

**Bericht zur energetischen Betrachtung  
im Rahmen des Förderschwerpunktes  
„2.2 Energiemanagementsysteme“  
des Amt Horst-Herzhorn**



**Objekt:** Vereinsheim Horst  
Schulstraße 1b  
25358 Horst

Greven, 24.08.2021

## Inhalt

Inhalt.....	2
1 Einleitung.....	3
2 Sanierungsvarianten (SV).....	4
2.1 Tabellarische Gesamtübersicht.....	4
2.2 Endenergie- und Kosteneinsparung.....	6
2.3 Gesamteffizienz und Klimaschutz .....	7
Ausgangssituation .....	9
2.4 Beschreibung des untersuchten Objekts .....	9
2.5 Fotodokumentation.....	10
2.6 Gebäudehülle .....	12
2.7 Anlagentechnik.....	13
2.8 Tatsächlicher Verbrauch und Emissionen.....	15
2.8.1 Energieverbräuche der Liegenschaft .....	15
2.8.2 Verbrauchskennwerte.....	16
2.9 Energiekosten und Preissteigerung .....	18
2.10 Energiekosten und Preissteigerungen .....	18
2.11 Preisermittlung für die Sanierungskosten .....	19
3 Sanierungsvarianten .....	20
3.1 Übersicht Sanierungsvarianten .....	20
3.2 SV1: Pellets Heizkessel .....	21
3.3 SV2: Beleuchtung.....	23
3.4 SV3: Fensteraustausch .....	26
3.5 SV4: Treppenhaus Glaswand .....	29
3.6 SV5: Außenwanddämmung .....	31
3.7 SV6: Dachgeschossdämmung .....	34
3.8 SV7: SV3 - SV5.....	36
3.9 SV8: alle Maßnahmen.....	38
3.10 SV9: PV-Anlage.....	40

## 1 Einleitung

Der vorliegende Gebäudebericht des Vereinsheims 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.<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 Sanierungsvarianten (SV)

### 2.1 Tabellarische Gesamtübersicht

Parameter	Bestand	SV1: Pellets Heizkessel	SV2: Beleuchtung	SV3: Fensteraustausch	SV4: Treppenhaus Glaswand	SV5: Außenwanddämmung
Investition inkl. 20% NK [€]	-	103.000	39.296	121.748	39.443	157.843
Nutzungsdauer [a]	-	30	30	55	55	60
dynamische Amortisation [a]	-	-	17	55	41	29
Energiekosten im ersten Jahr [€/a] <sup>2)</sup>	8.661,56	7.164,36	6.330,32	7.633,01	7.978,34	5.444,54
Energiekostensparnis im ersten Jahr [€/a]	-	1.497	2.331	1.029	683	3.217
prozentuale Energiekostensparnis im ersten Jahr [%]	-	17	27	12	8	37
jährlicher Endenergiebedarf [kWh/a]	128.873,0	144.900,8	126.145,6	116.576,2	124.287,4	70.076,6
jährliche Endenergieeinsparung [kWh/a]	-	-16.028	2.727	12.297	4.586	58.796
prozentuale Endenergieeinsparung [%]	-	- 12	2	10	4	46
jährlicher Primärenergiebedarf [kWh/a]	137.984,8	43.610,8	127.339,8	124.091,8	131.726,2	77.673,5
jährliche Primärenergieeinsparung [kWh/a]	-	94.374	10.645	13.893	6.259	60.311
prozentuale Primärenergieeinsparung [%]	-	68	8	10	5	44
jährliche CO <sub>2e</sub> -Emissionen [kg/a]	34.524,3	10.458,9	29.396,8	30.816,4	32.528,2	20.277,0
jährliche CO <sub>2e</sub> -Vermeidung [kg/a]	-	24.065	5.128	3.708	1.996	14.247
prozentuale CO <sub>2e</sub> -Vermeidung [%]	-	69,7	14,9	10,7	5,8	41,3

<sup>2)</sup> Bezogen auf den errechneten Energiebedarf für alle betrachteten Gebäude(teile) der Liegenschaft

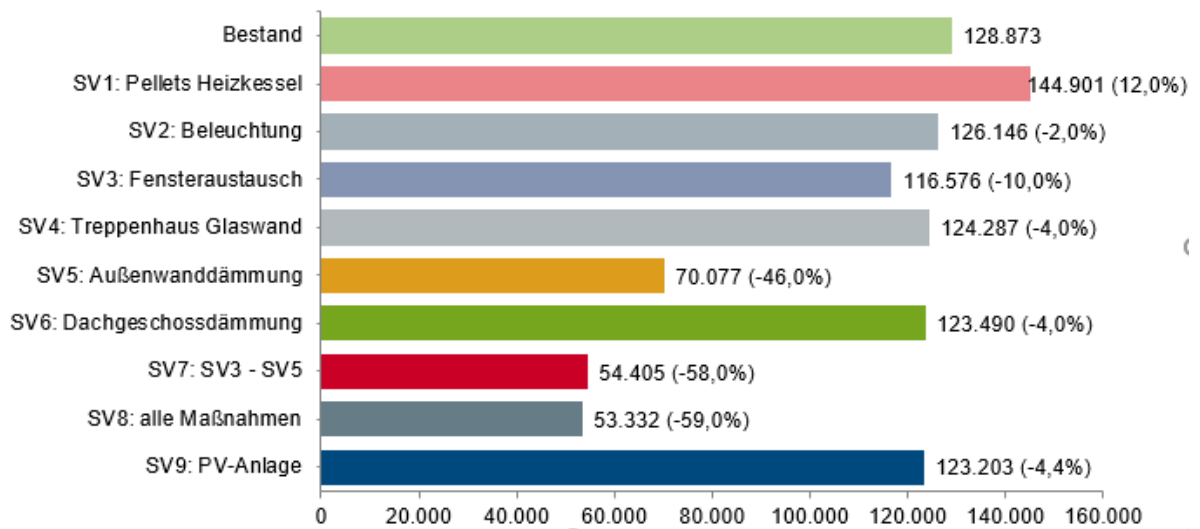
Parameter	Bestand	SV6: Dachgeschossdämmung	SV7: SV3 - SV5	SV8: alle Maßnahmen	SV9: PV- Anlage
Investition inkl. 20% NK [€]	-	26.023	319.034	487.352	14.400
Nutzungsdauer [a]	-	60	55	55	20
dynamische Amortisation [a]	-	29	39	48	9
Energiekosten im ersten Jahr [€/a] <sup>3)</sup>	8.661,56	7.939,87	4.726,45	2.265,16	7.131
Energiekostensparnis im ersten Jahr [€/a]	-	722	3.935	6.396	1.531
prozentuale Energiekostensparnis im ersten Jahr [%]	-	8	45	74	18
jährlicher Endenergiebedarf [kWh/a]	128.873,0	123.489,5	54.405,4	53.332,2	123.203
jährliche Endenergieeinsparung [kWh/a]	-	5.384	74.468	75.541	5.670
prozentuale Endenergieeinsparung [%]	-	4	58	59	4
jährlicher Primärenergiebedarf [kWh/a]	137.984,8	130.926,4	62.099,6	13.524,7	127.779
jährliche Primärenergieeinsparung [kWh/a]	-	7.058	75.885	124.460	10.206
prozentuale Primärenergieeinsparung [%]	-	5	55	90	7
jährliche CO <sub>2e</sub> - Emissionen [kg/a]	34.524,3	32.345,4	16.764,9	2.819,9	32.103
jährliche CO <sub>2e</sub> - Vermeidung [kg/a]	-	2.179	17.759	31.704	2.421
prozentuale CO <sub>2e</sub> - Vermeidung [%]	-	6,3	51,4	91,8	7,0

<sup>3)</sup> Bezogen auf den errechneten Energiebedarf für alle betrachteten Gebäude(teile) der Liegenschaft

