: SANIERUNG DER RAUMLUFTTECHNISCHEN ANLAGE

Die vorhandene Lüftungsanlage wird mit einer Wärmerückgewinnung betrieben, entspricht allerdings nicht mehr dem Stand der Technik. Der Austausch der Lüftungsanlagen erfolgt nach den Anforderungen des GEG 2020. Hier müssen raumluftechnische Anlagen mit einem Volumenstrom in der Zuluft $\geq 4.000 \text{ m}^3/\text{h}$ besondere Kennwerte u. a. hinsichtlich der elektrischen Leistung sowie der Wärmerückgewinnung erfüllen. Die Wärme aus der Abluft wird dann durch die Wärmerückgewinnung genutzt. Hierdurch erhöht sich die Luftqualität, da es keinen direkten Umluftbetrieb mehr gibt.

Bei dieser Sanierungsvariante wurde ein Rotationswärmetauscher mit einer Rückwärmezahl von 80 % angesetzt.

Um Fördermittel im Rahmen der Kommunalrichtlinie in Anspruch nehmen zu können, sind deren Anforderungen zur Ausführung einer raumluftechnischen Anlage zu erfüllen.

BAFA - Raumluftechnische Anlagen in öffentlichen Gebäuden und Versammlungsstätten zur Eindämmung des Corona-Virus)

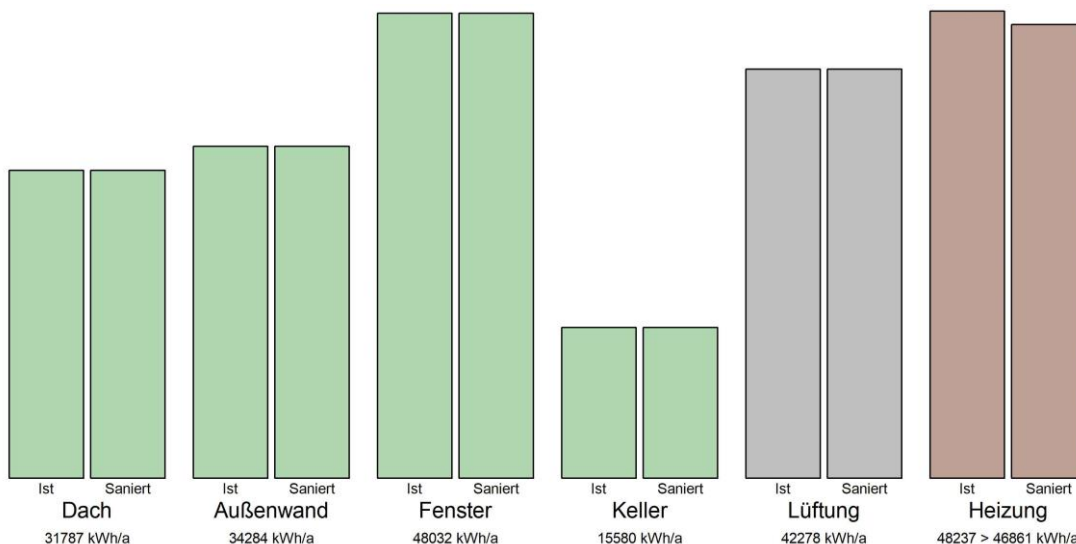
Info	<i>Beim Besuch von öffentlichen Gebäuden und Versammlungsorten müssen die Menschen besonders vor Infektionen mit dem Coronavirus geschützt sein. Mit der neuen Förderung können bestehende RLT Anlagen um- oder aufgerüstet werden und somit ein Baustein für wirksamen Infektionsschutz sein.</i>	
	<i>Gewährt werden finanzielle Zuschüsse für die entsprechende Um- und Aufrüstung von stationären RLT-Anlagen.</i>	
Förderanteil	80 % der förderfähigen Ausgaben,	<i>max.200.000 €</i>

Ein Tilgungszuschuss in Höhe von ca. 36.520 € könnte beantragt werden.

Energieeinsparung - Variante 5 -

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **4 %**.

