

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



**Objekt:** OGS Alte Grundschule Horst  
Schulstraße 1c  
25358 Horst

Greven, 10.02.2021

## 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
3 Ausgangssituation.....	8
3.1 Beschreibung des untersuchten Objekts .....	8
3.2 Fotodokumentation.....	9
3.3 Wärmetechnische Einstufung der Gebäudehülle .....	11
3.4 Anlagentechnik.....	11
3.5 Tatsächlicher Verbrauch und Emissionen.....	14
3.5.1 Energieverbräuche der Liegenschaft .....	14
3.5.2 Verbrauchskennwerte.....	15
3.5.3 Emissionen .....	16
3.6 Gebäudebetrachtung.....	17
3.6.1 Bedarfskennwerte des untersuchten Gebäudes .....	17
3.6.2 Energiekosten.....	17
3.7 Preisermittlung für die Sanierungskosten .....	18
4 Sanierungsvarianten .....	19
4.1 Übersicht Sanierungsvarianten .....	19
4.2 SV1: Pellet Heizkessel .....	20
4.3 SV2: Beleuchtung.....	22
4.4 SV3: Fensteraustausch .....	25
4.5 SV4: Türenerneuerung.....	28
4.6 SV5: Außenwanddämmung .....	30
4.7 SV6: SV3 - SV5 .....	33
4.8 SV7: Alle Maßnahmen .....	35
4.9 SV8: PV-Anlage.....	37

## 1 Einleitung

Der vorliegende Energiebericht der Offenen Ganztags Schule (OGS) Alte Grundschule Horst wurde im Rahmen der Gebäudebewertung des Förderschwerpunktes 2.2 Energiemanagementsysteme des Amt Horst-Herzhorn erstellt.

Hierzu erfolgten eine Datenerhebung vor Ort und nach Plan und eine typologische Bewertung der Hüllflächen. Die Bedarfsberechnung wurde anhand der DIN 18599 im vereinfachten Berechnungsverfahren mit einem Ein-Zonen-Modell (gem. Anlage 2 Nr. 3 EnEV 2016) vorgenommen.

Auf Basis dieser Analyse der Ist-Situation wurden energetische Sanierungsvarianten unter dem Fokus Ökologie und Ökonomie entwickelt. Die einzelnen Varianten werden dabei hinsichtlich Energiekosteneinsparung, Energieverbrauchs- und Emissionsreduzierung sowie Investition und Wirtschaftlichkeit beschrieben.

Dieser Beratungsbericht wurde nach bestem Wissen sowie mittels der verfügbaren Daten erstellt. Die Durchführung und der Erfolg einzelner Maßnahmen bleiben in der Verantwortung der Durchführungsbeteiligten. Die Kostenangaben sind Schätzwerte, daher ist es empfehlenswert, bei geplanten Investitionen immer mehrere Vergleichsangebote einzuholen. Zudem sollten die Verfügbarkeit und die Rahmenbedingungen für eine vorgeschlagene Förderung rechtzeitig mit der Vergabestelle abgestimmt werden.

## 2 Sanierungsvarianten (SV)

### 2.1 Tabellarische Gesamtübersicht

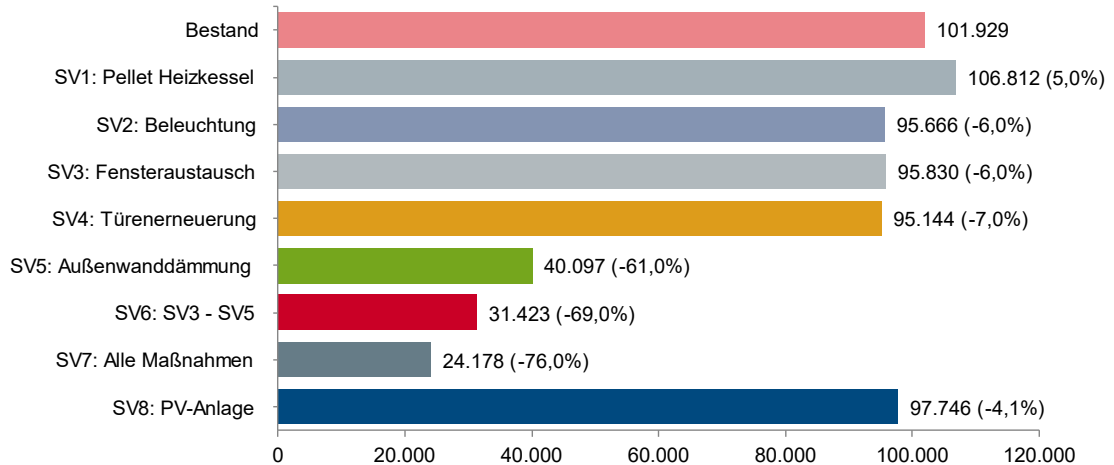
Parameter	Bestand	SV1: Pellet Heizkessel	SV2: Beleuchtung	SV3: Fenster- austausch	SV4: Türen- erneuerung
Investition inkl. 20% NK [€]	-	69.000	62.806	94.371	27.502
Energetisch bedingte Mehrkosten [€]		69.000	61.274	94.371	27.502
Nutzungsdauer [a]	-	30	50	100	30
dynamische Amortisation [a]	-	29	18	67	52
Kosten/Nutzen-Faktor [€/kWh]	-	- 0,47	0,20	0,15	0,14
Energiekosten im ersten Jahr [€/a]	9.333	8.020	6.750	9.011	8.957
Energiekostensparnis im ersten Jahr [€/a]	-	1.313	2.583	322	376
prozentuale Energiekostensparnis im ersten Jahr [%]	-	14	28	3	4
jährlicher Endenergiebedarf [kWh/a]	101.929	106.812	95.666	95.830	95.144
jährliche Endenergieeinsparung [kWh/a]	-	-4.883	6.262	6.099	6.785
prozentuale Endenergieeinsparung [%]	-	- 5	6	6	7
jährlicher Primärenergiebedarf [kWh/a]	115.334	47.952	100.719	109.320	108.577
jährliche Primärenergieeinsparung [kWh/a]	-	67.381	14.615	6.014	6.757
prozentuale Primärenergieeinsparung [%]	-	58	13	5	6
jährliche CO <sub>2e</sub> -Emissionen [kg/a]	28.391	11.742	23.645	27.046	26.868
jährliche CO <sub>2e</sub> -Vermeidung [kg/a]	-	16.648	4.745	1.345	1.523
prozentuale CO <sub>2e</sub> -Vermeidung [%]	-	58,6	16,7	4,7	5,4

Parameter	Bestand	SV5: Außenwand- dämmung	SV6: SV3 - SV5	SV7: Alle Maßnahmen	SV8: PV- Anlage
Investition inkl. 20% NK [€]	-	146.774	268.647	400.452	19.008
Energetisch bedingte Mehrkosten [€]		145.321	267.194	397.468	19.008
Nutzungsdauer [a]	-	60	60	60	20
dynamische Amortisation [a]	-	26	36	37	16
Kosten/Nutzen-Faktor [€/kWh]	-	0,04	0,06	0,09	0,23
Energiekosten im ersten Jahr [€/a]	9.333	5.907	5.440	2.499	8.204
Energiekostensparnis im ersten Jahr [€/a]	-	3.426	3.893	6.834	1.129
prozentuale Energiekostensparnis im ersten Jahr [%]	-	37	42	73	12
jährlicher Endenergiebedarf [kWh/a]	101.929	40.097	31.423	24.178	97.746
jährliche Endenergieeinsparung [kWh/a]	-	61.831	70.506	77.751	4.183
prozentuale Endenergieeinsparung [%]	-	61	69	76	4
jährlicher Primärenergiebedarf [kWh/a]	115.334	53.745	45.157	15.591	107.805
jährliche Primärenergieeinsparung [kWh/a]	-	61.588	70.177	99.743	7.529
prozentuale Primärenergieeinsparung [%]	-	53	61	86	7
jährliche CO <sub>2e</sub> -Emissionen [kg/a]	28.391	14.507	12.580	4.183	26.115
jährliche CO <sub>2e</sub> -Vermeidung [kg/a]	-	13.884	15.811	24.208	2.275
prozentuale CO <sub>2e</sub> -Vermeidung [%]	-	48,9	55,7	85,3	8,0