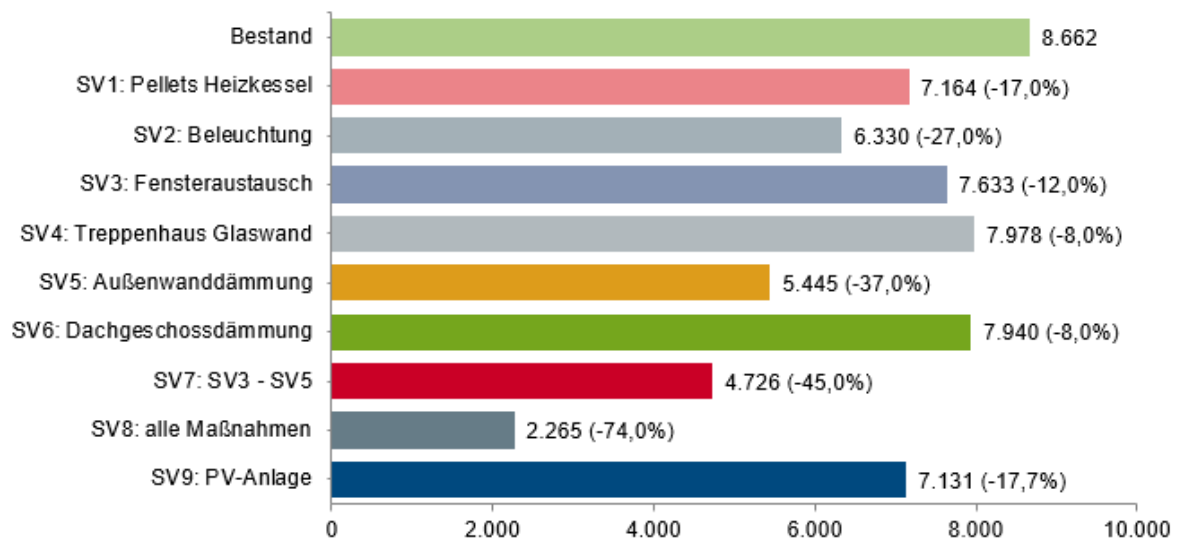
## 2.2 Endenergie- und Kosteneinsparung

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

### Endenergie [kWh/a]



### Energiekosten [€/a]



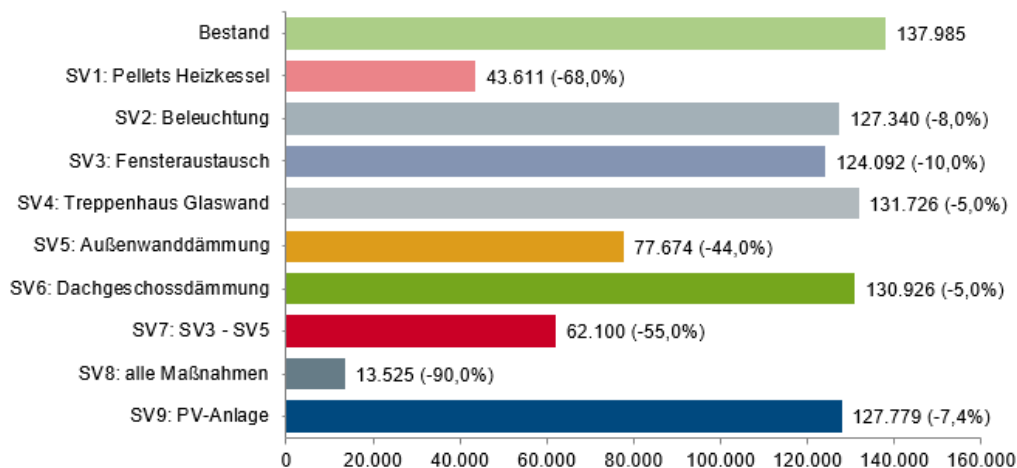
## 2.3 Gesamteffizienz und Klimaschutz

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

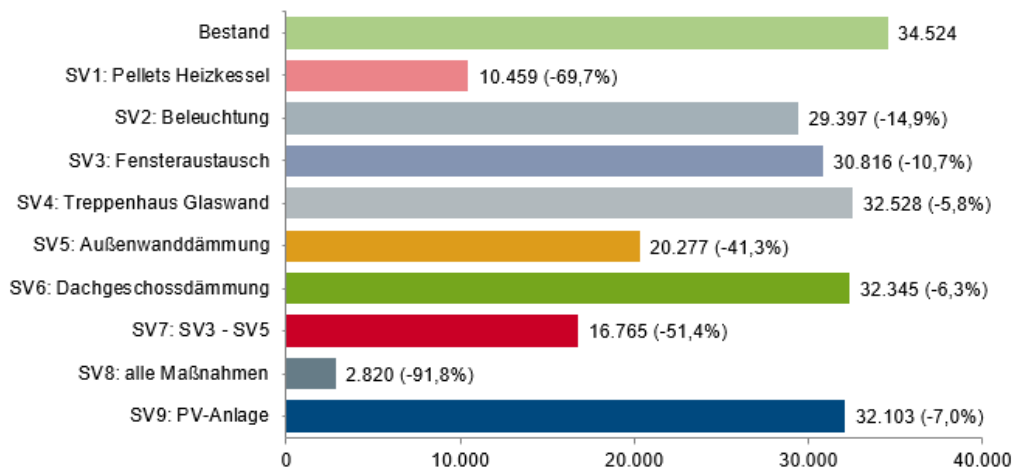
Maßnahmen wirken sich dann besonders positiv aus, wenn möglichst viele fossile Energieträger eingespart werden. Dies führt zu einem geringen Primärenergiebedarf und gleichzeitig zu einem geringen CO<sub>2</sub>-Ausstoß. Neben der CO<sub>2</sub>-Einsparung wird die Umwelt durch weniger NO<sub>x</sub>,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

In folgendem Diagramm werden die Klimaschutzaspekte der einzelnen Varianten anhand der Einsparung an Primärenergie und CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Umsetzung der Maßnahmen dargestellt.

### Primärenergie [kWh/a]



### CO<sub>2</sub>- Emission [kg/a]



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**

Reihenfolge der Sanierungsvarianten	CO <sub>2</sub> -Einsparung [kg/a]	Investitionsausgaben (brutto) inkl. 20 % NK	Zuschüsse aus Förderprogrammen (Stand: März 2021)		Amortisationszeit [Jahre]
Schritt 1: PV-Anlage	2.421	14.400			9
Schritt 2: Beleuchtungstausch	5.128	39.296	15.718 40%	PtJ Beleuchtungssanierung (2.9)	17
Schritt 3: Außenwandsanierung	14.247	157.843	31.569 20%	BAFA – BEG EM	29
Schritt 4: Dachsanierung	2.179	26.023	5.205 20%	BAFA – BEG EM	29
Schritt 5 Fenstertausch Glaswand Treppenhaus	1.996	39.443	7.889 20%	BAFA – BEG EM	41
Schritt 6: Fenstertausch	3.708	121.748	24.350 20%	BAFA – BEG EM	55
<b>Summe</b>	29.679	398.753	84.730 21%	mittlere Förderquote	Ø 30 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.



## Ausgangssituation

### 2.4 Beschreibung des untersuchten Objekts

Das Gebäude des Vereinsheim Horst wurde 1954 errichtet. Es besteht aus einem Hauptgebäude mit zwei Etagen sowie einem angrenzenden Gebäude, in dem die Sanitäranlagen und ein Lagerraum untergebracht sind. Die Heizungsanlage steht im Keller des teilweise unterkellerten Hauptgebäudes. Das Gebäude ist in massiver Bauweise ausgeführt. Die Außenwände sind noch im ursprünglichen Zustand. Die Obergeschossdecken wurden 2004 saniert, dabei wurde eine Dämmung zwischen den Sparren eingebracht. Die Fenster sind vom Baujahr 1988-90 größtenteils in Kunststoff, teilweise sind auch Alufenster vorhanden. Insbesondere in den sanierten Sanitäranlagen sind 2012 Kunststoffenster mit Wärmeschutzverglasung eingebaut worden. Das Gebäude wird über einen Gasbrennwertkessel mit Wärme versorgt.

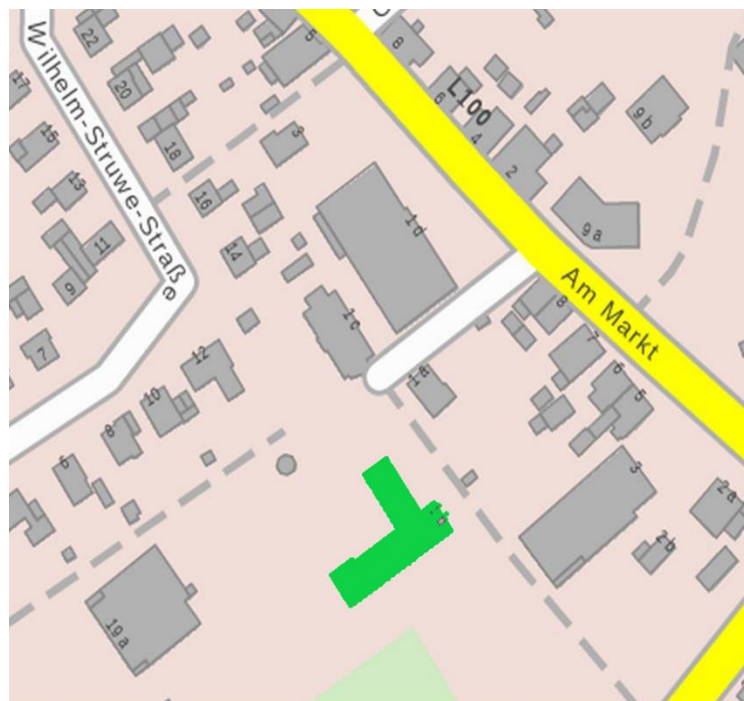






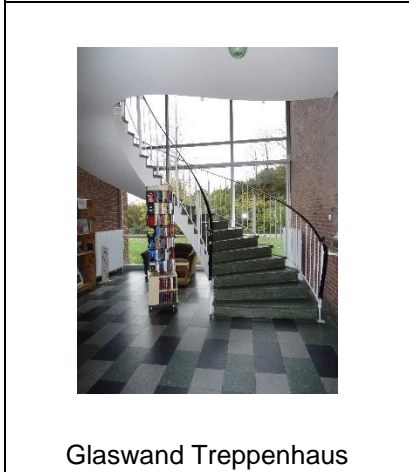
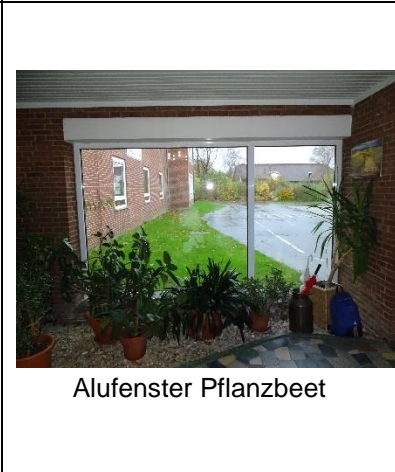
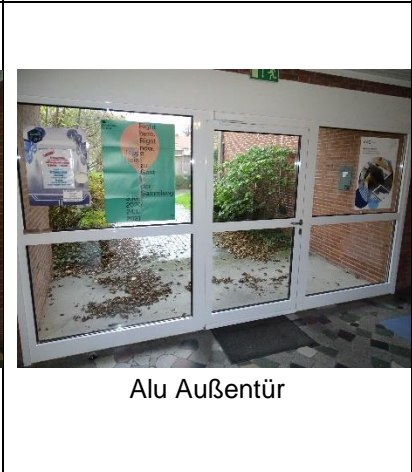





Abbildung 1: Lageplan mit dem markierten, untersuchten Gebäudeteil

Grunddaten	
Gebäudetyp	Vereinsheim
Baujahr	1954
Baujahr des Wärmeerzeugers	2012
Gebäudevolumen netto [m <sup>3</sup> ]	2.498,4
Gebäudenutzfläche [A <sub>NGF</sub> ] [m <sup>2</sup> ]	801,9
Wärme übertragende Hüllfläche [A] [m <sup>2</sup> ]	1.935,5
Anzahl der Geschosse	2
<b>Anmerkung:</b> Flächen- und Volumenangaben beziehen sich lediglich auf thermisch konditionierte Zonen.	