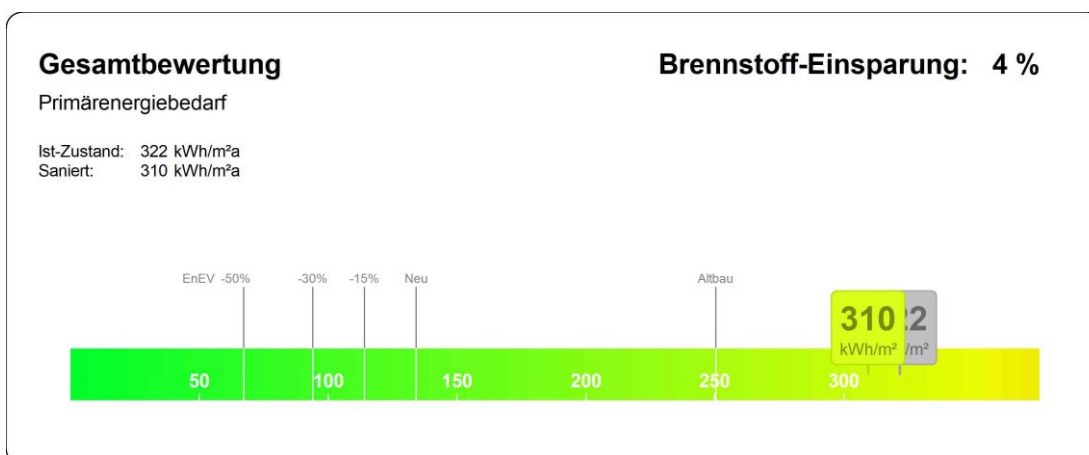
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 195608 kWh/Jahr reduziert sich auf 187609 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 7998 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 1767 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 **310 kWh/m²** pro Jahr.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 5 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Tabelle 17 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV5

Gesamtinvestitionen	45.650 EUR
Mögliche Fördermittel	36.520 EUR
Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	45.650 EUR

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

Tabelle 18 Einsparpotenzial, SV5

	mittlere jährl. Kosten [EUR/Jahr]	Gesamtkosten [EUR]
Kapitalkosten	1.901	57.030
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	19.599	587.970
Summe	21.500	645.000
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	21.503	645.090
Einsparung	3	90

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Tabelle 19 Parameter Wirtschaftlichkeitsberechnung, SV5

Betrachtungszeitraum	30,0	Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	13.603	EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	13.218	EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	1,50	%
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50	%
Teuerungsrate für Brennstoff	3,00	%
Interner Zinsfuß	1,51	%

4.7 SV6: LED-BELEUCHTUNG

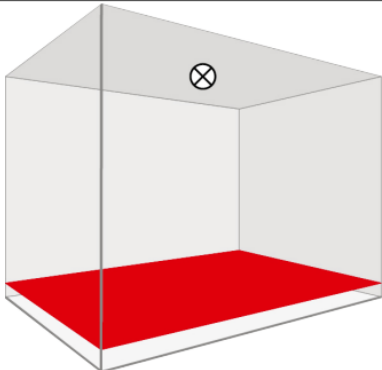
In dieser Sanierungsvariante wird die noch vorhandene „alte“ Beleuchtung (stabförmige Leuchtstofflampen mit KVGs, oder Kompaktleuchtstofflampen) erneuert. Durch die Umstellung der Beleuchtungstechnik können der Bedarf an elektrischer Energie und damit auch die CO₂-Emissionen, welche durch die Beleuchtung verursacht werden, gesenkt werden. 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 sieht es deutlich besser aus. Hier 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. Die nachstehende Abbildung zeigt die exemplarische Berechnung für die Sporthalle.

Lichtrechner

Leuchte
 Montageart: Anbau
 Leuchtenlichtstrom: 9.300 lm

Nutzebene
 Höhe über Boden: 0,2 m
 Beleuchtungsstärke: 750 lx
 Randbereich von 0,5 m: Ja

Raum
 Maße: 24 x 12 x 5,54 m
 Reflexionsgrad: 50/50/30
 Wartungsfaktor: 0,8



Ergebnis Ihrer Berechnung

Anzahl der Leuchten 31 <small>30,56 exakter Wert</small>	Beleuchtungsstärke 760lx	Spezifischer Anschlusswert 7,4 W/m² 1,0 W/m²/100lx
--	---	--

Die Berechnung erfolgte mit der überschläglichen Wirkungsgradmethode, welche ungenauer als photometrische Berechnungen ist.

Beleuchtungssanierung (2.9)

Info	Gefördert wird innerhalb der Kommunalrichtlinie in den investiven Förderschwerpunkten 2.9 "Hocheffiziente Innen- und Hallenbeleuchtung" der Einbau hocheffizienter Beleuchtungstechnik einschließlich der Steuer- und Regelungstechnik bei der Sanierung bei Innen- und Hallenbeleuchtungsanlagen.
Förderanteil	35 %* bei Innen- und Hallenbeleuchtungen Mindestzuwendung i. H. v. 5000 €
Fördersumme	Finanzschwache Kommunen können vorbehaltlich der beihilferechtlichen Zulässigkeit eine um 5 % erhöhte Förderquote erhalten. Bei Maßnahmen in Kindertagesstätten, Schulen, Einrichtungen der Kinder- und Jugendhilfe, Jugendwerkstätten und Sportstätten (inkl. Freibäder und Schwimmhallen) ist eine um 5 % erhöhte Förderquote möglich.
Fristen	Kommunalrichtlinie gilt von 01.01.2019 bis zum 31.12.2022.