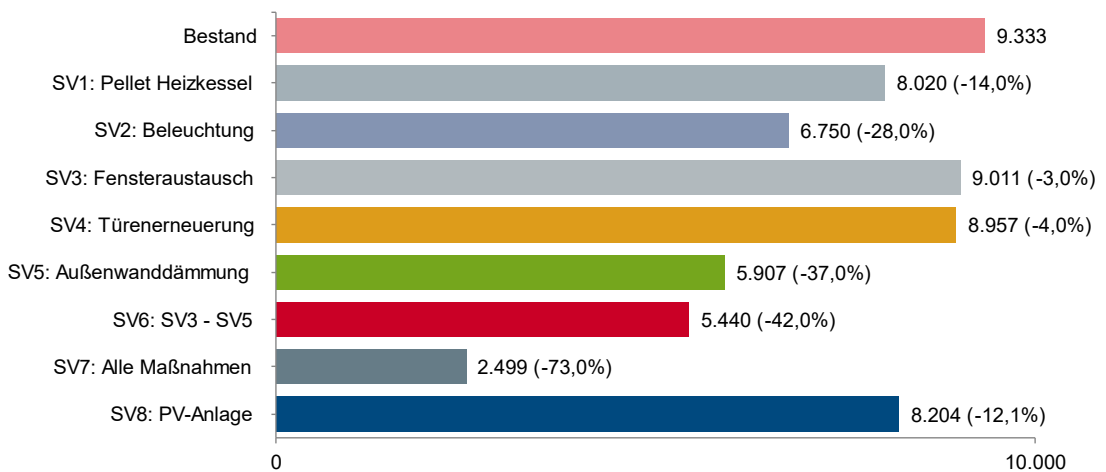
## 2.2 Endenergie- und Kosteneinsparung

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]



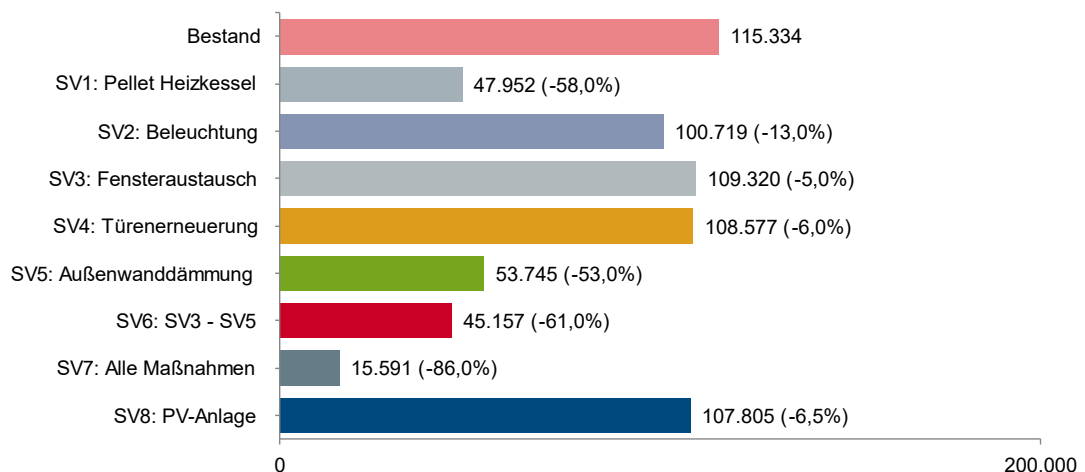
## 2.3 Gesamteffizienz und Klimaschutz

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.

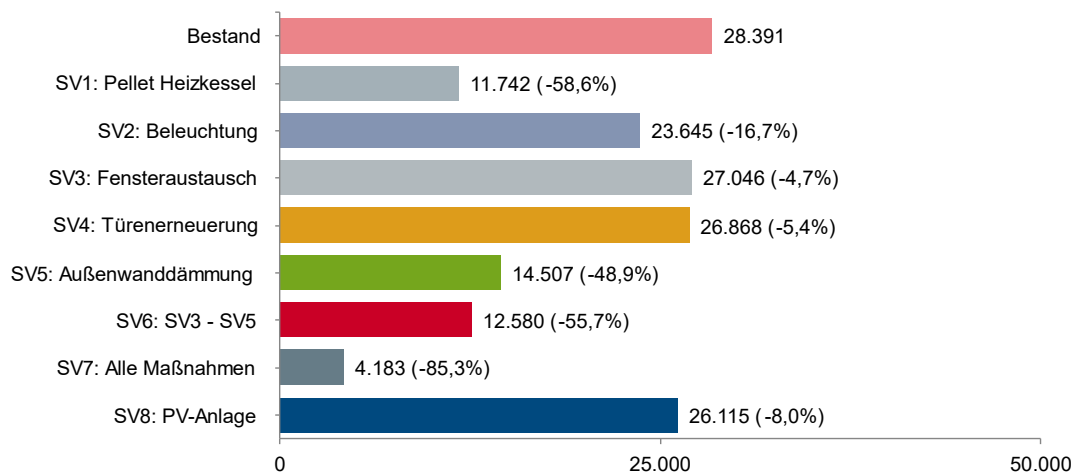
Maßnahmen wirken sich dann besonders positiv aus, wenn möglichst viele fossile Energieträger eingespart werden. Dies führt zu einem geringen Primärenergiebedarf und gleichzeitig zu einem geringen CO<sub>2</sub>-Ausstoß. Neben der CO<sub>2</sub>-Einsparung wird die Umwelt durch weniger NO<sub>x</sub>,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



## 3 Ausgangssituation

### 3.1 Beschreibung des untersuchten Objekts

Das Gebäude der Offenen Ganztages Schule (OGS) Horst wurde 1903 errichtet. Das Gebäude erstreckt sich über zwei Etagen dem Dachboden und Keller. Im Dachboden ist eine Wohnung mit zusätzlicher Heizungsanlage eingerichtet. Die Wohnung wird seit einiger Zeit nicht mehr genutzt und steht leer. Der Keller erstreckt sich über einen Teilbereich des Gebäudes, in dem der Heizkessel untergebracht ist. Das Gebäude ist in massiver Bauweise ausgeführt. Die Außenwände sind noch im ursprünglichen Zustand. Das Dach wurde 2004 saniert, dabei wurde eine Dämmung zwischen den Sparren eingebracht und die Dachziegel erneuert. Die Fenster wurden ebenfalls ausgetauscht. Das Gebäude wird über einen Gasbrennwertkessel mit Wärme versorgt.