## 2.5 Fotodokumentation

		
<p>Hauptgebäude Ansicht Parkplatz</p>	<p>Sanitärgebäude Ansicht Nord</p>	<p>Sanitärgebäude Ansicht Nordost</p>
		
<p>Hauptgebäude Ansicht Nordost</p>	<p>Hauptgebäude Ansicht Südost</p>	<p>Hauptgebäude Ansicht Südwest</p>
		
<p>Glaswand Treppenhaus</p>	<p>Alufenster Pflanzbeet</p>	<p>Alu Außentür</p>
		
<p>Kunststofffenster 1988-90</p>	<p>Aufenthaltsraum</p>	<p>Aufenthaltsraum</p>



Außentür Sanitärbereich



Sanitärbereich



Beleuchtung EVG



Heizkessel – Keller



Heizkörper



Dachdämmung

## 2.6 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 [m<sup>2</sup>] 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/(m<sup>2</sup>K) nicht überschritten werden darf.

### Bauteilliste mit zul. U-Werten nach GEG<sup>4</sup> 2020

Bezeichnung	U-Wert [W/(m <sup>2</sup> K)]	zul. U-Wert [W/(m <sup>2</sup> K)]
Bodenplatte 1954	1,50	0,30
Außenwand	1,40	0,24
Fenster BJ 2012	1,9	1,30
Außentür 2012	1,9	1,80
Alufenster 1988	3,2	1,30
Fenster BJ 1988	3,0	1,30
Metalltür BJ 2012	1,9	1,80
Glaswand Treppenhalle	3,2	1,30
Dachboden	0,34	0,24

<sup>4</sup> Gebäudeenergiegesetz

## 2.7 Anlagentechnik

### Beheizung

In dem betrachteten Gebäude gibt es einen Gas-Brennwertkessel. Der Kessel ist im Keller untergebracht mit dem Baujahr 2012. Die Heizungsanlage versorgt das gesamte Gebäude. Die Heizkreispumpe ist geregelt. Folglich besteht hier kein Austauschbedarf. Ob ein hydraulischer Abgleich durchgeführt wurde, ist nicht bekannt.

#### Anlagentechnik: Erzeugungseinheiten Heizung

Wärmeerzeugereinheit 1

Anzahl Erzeuger	1
Art des Systems	indirekt
Geometrie	wird vom Gebäude übernommen

1. Brennwertkessel Brötje SGB 170E

Erzeuger	Brennwertkessel
Baujahr	2012
Art des Erzeugers	Brennwertkessel verbessert
Umgebung	Standardrandbedingungen unbeheizt
Umgebungstemperatur (Jahresdurchschnitt) [°C]	13,0
Energieträger	Erdgas H

#### Details

Vor-/Rücklauftemperatur [°C]	55,0/40,0
Nennleistung-Kesselwirkungsgrad aus Abgasverlust	nein
Pumpenmanagement	kein integriertes Pumpenmanagement
elektrische Kesselregelung vorhanden	nein
Art des Brenners	Gebläsebrenner
Kessel-Nennleistung [kW]	170,00

### Warmwasserbereitung

#### Anlagentechnik: Erzeugungseinheiten Trinkwarmwasser

Die Warmwasserbereitung des Vereinsheim Horst erfolgt über dezentral angeordnete elektrische Untertischgeräte.

Eine Warmwasserbereitung wurde nicht 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 ausschließlich über die vorhandenen Fenster und Türen.***

## Beleuchtung

In dem Hauptgebäude werden größtenteils Leuchtstofflampen elektronischen Vorschaltgeräten (EVG) eingesetzt. Vereinzelt Räume werden mit Glühlampen ausgeleuchtet. Der 2012 sanierte Sanitärbereich ist mit LED Leuchten und Präsenzmelder ausgestattet.

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

## 2.8 Tatsächlicher Verbrauch und Emissionen

### 2.8.1 Energieverbräuche der Liegenschaft

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
- interne Wärmequellen (Licht, Elektrogeräte, Personenanzahl, ...)
- der Warmwasser- 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 und in der Abb. 2 werden die tatsächlichen Verbrauchsdaten von Strom, Gas (witterungsbereinigt) und Wasser der letzten drei Jahre dargestellt.

Tabelle Energieverbrauch der Liegenschaft nach Energieart und Wasserverbrauch

Jahr	Heizung (Gas)	Klima-faktor	witterungs-bereinigter Wärmeverbrauch	Strom*	Energie-verbrauch Gesamt	Wasser
-	[kWh/a]	[-]	[kWh/a]	[kWh/a]	[kWh/a]	[m³/a]
2018	169.216	1,10	186.138	13.000	199.138	51
2019	90.403	1,10	99.443	12.978	112.421	59
2020	89.407	1,13	101.030	5.058	106.088	50
<b>Mittelwert</b>	<b>116.342</b>		<b>128.870</b>	<b>10.345</b>	<b>139.216</b>	<b>53</b>

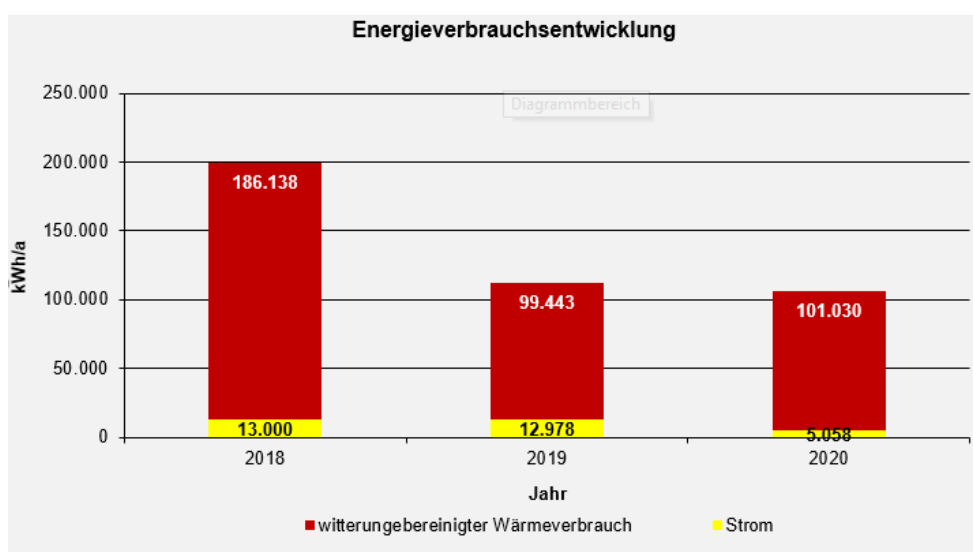


Abbildung 2: Entwicklung der Energieverbräuche

## 2.8.2 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>5</sup>

Für die Liegenschaften der Gemeinde wurde der Mittelwert aus den Strom- bzw. Gas- (witterungsbereinigt) und Wasserverbrauchsdaten der letzten drei Jahre (2018, 2019, 2020) gebildet und durch die Netto-Grundfläche von 6.664 m<sup>2</sup> dividiert.

Tabelle Energieverbrauchskennwerte

Schulen mit Turnhalle	Energieverbrauchskennwerte [kWh/m <sup>2</sup> <sub>NGFA</sub> ] bzw. [dm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> <sub>NGFA</sub> ]		
	Energieträger	Zielwert	Ist-Kennwert
Strom	7	13	16
Wärme	39	161	92
Wasser (exkl. Stadion)	53	67	171

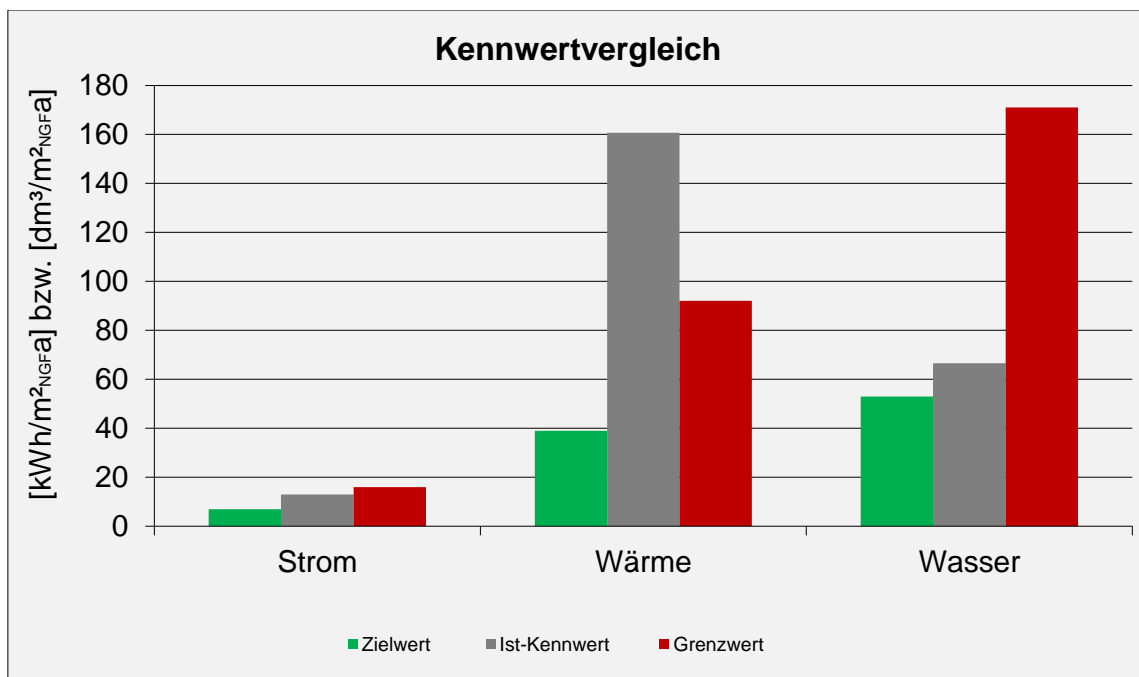


Abbildung 3: Vergleich des Ist-Zustands mit Kennwerten

### Anmerkung

Die Verbräuche von Wärme liegen über den zulässigen Grenzwert. Emissionen

<sup>5</sup> Ziel- und Grenzwerte sind ermittelte Kennwerte der ages Gesellschaft für Energieplanung und Systemanalyse mbH, Münster (Werte von 2005); Zielwert: Unterer Quartilsmittelwert (arithmetisches Mittel der unteren 25 % aller Verbrauchsdaten (Gebäuden mit niedrigstem Energieverbrauch); Grenzwert: Arithmetisches Mittel (Summe aller Einzelwerte geteilt durch die Summe aller Flächen)



Die CO<sub>2</sub>-Emissionen wurden über die gemittelten Energieverbräuche der letzten drei Jahre und den CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren aus GEMIS<sup>6</sup> (Stand:12.2020) bestimmt.