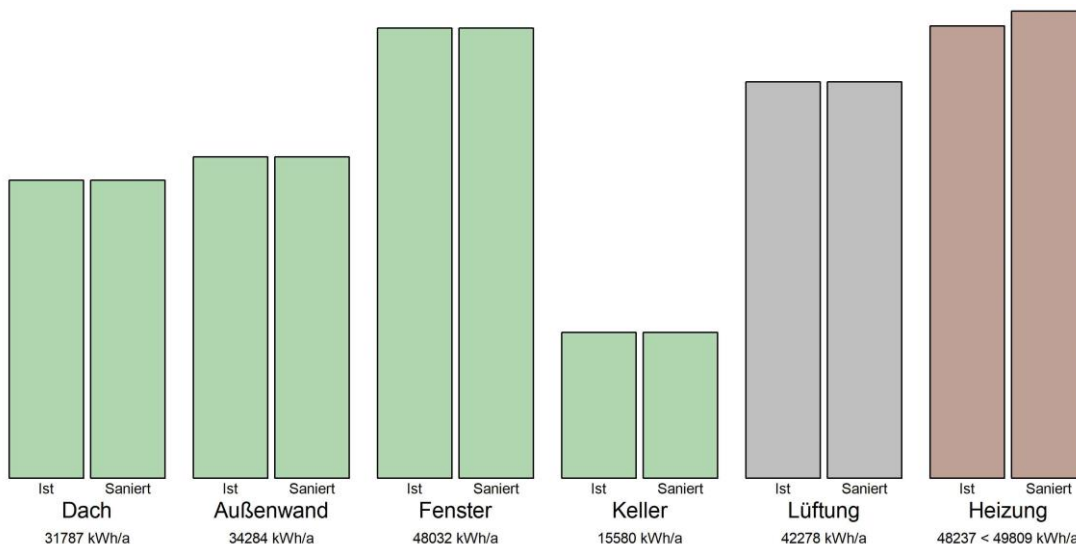
* Die angegebene Förderquote wird für Anträge, die im Zeitraum vom 01.08.2020 bis zum 31.12.2021 gestellt werden um jeweils 10 % erhöht. Die Erhöhung wurde bereits in dem angegebenen Prozentbetrag berücksichtigt

Mit diesem Förderprogramm kann ein Zuschuss in Höhe von ca. 5.528 € gewährt werden.

Energieeinsparung - Variante 6 -

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **1 %**.

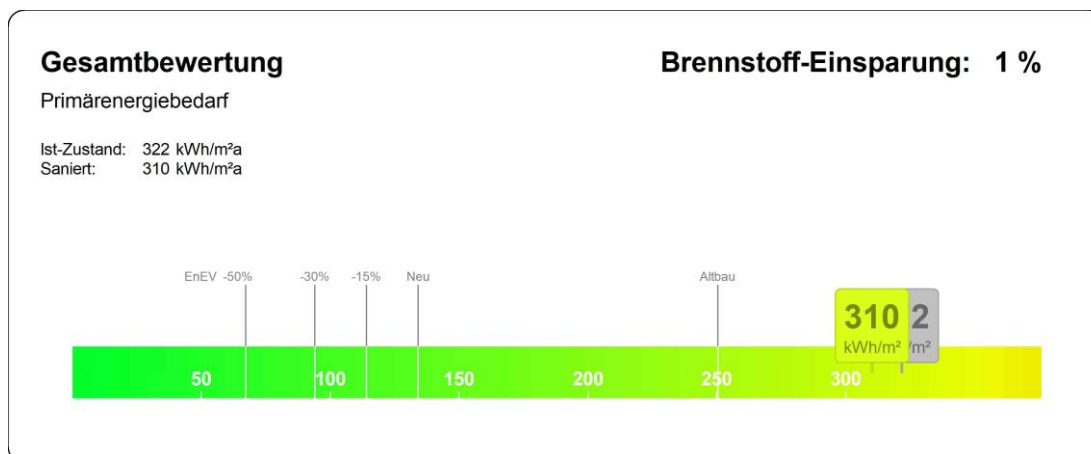
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 195608 kWh/Jahr reduziert sich auf 194362 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 1246 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 2894 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 **310 kWh/m²** pro Jahr.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 6 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Tabelle 20 Gesamtausgaben für die Energieeinsparmaßnahmen, SV6

Gesamtinvestitionen	13.600 EUR
Mögliche Fördermittel	5.440 EUR
Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	13.600 EUR

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

Tabelle 21 Einsparpotenzial, SV6

	mittlere jährl. Kosten [EUR/Jahr]	Gesamtkosten [EUR]
Kapitalkosten	1.019	15.285
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	14.984	224.760
Summe	16.003	240.045
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	17.231	258.465
Einsparung	1.228	18.420

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Tabelle 22 Parameter Wirtschaftlichkeitsberechnung, SV6

Betrachtungszeitraum	30,0	Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	13.603	EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	11.829	EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	1,50	%
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50	%
Teuerungsrate für Brennstoff	3,00	%
Interner Zinsfuß	13,15	%