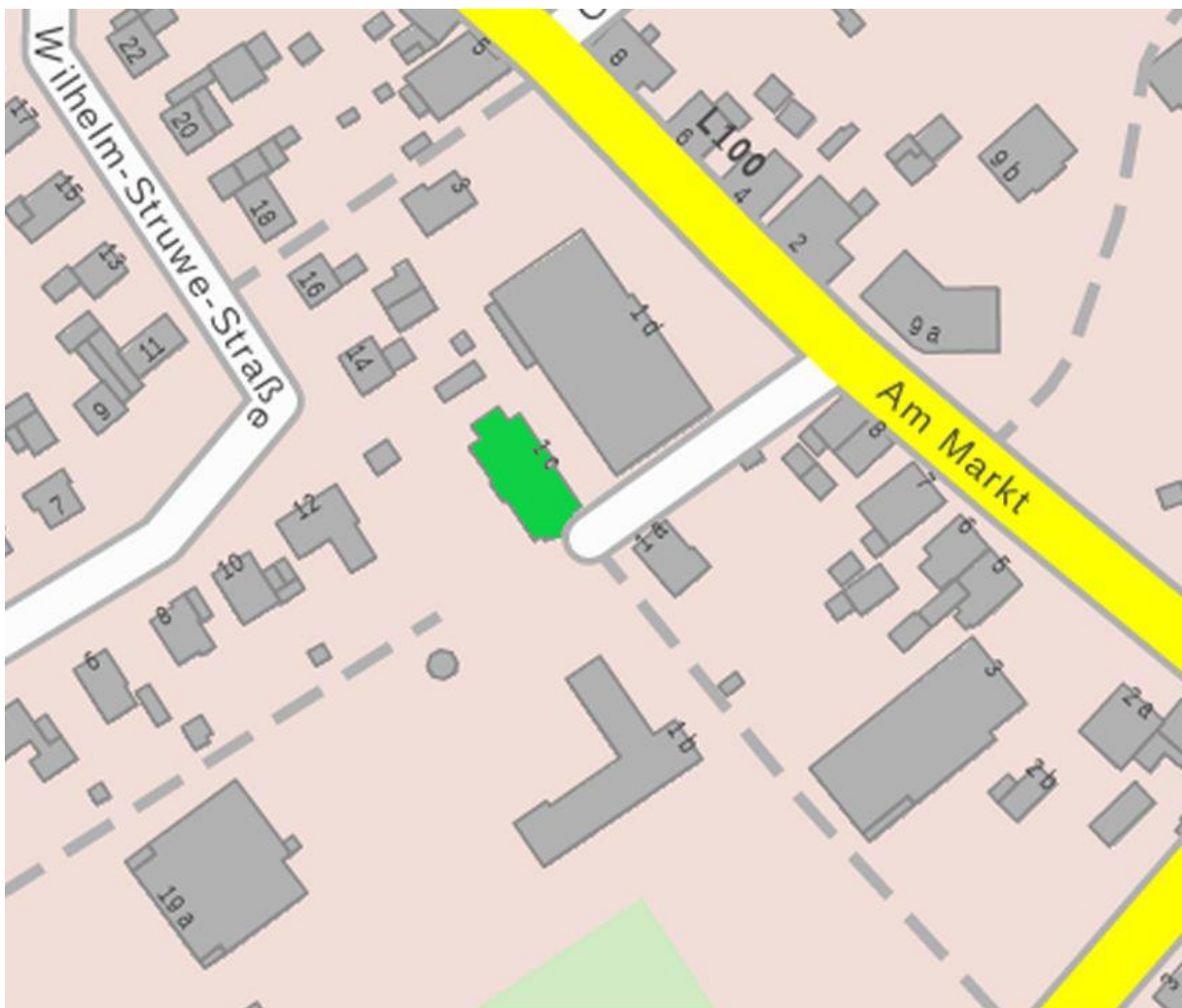










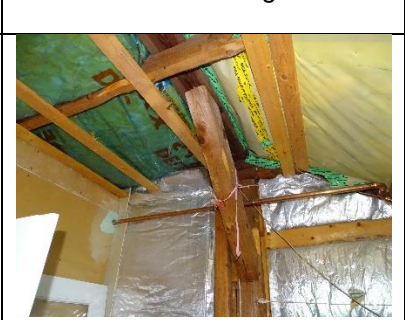

Abbildung 1: Lageplan mit dem grün markierten, untersuchten Gebäudeteil



Grunddaten	
Gebäudetyp	Objektnutzung
Baujahr	1903
Baujahr des Wärmeerzeugers	2004, 2009
Gebäudevolumen netto [m <sup>3</sup> ]	2.802,7
Gebäudenutzfläche [A <sub>NGF</sub> ] [m <sup>2</sup> ]	1.013,0
Wärme übertragende Hüllfläche [A] [m <sup>2</sup> ]	1.608,5
Anzahl der Geschosse	3
<b>Anmerkung:</b> Flächen- und Volumenangaben beziehen sich lediglich auf thermisch konditionierte Zonen.	

### 3.2 Fotodokumentation



		
<p>Rohrheizkörper</p>	<p>Heizkörper</p>	<p>Alufenster</p>
		
<p>Waschbecken</p>	<p>Aufenthaltsraum</p>	<p>Beleuchtung</p>
		
<p>Beleuchtung</p>	<p>Wohnung Dachgeschoss</p>	<p>Dachdämmung</p>
		
<p>Heiztherme Wohnung</p>		

### 3.3 Wärmetechnische Einstufung der Gebäudehülle

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

Die Flächen der Außenbauteile wurden anhand der vorhandenen Pläne ermittelt. Darüber hinaus basieren die U-Werte auf der Vor-Ort-Aufnahme, sowie getroffenen Annahmen von vorhandenen Informationen bzw. Angaben zu den Bauteilen. Alle in den Unterlagen nicht aufgeführten Konstruktionen (Schichtaufbauten), wurden mittels Literaturangabe<sup>1</sup> und / oder nach eigenen Erfahrungswerten angenommen.

#### Bauteilliste mit zul. U-Werten nach EnEV 2019

Bezeichnung	U-Wert [W/(m²K)]	zul. U-Wert [W/(m²K)]
Bodenplatte 1903	1,20	0,24
Außenwand	1,70	0,24
Außenfenster Alu 2004	1,9	1,30
Holztür	5,0	1,80
Metalltür	1,9	1,80
Dachfenster Ausbau	1,8	1,30
Dach Dachboden	2,10	0,30
Dach	0,19	0,24
Dachfenster	1,8	1,40

Die Tabelle listet die Bauteile des Gebäudes mit den relevanten U-Werten auf. Für die energetische Bewertung der Konstruktionen sind zum Vergleich die zulässigen Höchstwerte nach der Energieeinsparverordnung (EnEV 2014) mit angegeben<sup>2</sup>.

### 3.4 Anlagentechnik

<b>Beheizung</b>
<p>In dem betrachteten Gebäude gibt es zwei Gas-Brennwertkessel. Ein Kessel ist von 2003 im Keller untergebracht. Diese Heizungsanlage versorgt das gesamte Gebäude bis auf die Wohnung im Obergeschoss. Die Heizkreispumpe ist geregelt und aus dem Jahr 2004. Folglich besteht hier kein Austauschbedarf. Die zweite Heizungsanlage ist zur Versorgung der Wohnung im Obergeschoss untergebracht. Dieser Kessel ist aus dem Baujahr 2009. Ein hydraulischer Abgleich wurde nicht durchgeführt.</p> <p><b>Anlagentechnik: Erzeugungseinheiten Heizung</b></p>

<sup>1</sup>„U-Werte alter Bauteile“, der von der Deutschen Energie Agentur (Dena) herausgegebenen Typologie

<sup>2</sup> Die zulässigen U-Werte beziehen sich gemäß EnEV Anlage 3 auf die Begrenzung des Wärmedurchgangs beim erstmaligen Einbau, Ersatz und Erneuerung von Bauteilen.

Bei Fensterbauteilen handelt es sich um den gemittelten U<sub>w</sub>-Wert für Rahmen und Verglasung (Erläuterung siehe Glossar)

**Wärmeerzeugereinheit 1**

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

**1. Buderus Logamax plus GB112**

Erzeuger	Brennwertkessel
Baujahr	2003
Art des Erzeugers	Brennwertkessel verbessert
Umgebung	Standardrandbedingungen unbeheizt
Umgebungstemperatur (Jahresdurchschnitt) [°C]	13,0
Energieträger	Erdgas H

**Details**

Vor-/Rücklauftemperatur [°C]	70,0/55,0
Nennleistung-Kesselwirkungsgrad aus Abgasverlust	nein
Pumpenmanagement	Pumpenmanagement aufgrund externer Temperatur
elektrische Kesselregelung vorhanden	nein
Art des Brenners	Gebläsebrenner
Kessel-Nennleistung [kW]	55,00

**1. Vailant ecoTEC plus VC DE 196/3-5**

Erzeuger	Brennwertkessel
Baujahr	2009
Art des Erzeugers	Brennwertkessel verbessert
Umgebung	Standardrandbedingungen unbeheizt
Umgebungstemperatur (Jahresdurchschnitt) [°C]	13,0
Energieträger	Erdgas H

**Details**

Vor-/Rücklauftemperatur [°C]	70,0/55,0
Nennleistung-Kesselwirkungsgrad aus Abgasverlust	nein
Pumpenmanagement	kein integriertes Pumpenmanagement
elektrische Kesselregelung vorhanden	nein
Art des Brenners	Gebläsebrenner
Kessel-Nennleistung [kW]	19,00



## Warmwasserbereitung

### **Anlagentechnik: Erzeugungseinheiten Trinkwarmwasser**

Die Warmwasserbereitung der OGS Alte Grundschule 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 den betrachteten Gebäuden befinden sich ein- bzw. mehrflamige Leuchtentypen als Ein- und Anbauleuchte mit einer Leistung  $P_{Lampe}$  bis zu 58W sowie mit konventionellen Vorschaltgeräten [KVG]. Diese finden sich in den überwiegenden Räumen. Vereinzelt Räume werden mit Glühlampen ausgeleuchtet. Eine Präsenzerfassung ist nicht 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:

- das Lüftungsverhalten
- die Raumlufttemperatur
- die tägliche Betriebsdauer der Heizung
- interne Wärmequellen (Licht, Elektrogeräte, Personenanzahl, ...)
- der Warmwasserverbrauch

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

#### Energieverbrauch der Liegenschaft nach Energieart einschließlich Wasserverbrauch

Jahr	Heizung (Gas)	Klima- faktor <sup>3</sup>	klimabereinigter Verbrauch (Gas)	Strom	Gesamt- energie- verbrauch	Wasser
	[kWh/a]	[-]	[kWh/a]	[kWh/a]	[kWh/a]	[m <sup>3</sup> /a]
2017	73.853	1,08	79.761	7.278	87.039	171
2018	86.412	1,11	95.917	6.475	102.392	106
2019	51.367	1,12	57.530	5.511	63.041	78
Mittelwert:	70.544		77.736	6.421	84.158	118

<sup>3</sup> Der Einfluss der Witterung und des Klimas auf den Energieverbrauch wird mittels eines so genannten Klimafaktors erfasst, der sowohl die Temperaturverhältnisse während eines Berechnungszeitraumes als auch die klimatischen Verhältnisse in Deutschland berücksichtigt.