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

Energieträger [-]	CO <sub>2</sub> -Emissionsfaktor [g/kWh]	Energieverbrauch [kWh/a]	CO <sub>2</sub> -Emissionen [kg/a]
Erdgas	201	128.870	25.903
Strom	427	10.345	435
Summe:		139.216	26.337

<sup>6</sup> Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme - Das Globale Emissions-Modell integrierter Systeme ist ein frei verfügbares Computermodell mit integrierter Datenbank zur Lebensweg- und Ökobilanzierung und Stoffstromanalyse sowie den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck für Energie-, Stoff- und Verkehrssysteme

## 2.9 Energiekosten und Preissteigerung

### 2.10 Energiekosten und Preissteigerungen

Für die Sanierungsvarianten wurden folgende spezifischen Energiepreise je Energieträger angesetzt:

**Tabelle Spezifischen Energiepreise nach Energieträger**

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

\*Für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen wurde der tatsächliche Erdgaspreis um die CO<sub>2</sub>-Steuer für 2021 erhöht. Die tatsächlichen durchschnittlichen Erdgaspreise der letzten drei Jahre liegen bei rund 4 Cent/kWh (ohne CO<sub>2</sub>-Steuer).

#### 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.

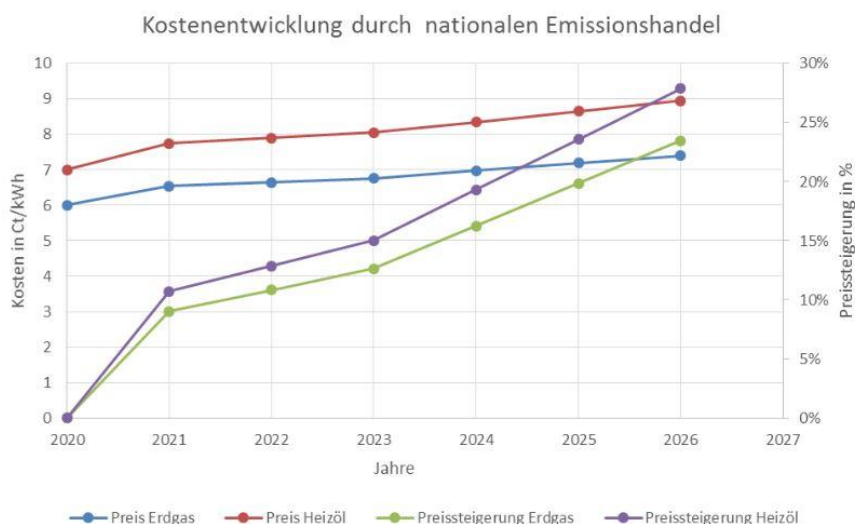


Abbildung 4: Prognostizierte Preissteigerung verschiedener Energieträger

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 %

## **2.11 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 Gemeinde vor Projektbeginn mehrere Vergleichsangebote einholen. Zudem sollte die Gemeinde 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.

In den Investitionskosten sind auch die Kosten für Nebenarbeiten enthalten.

### **Beispiel:**

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

## 3 Sanierungsvarianten

### 3.1 Übersicht Sanierungsvarianten

Nachfolgend erfolgt die Darstellung und Zusammenstellung der Sanierungsvarianten (SV):

**Empfohlene Sanierungsvarianten:**

SV1: Pellets Heizkessel

SV2: Beleuchtung

SV3: Fensteraustausch

SV4: Treppenhaus Glaswand

SV5: Außenwanddämmung

SV6: Dachgeschossdämmung

SV7: SV3 - SV5

SV8: alle Maßnahmen

SV9: PV-Anlage

### 3.2 SV1: Pellets Heizkessel

In Anbetracht des Alters des Wärmeerzeugers ist ein Austausch noch nicht ratsam. Dennoch soll anhand dieser Sanierungsvariante der Umstieg auf ein Biomassekessel (Pelletkessel) dargestellt werden. Es wird der Heizkessel des Gebäudes durch einen Pelletkessel ersetzt. Für die Bevorratung des Brennmaterials (Pellets) muss ein geeigneter Lagerplatz/Bunker errichtet werden.

Insbesondere die Einsparung auf Seiten der Emissionsbildung ist bei einem Energieträgerwechsel auf Biomasse ausschlaggebend. Dieser Faktor wird langfristig mit der steigenden CO<sub>2</sub>-Steuer eine wesentliche Rolle spielen.

Marktanzreizprogramm (MAP) „Heizwärme aus erneuerbaren Energien“ (BAFA, KfW) – Zuschuss oder Kredit mit Teilschulderlass

<b>Info</b>	In bestehenden Gebäuden, d. h. solchen, in denen zum Zeitpunkt der Antragstellung bereits seit mehr als 2 Jahren ein Heizungs- bzw. Kühlsystem in Betrieb genommen war, dass ersetzt oder unterstützt werden soll.
<b>Förderanteil</b>	35 %, bei besonders emissionsarme Biomasseanlagen + 5%
<b>Fördersumme</b>	sind gedeckelt auf 1.000 Euro pro Quadratmeter Nettogrundfläche,

**Mit der Umsetzung dieser Maßnahme kann ein Zuschuss in Höhe von 41.200 € gewährt werden.**

Sanierungsvariante		SV1: Pellets Heizkessel	
Wirtschaftlichkeit			
Kenndaten		Wert	Einheit
Investition		103.000	€
Energiekosten in der Ausgangssituation <sup>1)</sup>		8.661,56	€/a
Energiekosten im ersten Jahr nach Umsetzung der Sanierungsvariante		7.164,36	€/a
Energiekostensparnis im ersten Jahr		1.497	€/a
prozentuale Energiekostensparnis im ersten Jahr		17	%
Endenergiebedarf in der Ausgangssituation <sup>1)</sup>		128.873,0	kWh/a
spezifischer Endenergiebedarf in der Ausgangssituation		146,4	kWh/(m <sup>2</sup> <sub>NGF</sub> *a)
Endenergiebedarf nach Umsetzung der Sanierungsvariante		144.900,8	kWh/a
spezifischer Endenergiebedarf nach Umsetzung der Sanierungsvariante		168,3	kWh/(m <sup>2</sup> <sub>NGF</sub> *a)
jährliche Endenergieeinsparung		-16.028	kWh/a
prozentuale jährliche Endenergieeinsparung		- 12	%
jährliche CO <sub>2e</sub> -Emissionen in der Ausgangssituation <sup>1)2)</sup>		34.524,3	kg/a
jährliche CO <sub>2e</sub> -Emissionen nach Umsetzung der Sanierungsvariante <sup>2)</sup>		10.458,9	kg/a
jährliche CO <sub>2e</sub> -Vermeidung <sup>2)</sup>		24.065	kg/a
prozentuale jährliche CO <sub>2e</sub> -Vermeidung <sup>2)</sup>		69,7	%

Sanierungsvariante		SV1: Pellets Heizkessel	
Wirtschaftlichkeit			
Kenndaten		Wert	Einheit
Nutzungsdauer		30	a
dynamische Amortisation		-	a

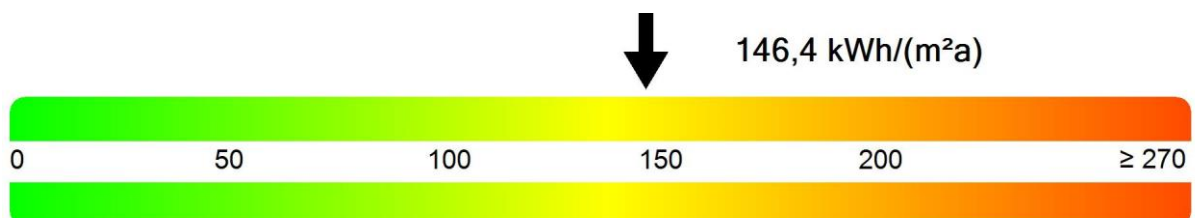
<sup>1)</sup> bezogen auf den errechneten Energiebedarf für alle betrachteten Gebäude(teile) der Liegenschaft

<sup>2)</sup> Emissionsfaktoren des Amt Horst-Herzhorn

<sup>3)</sup> (Gesamtinvestition / Nutzungsdauer) / Endenergieeinsparung

Alle Kostenangaben sind brutto

### Einstufung des spez. Endenergiebedarfs der Ist-Variante auf der Farbskala



### Einstufung des spez. Endenergiebedarfs der Sanierungsvariante auf der Farbskala



### 3.3 SV2: Beleuchtung

#### Austausch der Beleuchtung gegen Led

Die Beleuchtung der Räume des Hauptgebäudes wird fast Durchweg mit Leuchtstofflampen EVG Startern bereitgestellt. In dieser Variante sollen die stabförmigen Leuchtstoffröhren mit Vorschaltgeräten gegen Leuchten mit LED-Technik und Präsenzmelder und Tageslichtsteuerung ausgetauscht werden. Durch die Umstellung der Beleuchtungstechnik kann der Bedarf an elektrischer Energie und damit auch die CO<sub>2</sub>-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 einen Raum.