Durch die Anwendung des Klimafaktors können die Energieverbrauchskennwerte verschiedener Berechnungszeiträume und von Gebäuden in verschiedenen klimatischen Regionen Deutschlands (zumindest überschlägig) verglichen werden. Der Klimafaktor bezieht sich in einer EnEV-konformen Berechnung auf den Referenzort Potsdam. Die Witterungsberreinigung erfolgt durch das Multiplizieren des gemessenen Jahres-Heizenergieverbrauchs mit dem entsprechenden Klimafaktor. Als Faustregel gilt, dass ein Jahr umso wärmer ist, je größer der Klimafaktor ist.

### Grafische Entwicklung des Energieverbrauchs der Liegenschaft:

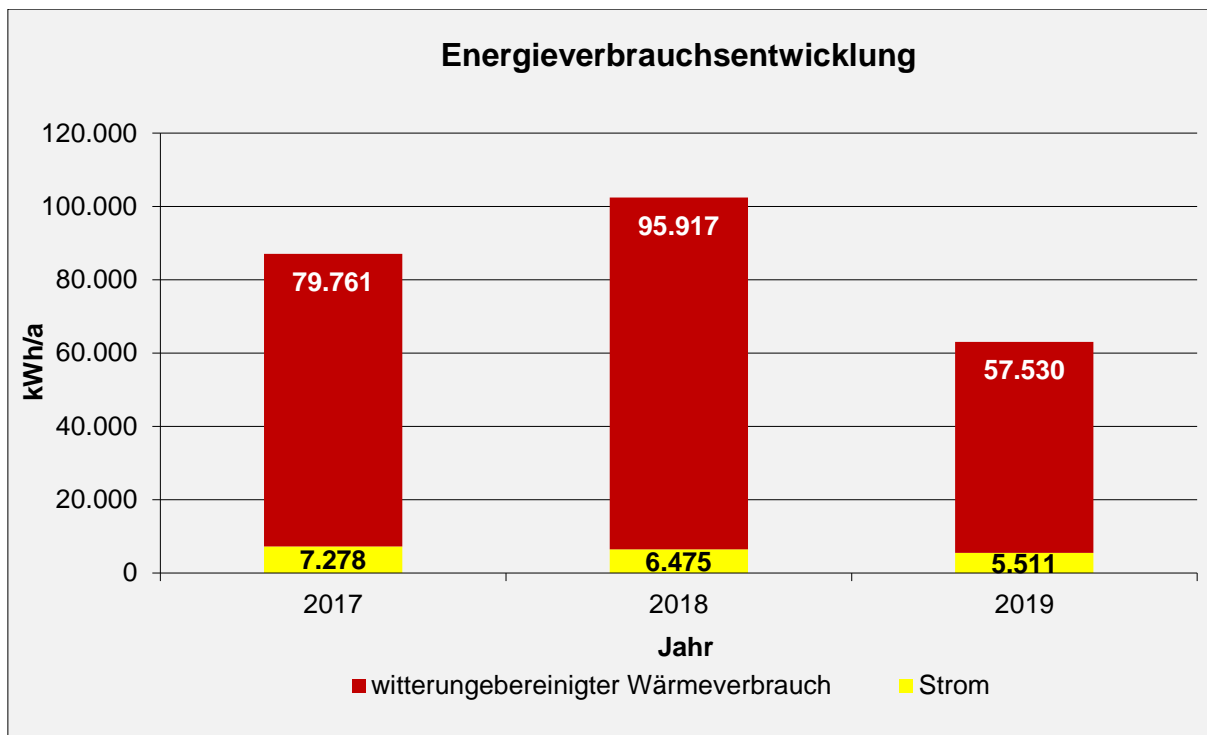


Abbildung 2: Entwicklung der Energieverbräuche

### 3.5.2 Verbrauchskennwerte

Energieverbrauchswerte ohne Bezug auf die Rahmenbedingungen, wie z. B. die Zeiteinheit, die Raumfläche oder die äußeren Witterungsverhältnisse, sind wenig aussagekräftig. Die gemessenen Verbrauchswerte müssen daher nach einheitlichen Gesichtspunkten auf entsprechende Bezugswerte umgerechnet werden. Die so ermittelten Energieverbrauchskennwerte für Strom, Wärme und Wasser werden nachfolgend abgebildet.<sup>4</sup>

Jugendzentren	Energieverbrauchskennwerte in [kWh/m <sup>2</sup> <sub>NGfA</sub> ] bzw. [dm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> <sub>NGfA</sub> ]		
	Zielwert	Ist-Kennwert	Grenzwert
<i>Energieträger</i>			
Strom	7	6	16
Wärme	39	77	92
Wasser	53	117	171

Kennwerte auf Basis der realen Verbrauchs- und Flächenangaben bezogen auf die Liegenschaft / Gebäude des Amt Horst-Herzhorn

Als Orientierung zur Einstufung von Verbrauchswerten in den verschiedenen Medienbereichen (Strom, Wärme, Wasser) werden zunächst statistische Erhebungen über Energieverbräuche und Energiekosten

<sup>4</sup> Ziel- und Grenzwerte sind ermittelte Kennwerte der ages Gesellschaft für Energieplanung und Systemanalyse mbH, Münster (Werte von 2005); Zielwert: Unterer Quartilmittelwert (arithmetisches Mittel der unteren 25 % aller Verbrauchsdaten (Gebäuden mit niedrigstem Energieverbrauch); Grenzwert: Arithmetisches Mittel (Summe aller Einzelwerte geteilt durch die Summe aller Flächen)

herangezogen. Nachfolgende Grafik stellt die Bildung der Energieverbrauchskennwerte für Strom, Wärme und Wasser dar.

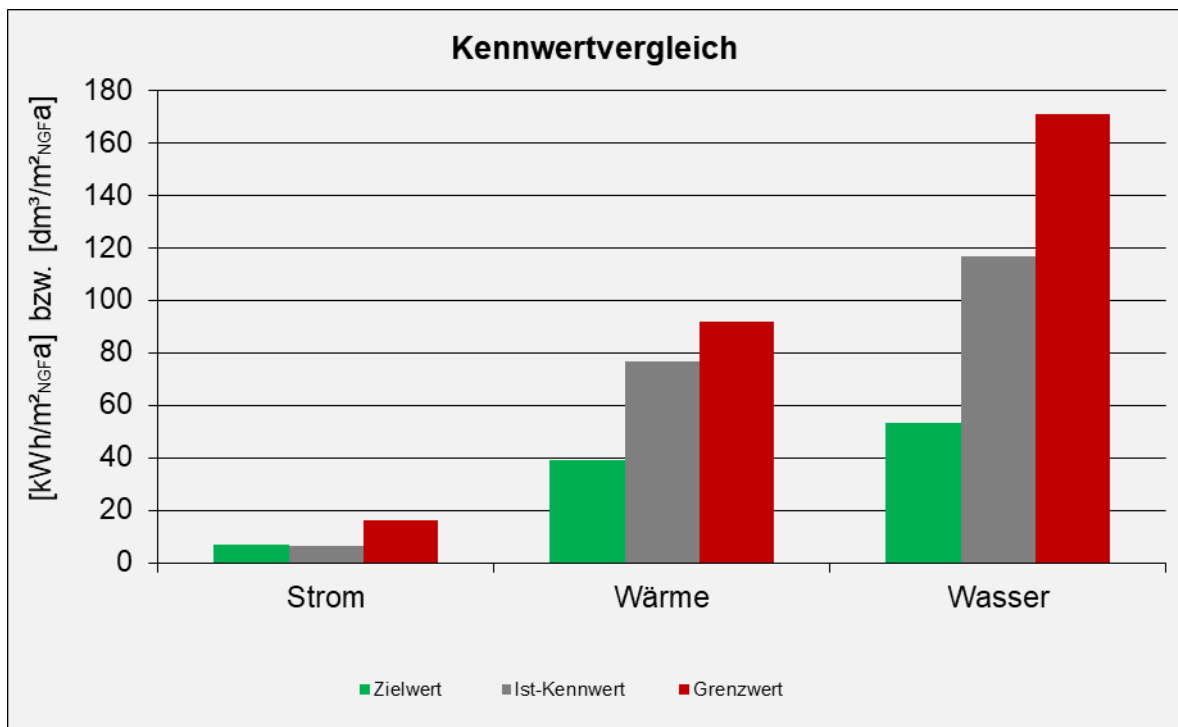


Abbildung 3: Vergleich des Ist-Zustands mit Kennwerten

### 3.5.3 Emissionen

Für die emissionstechnische Bewertung der Energieverbräuche der Liegenschaft / Gebäude werden die CO<sub>2e</sub>-Faktoren aus GEMIS 4.94 verwendet. Diese CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren in Gramm CO<sub>2</sub> pro kWh angegeben. Es wurden die Emissionen zu den Energieverbräuchen aus dem Jahr 2019 errechnet.