#### Lichtrechner

##### Leuchte

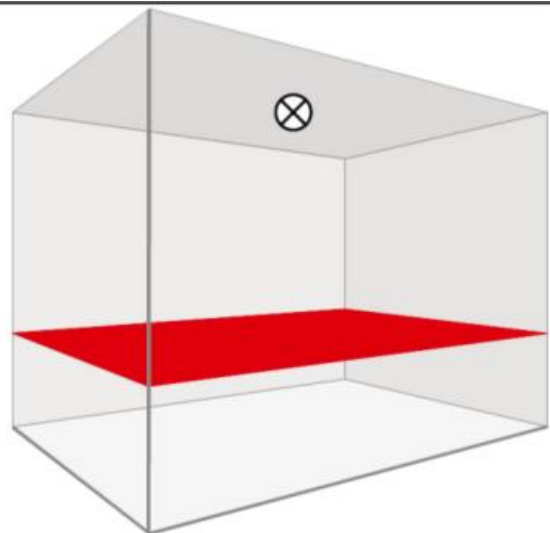
Montageart: Anbau  
Leuchtenlichtstrom: 4.200 lm

##### Nutzebene

Höhe über Boden: 0,75 m  
Beleuchtungsstärke: 500 lx  
Randbereich von 0,5 m: Ja

##### Raum

Maße: 6,5 x 8,75 x 3,11 m  
Reflexionsgrad: 70/50/20  
Wartungsfaktor: 0,8



#### Ergebnis Ihrer Berechnung

Anzahl der Leuchten	Beleuchtungsstärke	Spezifischer Anschlusswert	
8 7,15 exakter Wert	559lx	4,9 W/m <sup>2</sup>	0,9 W/m <sup>2</sup> /100lx

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

Aktuell verfügt der Beispielraum über acht Leuchten à zwei Leuchtstofflampen. Je Leuchte ergibt sich eine Leistungsaufnahme von 136 W. Eine vergleichbare Led-Leuchte benötigt 35 W. Folglich könnten je Raum bis zu 808 W Gesamtleistungsaufnahme eingespart werden.

Beleuchtungssanierung PtJ (2.9)	
<b>Info</b>	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.
<b>Förderanteil</b>	35 % bei Innen- und Hallenbeleuchtungen Mindestzuwendung i. H. v. 5000 €
<b>Fördersumme</b>	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.

**Mit der Umsetzung dieser Maßnahme kann ein Zuschuss in Höhe von 15.718 € gewährt werden.**

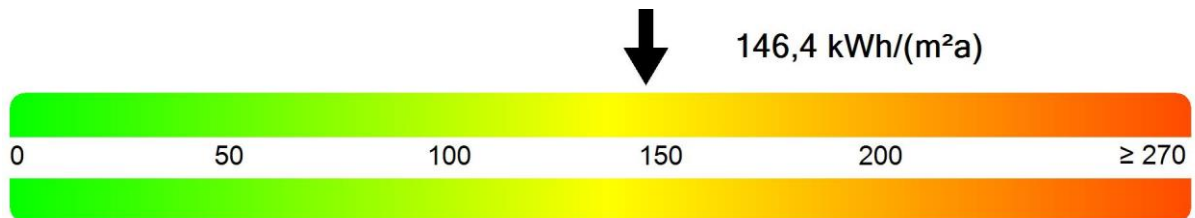
Sanierungsvariante	SV2: Beleuchtung	
Wirtschaftlichkeit		
Kenndaten	Wert	Einheit
Investition	39.296	€
Energiekosten in der Ausgangssituation <sup>1)</sup>	8.661,56	€/a
Energiekosten im ersten Jahr nach Umsetzung der Sanierungsvariante	6.330,32	€/a
Energiekostensparnis im ersten Jahr	2.331	€/a
prozentuale Energiekostensparnis im ersten Jahr	27	%
Endenergiebedarf in der Ausgangssituation <sup>1)</sup>	128.873,0	kWh/a
spezifischer Endenergiebedarf in der Ausgangssituation	146,4	kWh/(m <sup>2</sup> <sub>NGF</sub> *a)
Endenergiebedarf nach Umsetzung der Sanierungsvariante	126.145,6	kWh/a
spezifischer Endenergiebedarf nach Umsetzung der Sanierungsvariante	142,1	kWh/(m <sup>2</sup> <sub>NGF</sub> *a)
jährliche Endenergieeinsparung	2.727	kWh/a
prozentuale jährliche Endenergieeinsparung	2	%
jährliche CO <sub>2e</sub> -Emissionen in der Ausgangssituation <sup>1)2)</sup>	34.524,3	kg/a
jährliche CO <sub>2e</sub> -Emissionen nach Umsetzung der Sanierungsvariante <sup>2)</sup>	29.396,8	kg/a
jährliche CO <sub>2e</sub> -Vermeidung <sup>2)</sup>	5.128	kg/a
prozentuale jährliche CO <sub>2e</sub> -Vermeidung <sup>2)</sup>	14,9	%
Nutzungsdauer	30	a
dynamische Amortisation	17	a



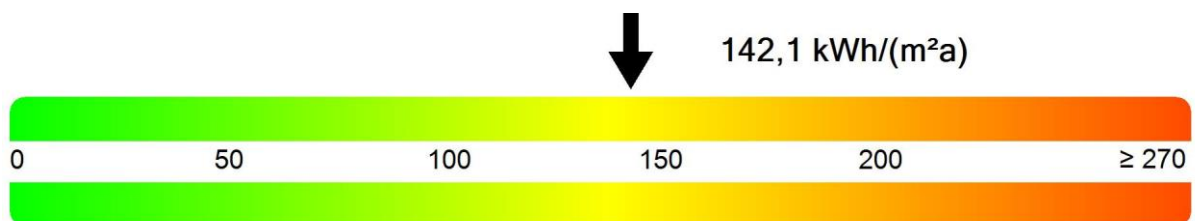
- 1) bezogen auf den errechneten Energiebedarf für alle betrachteten Gebäude(teile) der Liegenschaft
- 2) Emissionsfaktoren des Amt Horst-Herzhorn
- 3) (Gesamtinvestition / Nutzungsdauer) / Endenergieeinsparung

Alle Kostenangaben sind brutto

### Einstufung des spez. Endenergiebedarfs der Ist-Variante auf der Farbskala



### Einstufung des spez. Endenergiebedarfs der Sanierungsvariante auf der Farbskala



### 3.4 SV3: Fensteraustausch

#### Austausch der Fenster von 1988-90:

Die vorhandenen alten Fenster sollen ausgetauscht werden. Der durch die Energieeinsparverordnung geforderte U-Wert für Fenster beträgt 1,3 W/m<sup>2</sup>K. Hinsichtlich der gesteckten Ziele der Bundesregierung wird der rechnerische U-Wert um ca. 30 % gegenüber der aktuellen EnEV gesenkt. In dieser Simulation wird daher ein U-Wert von 0,9 W/m<sup>2</sup>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.

IKK-Energetische Stadtsanierung – Energieeffizient Bauen und Sanieren (KfW Nr. 218)			
<b>Info</b>	Bei energetischen Einzelmaßnahmen, die keinen KfW-Effizienzhaus-Standard anstreben. Förderfähige Einzelmaßnahmen sind: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wärmedämmung</li> <li>• Fenster, Vorhangfassaden, Außentüren und Tore</li> <li>• Sommerlicher Wärmeschutz</li> <li>• Lüftung und Klima inkl. Wärme- und Kälterückgewinnung, Abwärmenutzung</li> <li>• Wärme- und Kälteerzeugung, -verteilung und -speicherung, Kraft-Wärme- bzw. KWKK anlagen</li> <li>• Beleuchtung</li> <li>• Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, Gebäudeautomation</li> </ul>		
<b>Förderanteil</b>	<b>Maßnahme (Sanierung)</b> Einzelmaßnahme	<b>Tilgungszuschuss (%)</b> 20%	<b>max. Tilgungszuschuss</b> 200 €/m <sup>2</sup>
<b>Fördersumme</b>	Kredithöhe i. d. R. max. 25 Mio. € der förderfähigen Kosten.		

Mit der Umsetzung dieser Maßnahme kann ein Zuschuss in Höhe von 24.350 € gewährt werden.

Sanierungsvariante		SV3: Fensteraustausch	
Wirtschaftlichkeit			
Kenndaten		Wert	Einheit
Investition		121.748	€
Energiekosten in der Ausgangssituation <sup>1)</sup>		8.661,56	€/a
Energiekosten im ersten Jahr nach Umsetzung der Sanierungsvariante		7.633,01	€/a
Energiekostensparnis im ersten Jahr		1.029	€/a
prozentuale Energiekostensparnis im ersten Jahr		12	%
Endenergiebedarf in der Ausgangssituation <sup>1)</sup>		128.873,0	kWh/a
spezifischer Endenergiebedarf in der Ausgangssituation		146,4	kWh/(m <sup>2</sup> <sub>NGF</sub> *a)
Endenergiebedarf nach Umsetzung der Sanierungsvariante		116.576,2	kWh/a
spezifischer Endenergiebedarf nach Umsetzung der Sanierungsvariante		132,3	kWh/(m <sup>2</sup> <sub>NGF</sub> *a)
jährliche Endenergieeinsparung		12.297	kWh/a
prozentuale jährliche Endenergieeinsparung		10	%
jährliche CO <sub>2e</sub> -Emissionen in der Ausgangssituation <sup>1)2)</sup>		34.524,3	kg/a
jährliche CO <sub>2e</sub> -Emissionen nach Umsetzung der Sanierungsvariante <sup>2)</sup>		30.816,4	kg/a
jährliche CO <sub>2e</sub> -Vermeidung <sup>2)</sup>		3.708	kg/a
prozentuale jährliche CO <sub>2e</sub> -Vermeidung <sup>2)</sup>		10,7	%
Nutzungsdauer		55	a
dynamische Amortisation		55	a

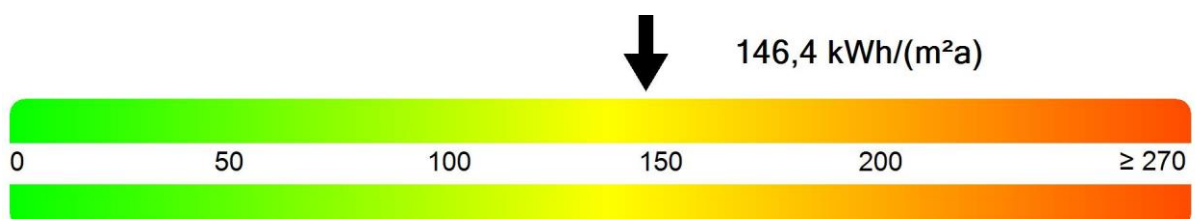
<sup>1)</sup> bezogen auf den errechneten Energiebedarf für alle betrachteten Gebäude(teile) der Liegenschaft

<sup>2)</sup> Emissionsfaktoren des Amt Horst-Herzhorn

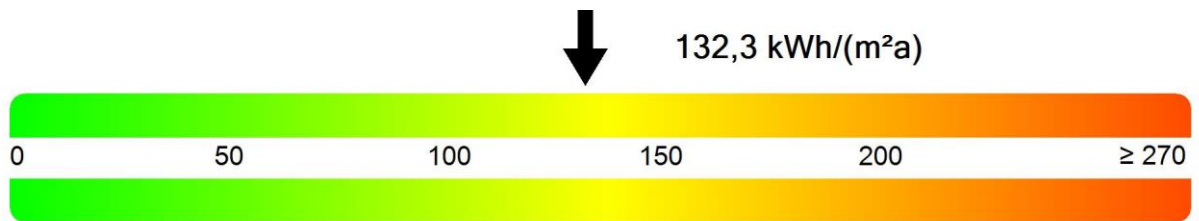
<sup>3)</sup> (Gesamtinvestition / Nutzungsdauer) / Endenergieeinsparung

Alle Kostenangaben sind brutto

### Einstufung des spez. Endenergiebedarfs der Ist-Variante auf der Farbskala



Einstufung des spez. Endenergiebedarfs der Sanierungsvariante auf der Farbskala



### 3.5 SV4: Treppenhaus Glaswand

#### Austausch der Treppenhaus Glaswand:

Die vorhandenen alten Fenster sollen ausgetauscht werden. Der durch die Energieeinsparverordnung geforderte U-Wert für Fenster beträgt 1,3 W/m<sup>2</sup>K. Hinsichtlich der gesteckten Ziele der Bundesregierung wird der rechnerische U-Wert um ca. 30 % gegenüber der aktuellen EnEV gesenkt. In dieser Simulation wird daher ein U-Wert von 0,9 W/m<sup>2</sup>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.

IKK-Energetische Stadtsanierung – Energieeffizient Bauen und Sanieren (KfW Nr. 218)			
<b>Info</b>	Bei energetischen Einzelmaßnahmen, die keinen KfW-Effizienzhaus-Standard anstreben. Förderfähige Einzelmaßnahmen sind: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wärmedämmung</li> <li>• Fenster, Vorhangfassaden, Außentüren und Tore</li> <li>• Sommerlicher Wärmeschutz</li> <li>• Lüftung und Klima inkl. Wärme- und Kälterückgewinnung, Abwärmenutzung</li> <li>• Wärme- und Kälteerzeugung, -verteilung und -speicherung, Kraft-Wärme- bzw. KWKK anlagen</li> <li>• Beleuchtung</li> <li>• Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, Gebäudeautomation</li> </ul>		
<b>Förderanteil</b>	<b>Maßnahme (Sanierung)</b> Einzelmaßnahme	<b>Tilgungszuschuss (%)</b> 20%	<b>max. Tilgungszuschuss</b> 200 €/m <sup>2</sup>
<b>Fördersumme</b>	Kredithöhe i. d. R. max. 25 Mio. € der förderfähigen Kosten.		

Mit der Umsetzung dieser Maßnahme kann ein Zuschuss in Höhe von 7.889€ gewährt werden.

Sanierungsvariante		SV4: Treppenhaus Glaswand	
Wirtschaftlichkeit			
Kenndaten	Wert	Einheit	
Investition	39.443	€	
Energiekosten in der Ausgangssituation <sup>1)</sup>	8.661,56	€/a	
Energiekosten im ersten Jahr nach Umsetzung der Sanierungsvariante	7.978,34	€/a	
Energiekostensparnis im ersten Jahr	683	€/a	
prozentuale Energiekostensparnis im ersten Jahr	8	%	
Endenergiebedarf in der Ausgangssituation <sup>1)</sup>	128.873,0	kWh/a	
spezifischer Endenergiebedarf in der Ausgangssituation	146,4	kWh/(m <sup>2</sup> <sub>NGF</sub> *a)	
Endenergiebedarf nach Umsetzung der Sanierungsvariante	124.287,4	kWh/a	

Sanierungsvariante		SV4: Treppenhaus Glaswand	
Wirtschaftlichkeit			
Kenndaten		Wert	Einheit
spezifischer Endenergiebedarf nach Umsetzung der Sanierungsvariante		140,9	kWh/(m <sup>2</sup> <sub>NGF</sub> *a)
jährliche Endenergieeinsparung		4.586	kWh/a
prozentuale jährliche Endenergieeinsparung		4	%
jährliche CO <sub>2e</sub> -Emissionen in der Ausgangssituation <sup>1)2)</sup>		34.524,3	kg/a
jährliche CO <sub>2e</sub> -Emissionen nach Umsetzung der Sanierungsvariante <sup>2)</sup>		32.528,2	kg/a
jährliche CO <sub>2e</sub> -Vermeidung <sup>2)</sup>		1.996	kg/a
prozentuale jährliche CO <sub>2e</sub> -Vermeidung <sup>2)</sup>		5,8	%
Nutzungsdauer		55	a
dynamische Amortisation		41	a

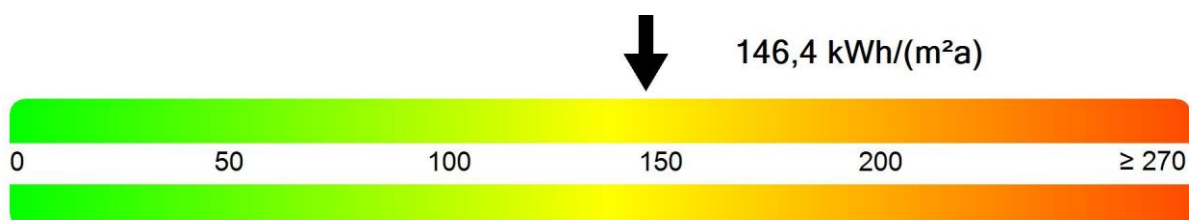
<sup>1)</sup> bezogen auf den errechneten Energiebedarf für alle betrachteten Gebäude(teile) der Liegenschaft

<sup>2)</sup> Emissionsfaktoren des Amt Horst-Herzhorn

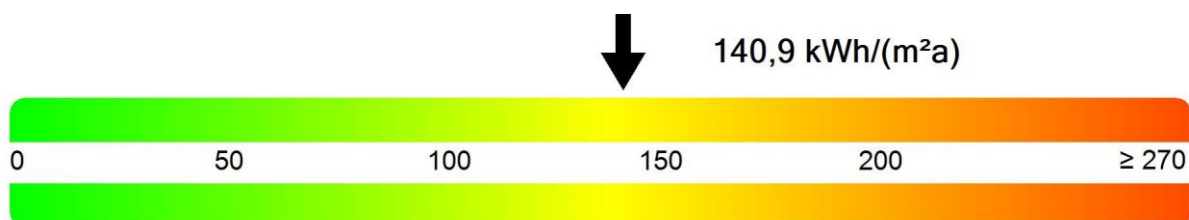
<sup>3)</sup> (Gesamtinvestition / Nutzungsdauer) / Endenergieeinsparung

Alle Kostenangaben sind brutto

### Einstufung des spez. Endenergiebedarfs der Ist-Variante auf der Farbskala



### Einstufung des spez. Endenergiebedarfs der Sanierungsvariante auf der Farbskala



### 3.6 SV5: Außenwanddämmung

#### Dämmen der gesamten Außenwände des Gebäudes:

Der zurzeit gültige U-Wert für Wandflächen gemäß der aktuellen Energieeinsparverordnung beträgt  $\leq 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Hinsichtlich der gesteckten Ziele der Bundesregierung, sollte der anzustrebende U-Wert deutlich unterschritten werden. Für die Berechnung wird daher ein um 30 % niedrigerer U-Wert angesetzt, als es die aktuelle EnEV 2019 als Grenzwert zulässt. Der berücksichtigte U-Wert in der Simulation beträgt  $0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Die Mehrkosten für die stärkere Senkung der Wärmeleitfähigkeit resultieren nur aus der zusätzlichen Dämmstoffstärke. Auf die wärmebrückenfreie Einbindung der Fenster ist zu achten. Für die Ausführung werden folgende Arbeiten berücksichtigt.

Unter der Annahme, dass es sich um ein einschaliges Mauerwerk handelt werden die Wandflächen für das Anbringen der Wärmedämmung gesäubert und vorbereitet. Die Dämmschicht wird vollflächig angebracht und verdübelt. Die Gestaltung der äußeren Schicht kann individuell durch eine Vorhangfassade oder Klinker erfolgen. Die unteren Wandflächenbereiche sollten bis zu einer Höhe von mindestens 2,00 m gegen Vandalismus entsprechend geschützt werden.

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)			
<b>Info</b>	Bei energetischen Einzelmaßnahmen, die keinen KfW-Effizienzhaus-Standard anstreben. Förderfähige Einzelmaßnahmen sind: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wärmedämmung</li> <li>• Fenster, Vorhangfassaden, Außentüren und Tore</li> <li>• Sommerlicher Wärmeschutz</li> <li>• Lüftung und Klima inkl. Wärme- und Kälterückgewinnung, Abwärmenutzung</li> <li>• Wärme- und Kälteerzeugung, -verteilung und -speicherung, Kraft-Wärme- bzw. KWKK anlagen</li> <li>• Beleuchtung</li> <li>• Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, Gebäudeautomation</li> </ul>		
<b>Förderanteil</b>	<b>Maßnahme (Sanierung)</b> Einzelmaßnahme	<b>Tilgungszuschuss (%)</b> 20%	<b>max. Tilgungszuschuss</b> 200 €/m <sup>2</sup>
<b>Fördersumme</b>	Kredithöhe i. d. R. max. 25 Mio. € der förderfähigen Kosten.		