Energieträger	CO <sub>2</sub> -Emissionsfaktor [g/kWh]	Energieverbrauch [kWh/a]	CO <sub>2</sub> -Emissionen [kg/a]
Erdgas	247	77.736	19.201
Strom	544	6.421	3.493
Summe:		84.158	22.694



### 3.6 Gebäudebetrachtung

#### 3.6.1 Bedarfskennwerte des untersuchten Gebäudes

<b>Energiebedarfskennwerte der bewerteten Gebäude</b>	
in [kWh/(m <sup>2</sup> <sub>NGF</sub> *a)]	
spez. Endenergiebedarf Heizung [kWh/m <sup>2</sup> a]	<b>83,70</b>
spez. Endenergiebedarf Trinkwarmwasser [kWh/m <sup>2</sup> a]	<b>0,00</b>
spez. Endenergiebedarf Lüftung [kWh/m <sup>2</sup> a]	<b>0,00</b>
<b>Beleuchtungsstrom</b>	<b>16,92</b>
<b>Wärmeenergie (Heizung + Warmwasser)</b>	<b>84</b>

Kennwerte auf Basis der durchgeführten Berechnung der ausgewählten/ bewerteten Gebäude  
(Betrachtungsgegenstand)

**Wo die ermittelten Energieverbrauchskennzahlen den tatsächlichen Verbrauch an Strom und Wärme der Liegenschaft, auf der sich das untersuchte Gebäude befindet, abbilden und bewertbar machen, erfolgt die ingenieurstechnische Berechnung und Analyse des Gebäudes und die Erarbeitung von Sanierungsmaßnahmen und deren Effekte auf Basis einer theoretischen Berechnung auf Grundlage der DIN 18599.**

**Da diese sich jedoch u. a. auf eine genormte Nutzung des Gebäudes stützt, sind die errechneten Werte mit den Energieverbräuchen nicht identisch. Es erfolgt eine Anpassung der Berechnung u. a. durch die Änderung von Raumtemperaturen, Nutzungszeiten und des Lüftungsverhaltens, die dazu führt, dass eine Annäherung an die tatsächlichen Verbräuche möglich wird. Trotzdem sind, aufgrund der Rechenmethodik und der darin enthaltenen Möglichkeiten einer Anpassung, Abweichungen von bis zu 20 % jedoch durchaus möglich und, bei der Bewertung der Sanierungsmaßnahmen, unbedingt zu berücksichtigen.**

**→ Alle nachfolgenden Berechnungen und Aussagen basieren auf der Bedarfsberechnung des untersuchten Gebäudes**

#### 3.6.2 Energiekosten

Für die Wirtschaftlichkeitsberechnungen wurden gemäß der Angaben der Amt Horst-Herzhorn die nachfolgenden (brutto) Energiemischpreise (Zusammensetzung aus Grund- und Verbrauchspreis) je Energieträger angesetzt.

### Bezugskosten nach Energieträger

Bezeichnung	Einheit	Preis [€/Einheit]	CO <sub>2</sub> [g/Einheit]
Strom-Mix	kWh	0,270	545,0
Erdgas	kWh	0,060	247,0
Holz-Pellet	kWh	0,040	27,0

**Anmerkung:** Alle Kostenangaben sind Brutto-Angaben und beruhen auf Angaben der Horst.

### Globale Daten zur Ökonomie

kalkulatorischer Zinssatz [%]	1,50
jährliche Preissteigerung [%]	2,00

**Anmerkung:** Zinssatz und Inflationsrate entsprechend in Absprache mit dem Amt Horst-Herzhorn

## 3.7 Preisermittlung für die Sanierungskosten

Sämtliche Preise für Baustoffe und Bauleistungen sind Richtpreise und wurden als Kennwerte (z. B. BKI-Tabellen, Baukosten 2019), Erfahrungswerte sowie Angebotsanfragen vergleichbarer Sanierungsobjekte ermittelt.

Kosten für Nebenleistungen (wie z. B. Planungsleistungen) wurden pauschal mit 20 % beaufschlagt.

## 4 Sanierungsvarianten

### 4.1 Übersicht Sanierungsvarianten

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

**Empfohlene Sanierungsvarianten:**

SV1: Pellet Heizkessel

SV2: Beleuchtung

SV3: Fensteraustausch

SV4: Türenerneuerung

SV5: Außenwanddämmung

SV6: SV3 - SV5

SV7: Alle Maßnahmen

SV8: PV-Anlage

**Anmerkung:**

In allen Sanierungsvarianten wird versucht, eine möglichst hohe und wirtschaftlich vertretbare Energieeinsparung zu erzielen. Bei Bauteilen wird der in der zurzeit gültigen Energieeinsparverordnung [EnEV] maximal zulässige U-Wert minus 30 % berücksichtigt.

## 4.2 SV1: Pellet Heizkessel

Anlagentechnisch wird für die Grundlast der Wärmeversorgung ein Biomassekessel (Pelletkessel) eingebaut. Es werden beide Heizkessel des Gebäudes durch einen Pelletkessel ersetzt. Um eine differenzierte Wärmeabgabe erfassen zu können, bleiben die zwei Heizkreise erhalten und können mit Wärmemengenmessgeräten ausgestattet werden. Die Zusammenfassung der Heizkessel auf einen Wärmeerzeuger reduziert die Standby Verluste und Betriebskosten. 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 24.150 € gewährt werden.**

Sanierungsvariante		SV1: Pellet Heizkessel	
Wirtschaftlichkeit			
Kenndaten	Wert	Einheit	
Investition	69.000	€	
Energiekosten in der Ausgangssituation <sup>1)</sup>	9.332,88	€/a	
Energiekosten im ersten Jahr nach Umsetzung der Sanierungsvariante	8.020,30	€/a	
Energiekostensparnis im ersten Jahr	1.313	€/a	
prozentuale Energiekostensparnis im ersten Jahr	14	%	
Endenergiebedarf in der Ausgangssituation <sup>1)</sup>	101.928,8	kWh/a	
spezifischer Endenergiebedarf in der Ausgangssituation	100,6	kWh/(m <sup>2</sup> <sub>NGF</sub> *a)	
Endenergiebedarf nach Umsetzung der Sanierungsvariante	106.812,2	kWh/a	
spezifischer Endenergiebedarf nach Umsetzung der Sanierungsvariante	105,4	kWh/(m <sup>2</sup> <sub>NGF</sub> *a)	
jährliche Endenergieeinsparung	-4.883	kWh/a	
prozentuale jährliche Endenergieeinsparung	- 5	%	
jährliche CO <sub>2e</sub> -Emissionen in der Ausgangssituation <sup>1)2)</sup>	28.390,7	kg/a	
jährliche CO <sub>2e</sub> -Emissionen nach Umsetzung der Sanierungsvariante <sup>2)</sup>	11.742,3	kg/a	

Sanierungsvariante		SV1: Pellet Heizkessel	
Wirtschaftlichkeit			
Kenndaten		Wert	Einheit
jährliche CO <sub>2e</sub> -Vermeidung <sup>2)</sup>		16.648	kg/a
prozentuale jährliche CO <sub>2e</sub> -Vermeidung <sup>2)</sup>		58,6	%
Nutzungsdauer		30	a
dynamische Amortisation		29	a
Kosten/Nutzen-Faktor <sup>3)</sup>		- 0,47	€/kWh

<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



## 4.3 SV2: Beleuchtung

### Austausch der Beleuchtung gegen Led

Die Beleuchtung der Räume entspricht nicht dem heutigen Stand und wird fast Durchweg durch Leuchtstofflampen mit KVG Startern bereitgestellt. Vereinzelt Räume werden durch Glühlampen ausgeleuchtet. In dieser Variante sollen die veralteten stabförmigen Leuchtstoffröhren mit konventionellen Vorschaltgeräten gegen Leuchten mit LED-Technik ausgetauscht werden. Zusätzlich wird eine Präsenzerfassung mit Tageslichtsteuerung installiert.

Durch die Umstellung der Beleuchtungstechnik können der Bedarf an elektrischer Energie und damit auch die CO<sub>2</sub>-Emissionen, welche durch die Beleuchtung verursacht werden, gesenkt werden.

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.

Aktuell verfügt der Beispielraum über sechs 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 640 W Gesamtleistungsaufnahme eingespart werden.