Mit der Umsetzung dieser Maßnahme kann ein Zuschuss in Höhe von 31.569 € gewährt werden.

Sanierungsvariante	SV5: Außenwanddämmung	
Wirtschaftlichkeit		
Kenndaten	Wert	Einheit
Investition	157.843	€
Energiekosten in der Ausgangssituation <sup>1)</sup>	8.661,56	€/a
Energiekosten im ersten Jahr nach Umsetzung der Sanierungsvariante	5.444,54	€/a
Energiekostensparnis im ersten Jahr	3.217	€/a

Sanierungsvariante		SV5: Außenwanddämmung	
Wirtschaftlichkeit			
Kenndaten		Wert	Einheit
prozentuale Energiekostensparnis im ersten Jahr		37	%
Endenergiebedarf in der Ausgangssituation <sup>1)</sup>		128.873,0	kWh/a
spezifischer Endenergiebedarf in der Ausgangssituation		146,4	kWh/(m <sup>2</sup> <sub>NGF</sub> *a)
Endenergiebedarf nach Umsetzung der Sanierungsvariante		70.076,6	kWh/a
spezifischer Endenergiebedarf nach Umsetzung der Sanierungsvariante		80,0	kWh/(m <sup>2</sup> <sub>NGF</sub> *a)
jährliche Endenergieeinsparung		58.796	kWh/a
prozentuale jährliche Endenergieeinsparung		46	%
jährliche CO <sub>2e</sub> -Emissionen in der Ausgangssituation <sup>1)2)</sup>		34.524,3	kg/a
jährliche CO <sub>2e</sub> -Emissionen nach Umsetzung der Sanierungsvariante <sup>2)</sup>		20.277,0	kg/a
jährliche CO <sub>2e</sub> -Vermeidung <sup>2)</sup>		14.247	kg/a
prozentuale jährliche CO <sub>2e</sub> -Vermeidung <sup>2)</sup>		41,3	%
Nutzungsdauer		60	a
dynamische Amortisation		29	a

<sup>1)</sup> bezogen auf den errechneten Energiebedarf für alle betrachteten Gebäude(teile) der Liegenschaft

<sup>2)</sup> Emissionsfaktoren des Amt Horst-Herzhorn

<sup>3)</sup> (Gesamtinvestition / Nutzungsdauer) / Endenergieeinsparung

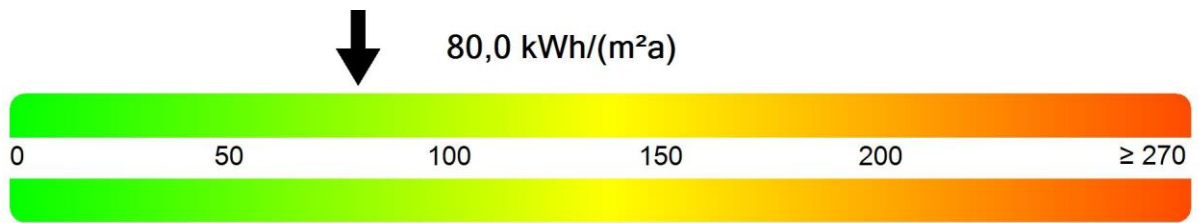
Alle Kostenangaben sind brutto

### Einstufung des spez. Endenergiebedarfs der Ist-Variante auf der Farbskala



### Einstufung des spez. Endenergiebedarfs der Sanierungsvariante auf der Farbskala





### 3.7 SV6: Dachgeschossdämmung

#### Dämmen des Dachgeschosses:

Die Obergeschossdecke wurde 2004 saniert und neu gedämmt. Entsprechend der aktuellen Energieeinsparverordnung wird ein U-Wert von 0,24 W/m<sup>2</sup>K gefordert. Hinsichtlich der gesteckten Ziele der Bundesregierung, sollte der anzustrebende U-Wert deutlich unterschritten werden. Für die Berechnung wird daher ein um 30 % niedrigerer U-Wert angesetzt, als es die aktuelle EnEV 2019 als Grenzwert zulässt. Der berücksichtigte U-Wert in der Simulation beträgt 0,17 W/m<sup>2</sup>K. Die Mehrkosten für die stärkere Senkung der Wärmeleitfähigkeit resultieren nur aus der zusätzlichen Dämmstoffstärke.

IKK-Energetische Stadtsanierung – Energieeffizient Bauen und Sanieren (KfW Nr. 218)			
<b>Info</b>	Bei energetischen Einzelmaßnahmen, die keinen KfW-Effizienzhaus-Standard anstreben. Förderfähige Einzelmaßnahmen sind: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wärmedämmung</li> <li>• Fenster, Vorhangfassaden, Außentüren und Tore</li> <li>• Sommerlicher Wärmeschutz</li> <li>• Lüftung und Klima inkl. Wärme- und Kälterückgewinnung, Abwärmenutzung</li> <li>• Wärme- und Kälteerzeugung, -verteilung und -speicherung, Kraft-Wärme- bzw. KWKK anlagen</li> <li>• Beleuchtung</li> <li>• Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, Gebäudeautomation</li> </ul>		
<b>Förderanteil</b>	<b>Maßnahme (Sanierung)</b> Einzelmaßnahme	<b>Tilgungszuschuss (%)</b> 20%	<b>max. Tilgungszuschuss</b> 200 €/m <sup>2</sup>
<b>Fördersumme</b>	Kredithöhe i. d. R. max. 25 Mio. € der förderfähigen Kosten.		

Mit der Umsetzung dieser Maßnahme kann ein Zuschuss in Höhe von 5.205 € gewährt werden.

Sanierungsvariante		SV6: Dachgeschossdämmung	
Wirtschaftlichkeit			
Kenndaten	Wert	Einheit	
Investition	26.023	€	
Energiekosten in der Ausgangssituation <sup>1)</sup>	8.661,56	€/a	
Energiekosten im ersten Jahr nach Umsetzung der Sanierungsvariante	7.939,87	€/a	
Energiekostensparnis im ersten Jahr	722	€/a	
prozentuale Energiekostensparnis im ersten Jahr	8	%	
Endenergiebedarf in der Ausgangssituation <sup>1)</sup>	128.873,0	kWh/a	
spezifischer Endenergiebedarf in der Ausgangssituation	140	kWh/(m <sup>2</sup> <sub>NGF</sub> *a)	
Endenergiebedarf nach Umsetzung der Sanierungsvariante	123.489,5	kWh/a	
spezifischer Endenergiebedarf nach Umsetzung der Sanierungsvariante	154,0	kWh/(m <sup>2</sup> <sub>NGF</sub> *a)	

Sanierungsvariante		SV6: Dachgeschossdämmung	
Wirtschaftlichkeit			
Kenndaten		Wert	Einheit
jährliche Endenergieeinsparung		5.384	kWh/a
prozentuale jährliche Endenergieeinsparung		4	%
jährliche CO <sub>2e</sub> -Emissionen in der Ausgangssituation <sup>1)2)</sup>		34.524,3	kg/a
jährliche CO <sub>2e</sub> -Emissionen nach Umsetzung der Sanierungsvariante <sup>2)</sup>		32.345,4	kg/a
jährliche CO <sub>2e</sub> -Vermeidung <sup>2)</sup>		2.179	kg/a
prozentuale jährliche CO <sub>2e</sub> -Vermeidung <sup>2)</sup>		6,3	%
Nutzungsdauer		60	a
dynamische Amortisation		29	a

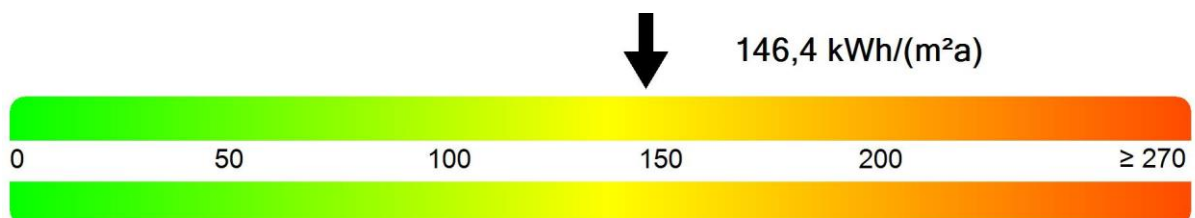
<sup>1)</sup> bezogen auf den errechneten Energiebedarf für alle betrachteten Gebäude(teile) der Liegenschaft

<sup>2)</sup> Emissionsfaktoren des Amt Horst-Herzhorn

<sup>3)</sup> (Gesamtinvestition / Nutzungsdauer) / Endenergieeinsparung

Alle Kostenangaben sind brutto

### Einstufung des spez. Endenergiebedarfs der Ist-Variante auf der Farbskala



### Einstufung des spez. Endenergiebedarfs der Sanierungsvariante auf der Farbskala



### 3.8 SV7: SV3 - SV5

In dieser Variante werden die folgenden Modernisierungsmaßnahmen

- SV3: Fensteraustausch
- SV4: Treppenhaus Glaswand
- SV5: Außenwanddämmung

zusammen umgesetzt

Sanierungsvariante		SV7: SV3 - SV5	
Wirtschaftlichkeit			
Kenndaten	Wert	Einheit	
Investition	319.034	€	
Energiekosten in der Ausgangssituation <sup>1)</sup>	8.661,56	€/a	
Energiekosten im ersten Jahr nach Umsetzung der Sanierungsvariante	4.726,45	€/a	
Energiekostensparnis im ersten Jahr	3.935	€/a	
prozentuale Energiekostensparnis im ersten Jahr	45	%	
Endenergiebedarf in der Ausgangssituation <sup>1)</sup>	128.873,0	kWh/a	
spezifischer Endenergiebedarf in der Ausgangssituation	146,4	kWh/(m <sup>2</sup> <sub>NGF</sub> *a)	
Endenergiebedarf nach Umsetzung der Sanierungsvariante	54.405,4	kWh/a	
spezifischer Endenergiebedarf nach Umsetzung der Sanierungsvariante	62,4	kWh/(m <sup>2</sup> <sub>NGF</sub> *a)	
jährliche Endenergieeinsparung	74.468	kWh/a	
prozentuale jährliche Endenergieeinsparung	58	%	
jährliche CO <sub>2e</sub> -Emissionen in der Ausgangssituation <sup>1)2)</sup>	34.524,3	kg/a	
jährliche CO <sub>2e</sub> -Emissionen nach Umsetzung der Sanierungsvariante <sup>2)</sup>	16.764,9	kg/a	
jährliche CO <sub>2e</sub> -Vermeidung <sup>2)</sup>	17.759	kg/a	
prozentuale jährliche CO <sub>2e</sub> -Vermeidung <sup>2)</sup>	51,4	%	
Nutzungsdauer	55	a	
dynamische Amortisation	39	a	

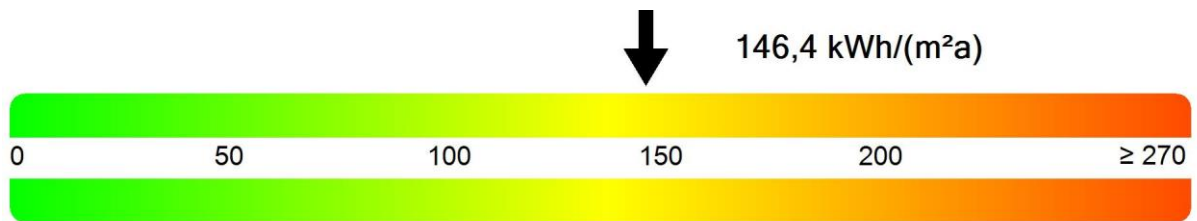
<sup>1)</sup> bezogen auf den errechneten Energiebedarf für alle betrachteten Gebäude(teile) der Liegenschaft

<sup>2)</sup> Emissionsfaktoren des Amt Horst-Herzhorn

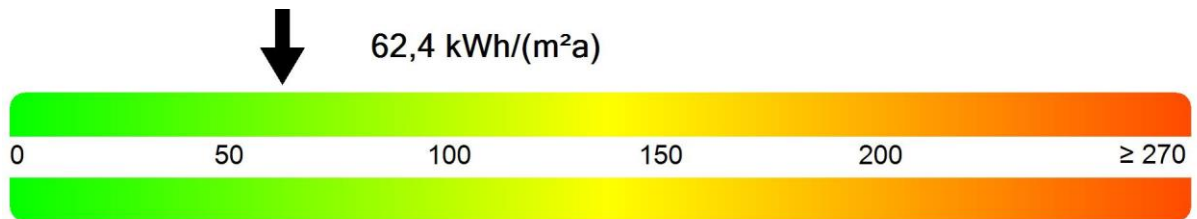
<sup>3)</sup> (Gesamtinvestition / Nutzungsdauer) / Endenergieeinsparung

Alle Kostenangaben sind brutto

**Einstufung des spez. Endenergiebedarfs der Ist-Variante auf der Farbskala**



**Einstufung des spez. Endenergiebedarfs der Sanierungsvariante auf der Farbskala**



### 3.9 SV8: alle Maßnahmen

In dieser Variante werden die folgenden Modernisierungsmaßnahmen

- SV1: Pellets Heizkessel
- SV2: Beleuchtung
- SV3: Fensteraustausch
- SV4: Treppenhaus Glaswand
- SV5: Außenwanddämmung
- SV6: Dachgeschossdämmung

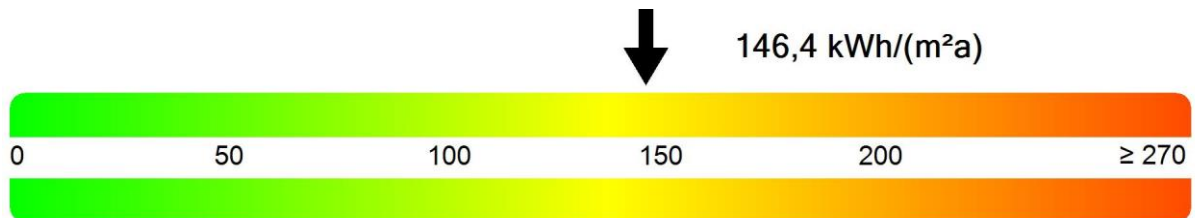
zusammen umgesetzt

Sanierungsvariante		SV8: alle Maßnahmen	
Wirtschaftlichkeit			
Kenndaten		Wert	Einheit
Investition		487.352	€
Energiekosten in der Ausgangssituation <sup>1)</sup>		8.661,56	€/a
Energiekosten im ersten Jahr nach Umsetzung der Sanierungsvariante		2.265,16	€/a
Energiekostensparnis im ersten Jahr		6.396	€/a
prozentuale Energiekostensparnis im ersten Jahr		74	%
Endenergiebedarf in der Ausgangssituation <sup>1)</sup>		128.873,0	kWh/a
spezifischer Endenergiebedarf in der Ausgangssituation		146,4	kWh/(m <sup>2</sup> <sub>NGF</sub> *a)
Endenergiebedarf nach Umsetzung der Sanierungsvariante		53.332,2	kWh/a
spezifischer Endenergiebedarf nach Umsetzung der Sanierungsvariante		61,8	kWh/(m <sup>2</sup> <sub>NGF</sub> *a)
jährliche Endenergieeinsparung		75.541	kWh/a
prozentuale jährliche Endenergieeinsparung		59	%
jährliche CO <sub>2e</sub> -Emissionen in der Ausgangssituation <sup>1)2)</sup>		34.524,3	kg/a
jährliche CO <sub>2e</sub> -Emissionen nach Umsetzung der Sanierungsvariante <sup>2)</sup>		2.819,9	kg/a
jährliche CO <sub>2e</sub> -Vermeidung <sup>2)</sup>		31.704	kg/a
prozentuale jährliche CO <sub>2e</sub> -Vermeidung <sup>2)</sup>		91,8	%
Nutzungsdauer		55	a
dynamische Amortisation		48	a

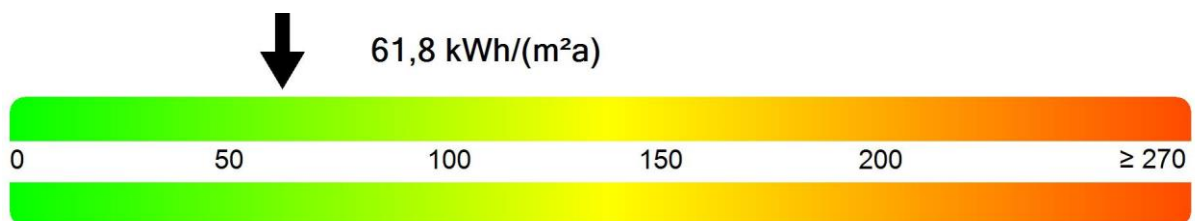
- 1) bezogen auf den errechneten Energiebedarf für alle betrachteten Gebäude(teile) der Liegenschaft
- 2) Emissionsfaktoren des Amt Horst-Herzhorn
- 3) (Gesamtinvestition / Nutzungsdauer) / Endenergieeinsparung

Alle Kostenangaben sind brutto

### Einstufung des spez. Endenergiebedarfs der Ist-Variante auf der Farbskala



### Einstufung des spez. Endenergiebedarfs der Sanierungsvariante auf der Farbskala



### 3.10 SV9: PV-Anlage

Der Stromverbrauch liegt bei ca. 10.000 kWh pro Jahr. Mit dem Betrieb einer Photovoltaikanlage (PV-Anlage) kann ein Teil des Strombedarfs klimaneutral selbst erzeugt werden.

Für eine PV-Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wurde im Rahmen der Gebäudesimulation auf das PV-Dachflächenpotenzial untersucht. Aufgrund des Stromverbrauchs wurde eine PV-Anlage mit einer Generatorgröße von 10 kWp simuliert. Die Wirtschaftlichkeit einer PV-Anlage hängt im Wesentlichen vom Strombezugspreis, dem Anteil der Eigenstromnutzung und der Höhe der Einspeisevergütung ab. Der Strombezugspreis liegt bei ca. 0,27 €/kWh. Für die Wirtschaftlichkeitsberechnung konnte in der Simulation ein Eigenstromanteil von 60 % berechnet. Sollte der Anteil in der Realität höher ausfallen, verbessert sich das Ergebnis der Anlage entsprechend.

Voraussetzung ist, dass das Dach zusätzliche Dachlasten aufnehmen kann (Prüfung durch Statiker erforderlich). Es ist vorteilhaft im Rahmen einer Dachsanierung die PV-Module auf das Dach anzubringen.

Sanierungsvariante		SV9: PV-Anlage	
Wirtschaftlichkeit			
Kenndaten		Wert	Einheit
Investition		14.400	€
Energiekosten in der Ausgangssituation <sup>1)</sup>		8.662	€/a
Energiekosten im ersten Jahr nach Umsetzung der Sanierungsvariante		7.131	€/a
Energiekostensparnis im ersten Jahr		1.531	€/a
prozentuale Energiekostensparnis im ersten Jahr		17,7	%
Endenergiebedarf in der Ausgangssituation <sup>1)</sup>		128.873	kWh/a
Endenergiebedarf nach Umsetzung der Sanierungsvariante		123.203	kWh/a
jährliche Endenergieeinsparung		5.670	kWh/a
prozentuale jährliche Endenergieeinsparung		4,4	%
jährliche CO <sub>2e</sub> -Emissionen in der Ausgangssituation <sup>1)2)</sup>		34.524	kg/a
jährliche CO <sub>2e</sub> -Emissionen nach Umsetzung der Sanierungsvariante <sup>2)</sup>		32.103	kg/a
jährliche CO <sub>2e</sub> -Vermeidung <sup>2)</sup>		2.421	kg/a
prozentuale jährliche CO <sub>2e</sub> -Vermeidung <sup>2)</sup>		7,0	%
Nutzungsdauer		20	a
dynamische Amortisation		9	a



- 1) bezogen auf den errechneten Energiebedarf für alle betrachteten Gebäude(teile) der Liegenschaft
- 2) Emissionsfaktoren des Amt Horst-Herzhorn
- 3) (Gesamtinvestition / Nutzungsdauer) / Endenergieeinsparung

Alle Kostenangaben sind brutto