### Lichtrechner

#### Leuchte

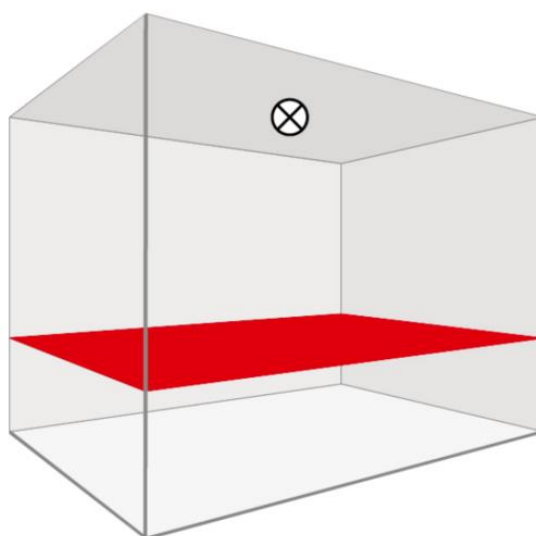
Montageart: Anbau  
Leuchtenlichtstrom: 4.200 lm

#### Nutzebene

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

#### Raum

Maße: 8 x 4 x 3,3 m  
Reflexionsgrad: 70/50/20  
Wartungsfaktor: 0,8



### Ergebnis Ihrer Berechnung

Anzahl der Leuchten	Beleuchtungsstärke	Spezifischer Anschlusswert	
5 4,19 exakter Wert	596lx	5,5 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.

Sanierungsvariante		SV2: Beleuchtung	
Wirtschaftlichkeit			
Kenndaten	Wert	Einheit	
Investition	62.806	€	
Energiekosten in der Ausgangssituation <sup>1)</sup>	9.332,88	€/a	
Energiekosten im ersten Jahr nach Umsetzung der Sanierungsvariante	6.749,78	€/a	
Energiekostensparnis im ersten Jahr	2.583	€/a	
prozentuale Energiekostensparnis im ersten Jahr	28	%	
Endenergiebedarf in der Ausgangssituation <sup>1)</sup>	101.928,8	kWh/a	
spezifischer Endenergiebedarf in der Ausgangssituation	100,6	kWh/(m <sup>2</sup> <sub>NGF</sub> *a)	
Endenergiebedarf nach Umsetzung der Sanierungsvariante	95.666,4	kWh/a	
spezifischer Endenergiebedarf nach Umsetzung der Sanierungsvariante	94,4	kWh/(m <sup>2</sup> <sub>NGF</sub> *a)	
jährliche Endenergieeinsparung	6.262	kWh/a	
prozentuale jährliche Endenergieeinsparung	6	%	
jährliche CO <sub>2e</sub> -Emissionen in der Ausgangssituation <sup>1)2)</sup>	28.390,7	kg/a	
jährliche CO <sub>2e</sub> -Emissionen nach Umsetzung der Sanierungsvariante <sup>2)</sup>	23.645,3	kg/a	
jährliche CO <sub>2e</sub> -Vermeidung <sup>2)</sup>	4.745	kg/a	
prozentuale jährliche CO <sub>2e</sub> -Vermeidung <sup>2)</sup>	16,7	%	
Nutzungsdauer	30	a	
dynamische Amortisation	18	a	
Kosten/Nutzen-Faktor <sup>3)</sup>	0,33	€/kWh	

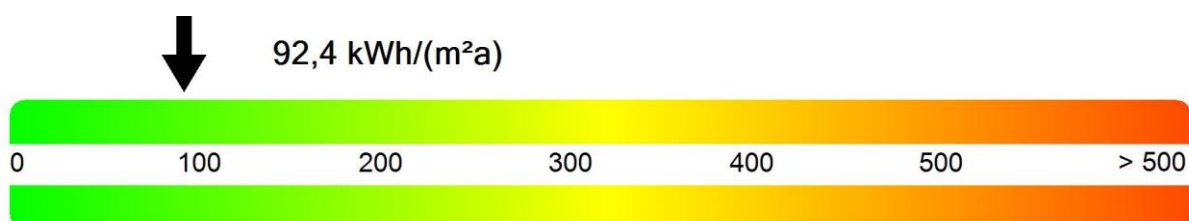
<sup>1)</sup> bezogen auf den errechneten Energiebedarf für alle betrachteten Gebäude(teile) der Liegenschaft

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

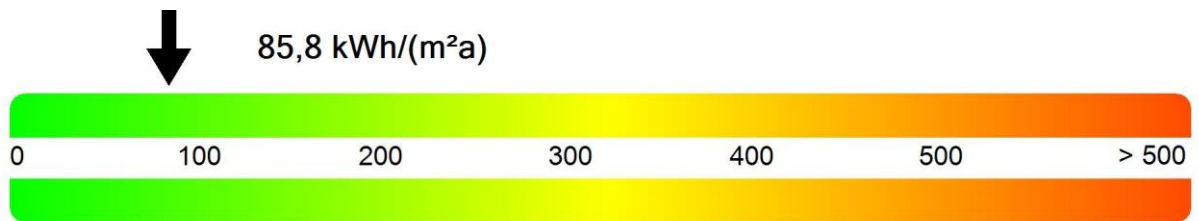
<sup>3)</sup> (Gesamtinvestition / Nutzungsdauer) / Endenergieeinsparung

Alle Kostenangaben sind brutto

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



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





## 4.4 SV3: Fensteraustausch

### Austausch der Alufenster von 2004:

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.

Z.U.G - Klimaanpassung in sozialen Einrichtungen	
<b>Info</b>	Gefördert werden von Fachleuten zu erbringende Beratungsleistungen zur Identifikation und Planung geeigneter Anpassungsmaßnahmen sowie deren investive Umsetzung. Ebenso können Bildungsangebote und Informationskampagnen zur Anpassung an den Klimawandel in sozialen Einrichtungen gefördert werden. Für die Einstiegs- und Orientierungsberatung ist ein Zeitrahmen von in der Regel 3, maximal jedoch 6 Monaten vorgesehen.
<b>Förderschwerpunkte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Investive Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel in sozialen Einrichtungen (energetische, nachhaltige Maßnahmen die keine öffentlich-rechtliche Genehmigung erfordern und eine Laufzeit von voraussichtlich maximal sechs Monaten haben)</li> </ul> <p><b>Maßnahmen am Gebäude</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Maßnahmen zur Verschattung am Gebäude, beispielsweise durch Installation von Jalousien, Markisen, Roll- und Fensterläden sowie statischem Sonnenschutz (Gebäude muss vor 2007 errichtet worden sein.</li> <li>Einbau von Fenstern mit Sonnen- und Wärmeschutzverglasung sowie isolierender Mehrfachverglasung.</li> </ul>
<b>Förderanteil</b>	bis zu 80 Prozent
<b>Fristen</b>	
<b>Fördersumme</b>	Geförderte Vorhaben müssen bis 01.07.2023 abgeschlossen sein

Mit der Umsetzung dieser Maßnahme kann ein Zuschuss in Höhe von 75.497€ gewährt 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 18.870€ gewährt werden.**

<b>Sanierungsvariante</b>		<b>SV3: Fensteraustausch</b>	
<b>Wirtschaftlichkeit</b>			
<b>Kenndaten</b>	<b>Wert</b>	<b>Einheit</b>	
Investition	94.371	€	
Energiekosten in der Ausgangssituation <sup>1)</sup>	9.332,88	€/a	
Energiekosten im ersten Jahr nach Umsetzung der Sanierungsvariante	9.011,23	€/a	
Energiekostensparnis im ersten Jahr	322	€/a	
prozentuale Energiekostensparnis im ersten Jahr	3	%	
Endenergiebedarf in der Ausgangssituation <sup>1)</sup>	101.928,8	kWh/a	
spezifischer Endenergiebedarf in der Ausgangssituation	100,6	kWh/(m <sup>2</sup> <sub>NGF</sub> *a)	
Endenergiebedarf nach Umsetzung der Sanierungsvariante	95.830,2	kWh/a	
spezifischer Endenergiebedarf nach Umsetzung der Sanierungsvariante	94,6	kWh/(m <sup>2</sup> <sub>NGF</sub> *a)	
jährliche Endenergieeinsparung	6.099	kWh/a	
prozentuale jährliche Endenergieeinsparung	6	%	
jährliche CO <sub>2e</sub> -Emissionen in der Ausgangssituation <sup>1)2)</sup>	28.390,7	kg/a	
jährliche CO <sub>2e</sub> -Emissionen nach Umsetzung der Sanierungsvariante <sup>2)</sup>	27.045,6	kg/a	
jährliche CO <sub>2e</sub> -Vermeidung <sup>2)</sup>	1.345	kg/a	
prozentuale jährliche CO <sub>2e</sub> -Vermeidung <sup>2)</sup>	4,7	%	
Nutzungsdauer	100	a	
dynamische Amortisation	67	a	
Kosten/Nutzen-Faktor <sup>3)</sup>	0,15	€/kWh	

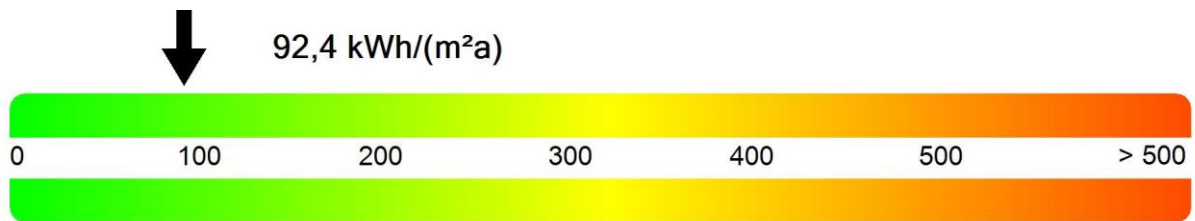
<sup>1)</sup> bezogen auf den errechneten Energiebedarf für alle betrachteten Gebäude(teile) der Liegenschaft

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

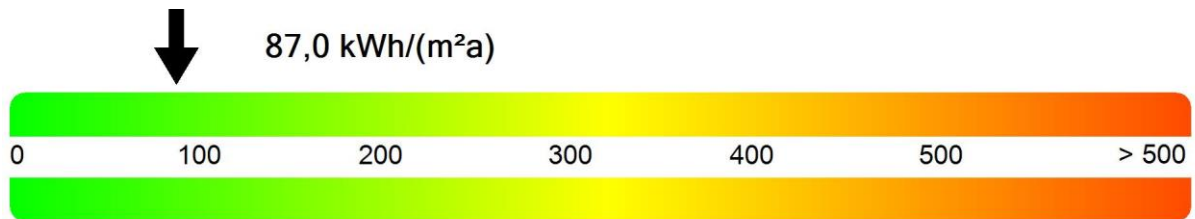
<sup>3)</sup> (Gesamtinvestition / Nutzungsdauer) / Endenergieeinsparung

Alle Kostenangaben sind brutto

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



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



## 4.5 SV4: Türenerneuerung

### Austausch der Außentüren:

Die vorhandenen Außentüren sollen ausgetauscht werden. Der durch die Energieeinsparverordnung geforderte U-Wert für Türen 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 Laibung 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 5.500€ gewährt werden.

Sanierungsvariante	SV4: Türenerneuerung	
Wirtschaftlichkeit		
Kenndaten	Wert	Einheit
Investition	27.502	€
Energiekosten in der Ausgangssituation <sup>1)</sup>	9.332,88	€/a
Energiekosten im ersten Jahr nach Umsetzung der Sanierungsvariante	8.957,24	€/a
Energiekostensparnis im ersten Jahr	376	€/a
prozentuale Energiekostensparnis im ersten Jahr	4	%
Endenergiebedarf in der Ausgangssituation <sup>1)</sup>	101.928,8	kWh/a
spezifischer Endenergiebedarf in der Ausgangssituation	100,6	kWh/(m <sup>2</sup> <sub>NGF</sub> *a)
Endenergiebedarf nach Umsetzung der Sanierungsvariante	95.143,9	kWh/a

Sanierungsvariante		SV4: Türenerneuerung	
Wirtschaftlichkeit			
Kenndaten		Wert	Einheit
spezifischer Endenergiebedarf nach Umsetzung der Sanierungsvariante		93,9	kWh/(m <sup>2</sup> <sub>NGF</sub> *a)
jährliche Endenergieeinsparung		6.785	kWh/a
prozentuale jährliche Endenergieeinsparung		7	%
jährliche CO <sub>2e</sub> -Emissionen in der Ausgangssituation <sup>1)</sup> 2)		28.390,7	kg/a
jährliche CO <sub>2e</sub> -Emissionen nach Umsetzung der Sanierungsvariante <sup>2)</sup>		26.867,7	kg/a
jährliche CO <sub>2e</sub> -Vermeidung <sup>2)</sup>		1.523	kg/a
prozentuale jährliche CO <sub>2e</sub> -Vermeidung <sup>2)</sup>		5,4	%
Nutzungsdauer		30	a
dynamische Amortisation		52	a
Kosten/Nutzen-Faktor <sup>3)</sup>		0,14	€/kWh

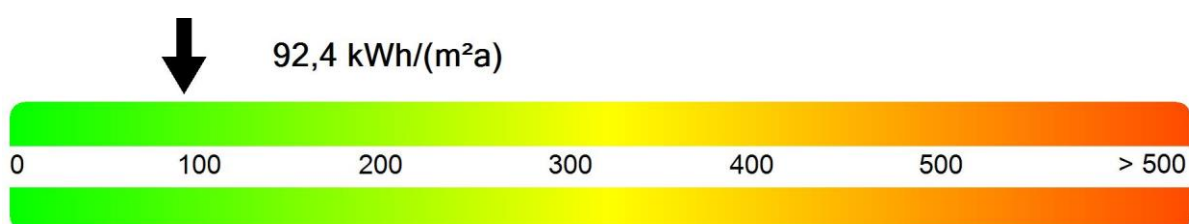
<sup>1)</sup> bezogen auf den errechneten Energiebedarf für alle betrachteten Gebäude(teile) der Liegenschaft

<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



## 4.6 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 29.355€ gewährt werden.

Sanierungsvariante	SV5: Außenwanddämmung	
Wirtschaftlichkeit		
Kenndaten	Wert	Einheit
Investition	146.774	€
Energiekosten in der Ausgangssituation <sup>1)</sup>	9.332,88	€/a
Energiekosten im ersten Jahr nach Umsetzung der Sanierungsvariante	5.906,79	€/a
Energiekostensparnis im ersten Jahr	3.426	€/a

Sanierungsvariante		SV5: Außenwanddämmung	
Wirtschaftlichkeit			
Kenndaten		Wert	Einheit
prozentuale Energiekostensparnis im ersten Jahr		37	%
Endenergiebedarf in der Ausgangssituation <sup>1)</sup>		101.928,8	kWh/a
spezifischer Endenergiebedarf in der Ausgangssituation		100,6	kWh/(m <sup>2</sup> <sub>NGF</sub> *a)
Endenergiebedarf nach Umsetzung der Sanierungsvariante		40.097,4	kWh/a
spezifischer Endenergiebedarf nach Umsetzung der Sanierungsvariante		39,6	kWh/(m <sup>2</sup> <sub>NGF</sub> *a)
jährliche Endenergieeinsparung		61.831	kWh/a
prozentuale jährliche Endenergieeinsparung		61	%
jährliche CO <sub>2e</sub> -Emissionen in der Ausgangssituation <sup>1)2)</sup>		28.390,7	kg/a
jährliche CO <sub>2e</sub> -Emissionen nach Umsetzung der Sanierungsvariante <sup>2)</sup>		14.506,7	kg/a
jährliche CO <sub>2e</sub> -Vermeidung <sup>2)</sup>		13.884	kg/a
prozentuale jährliche CO <sub>2e</sub> -Vermeidung <sup>2)</sup>		48,9	%
Nutzungsdauer		30	a
dynamische Amortisation		26	a
Kosten/Nutzen-Faktor <sup>3)</sup>		0,08	€/kWh

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

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

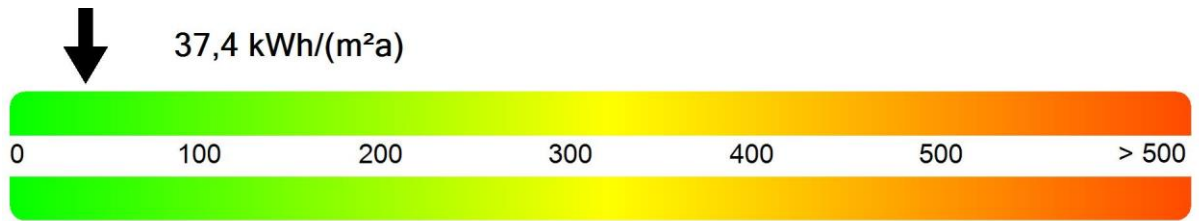
<sup>3)</sup> (Gesamtinvestition / Nutzungsdauer) / Endenergieeinsparung

Alle Kostenangaben sind brutto

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



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





## 4.7 SV6: SV3 - SV5

In dieser Variante werden die folgenden Modernisierungsmaßnahmen

- SV3: Fensteraustausch
- SV4: Türenerneuerung
- SV5: Außenwanddämmung

zusammen umgesetzt

Sanierungsvariante		SV6: SV3 - SV5	
Wirtschaftlichkeit			
Kenndaten	Wert	Einheit	
Investition	268.647	€	
Energiekosten in der Ausgangssituation <sup>1)</sup>	9.332,88	€/a	
Energiekosten im ersten Jahr nach Umsetzung der Sanierungsvariante	5.440,03	€/a	
Energiekostensparnis im ersten Jahr	3.893	€/a	
prozentuale Energiekostensparnis im ersten Jahr	42	%	
Endenergiebedarf in der Ausgangssituation <sup>1)</sup>	101.928,8	kWh/a	
spezifischer Endenergiebedarf in der Ausgangssituation	100,6	kWh/(m <sup>2</sup> <sub>NGF</sub> *a)	
Endenergiebedarf nach Umsetzung der Sanierungsvariante	31.422,5	kWh/a	
spezifischer Endenergiebedarf nach Umsetzung der Sanierungsvariante	31,0	kWh/(m <sup>2</sup> <sub>NGF</sub> *a)	
jährliche Endenergieeinsparung	70.506	kWh/a	
prozentuale jährliche Endenergieeinsparung	69	%	
jährliche CO <sub>2e</sub> -Emissionen in der Ausgangssituation <sup>1)2)</sup>	28.390,7	kg/a	
jährliche CO <sub>2e</sub> -Emissionen nach Umsetzung der Sanierungsvariante <sup>2)</sup>	12.579,5	kg/a	
jährliche CO <sub>2e</sub> -Vermeidung <sup>2)</sup>	15.811	kg/a	
prozentuale jährliche CO <sub>2e</sub> -Vermeidung <sup>2)</sup>	55,7	%	
Nutzungsdauer	30	a	
dynamische Amortisation	36	a	
Kosten/Nutzen-Faktor <sup>3)</sup>	0,13	€/kWh	

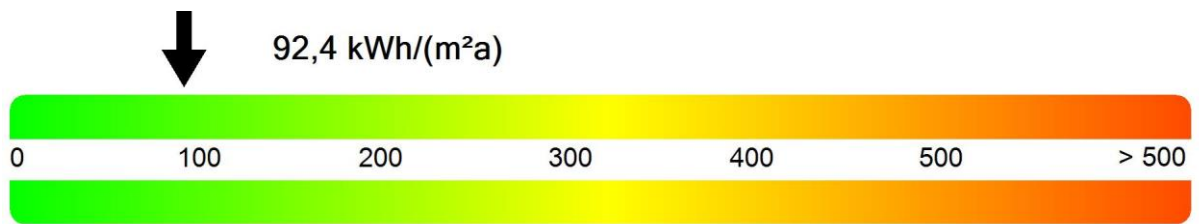
<sup>1)</sup> bezogen auf den errechneten Energiebedarf für alle betrachteten Gebäude(teile) der Liegenschaft

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

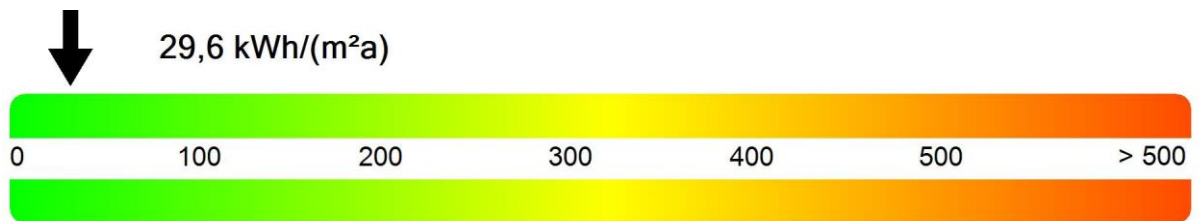
<sup>3)</sup> (Gesamtinvestition / Nutzungsdauer) / Endenergieeinsparung

Alle Kostenangaben sind brutto

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



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



## 4.8 SV7: Alle Maßnahmen

In dieser Variante werden die folgenden Modernisierungsmaßnahmen

- SV1: Pellet Heizkessel
- SV2: Beleuchtung
- SV3: Fensteraustausch
- SV4: Türenerneuerung
- SV5: Außenwanddämmung

zusammen umgesetzt

Sanierungsvariante		SV7: Alle Maßnahmen	
Wirtschaftlichkeit			
Kenndaten	Wert	Einheit	
Investition	400.452	€	
Energiekosten in der Ausgangssituation <sup>1)</sup>	9.332,88	€/a	
Energiekosten im ersten Jahr nach Umsetzung der Sanierungsvariante	2.498,78	€/a	
Energiekostensparnis im ersten Jahr	6.834	€/a	
prozentuale Energiekostensparnis im ersten Jahr	73	%	
Endenergiebedarf in der Ausgangssituation <sup>1)</sup>	101.928,8	kWh/a	
spezifischer Endenergiebedarf in der Ausgangssituation	100,6	kWh/(m <sup>2</sup> <sub>NGF</sub> *a)	
Endenergiebedarf nach Umsetzung der Sanierungsvariante	24.178,0	kWh/a	
spezifischer Endenergiebedarf nach Umsetzung der Sanierungsvariante	23,9	kWh/(m <sup>2</sup> <sub>NGF</sub> *a)	
jährliche Endenergieeinsparung	77.751	kWh/a	
prozentuale jährliche Endenergieeinsparung	76	%	
jährliche CO <sub>2e</sub> -Emissionen in der Ausgangssituation <sup>1)2)</sup>	28.390,7	kg/a	
jährliche CO <sub>2e</sub> -Emissionen nach Umsetzung der Sanierungsvariante <sup>2)</sup>	4.183,2	kg/a	
jährliche CO <sub>2e</sub> -Vermeidung <sup>2)</sup>	24.208	kg/a	
prozentuale jährliche CO <sub>2e</sub> -Vermeidung <sup>2)</sup>	85,3	%	
Nutzungsdauer	30	a	
dynamische Amortisation	37	a	

<b>Sanierungsvariante</b>		<b>SV7: Alle Maßnahmen</b>	
<b>Wirtschaftlichkeit</b>			
<b>Kenndaten</b>		<b>Wert</b>	<b>Einheit</b>
Kosten/Nutzen-Faktor <sup>3)</sup>		0,17	€/kWh

<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



## 4.9 SV8: PV-Anlage

Der Stromverbrauch der Liegenschaft lag in den letzten drei Jahren (2017 bis 2019) im Durchschnitt bei ca. 6.421 kWh pro Jahr. Mit dem Betrieb einer Photovoltaikanlage (PV-Anlage) kann ein Teil des Strombedarfs klimaneutral selbst erzeugt werden.

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. Eine Auswertung der Potenzialflächen auf dem Dach des Schulgebäudes zeigt, dass eine Generatorgröße von 9,9 kWp mit Südwest-Ausrichtung Platz finden kann. Für die Wirtschaftlichkeitsberechnung wird ein Eigenstromanteil von 50 % angenommen. Sollte der Anteil in der Realität höher ausfallen, verbessert sich das Ergebnis der Anlage entsprechend.

Sanierungsvariante		SV8: PV-Anlage	
Wirtschaftlichkeit			
Kenndaten	Wert	Einheit	
Investition	19.008	€	
Energiekosten in der Ausgangssituation <sup>1)</sup>	9.333	€/a	
Energiekosten im ersten Jahr nach Umsetzung der Sanierungsvariante	8.204	€/a	
Energiekostensparnis im ersten Jahr	1.129	€/a	
prozentuale Energiekostensparnis im ersten Jahr	12,1%	%	
Endenergiebedarf in der Ausgangssituation <sup>1)</sup>	101.929	kWh/a	
spezifischer Endenergiebedarf in der Ausgangssituation	100,6	kWh/(m <sup>2</sup> <sub>NGF</sub> *a)	
Endenergiebedarf nach Umsetzung der Sanierungsvariante	97.746	kWh/a	
spezifischer Endenergiebedarf nach Umsetzung der Sanierungsvariante	96,5	kWh/(m <sup>2</sup> <sub>NGF</sub> *a)	
jährliche Endenergieeinsparung	4.183	kWh/a	
prozentuale jährliche Endenergieeinsparung	4,1%	%	
jährliche CO <sub>2e</sub> -Emissionen in der Ausgangssituation <sup>1)2)</sup>	28.391	kg/a	
jährliche CO <sub>2e</sub> -Emissionen nach Umsetzung der Sanierungsvariante <sup>2)</sup>	26.115	kg/a	
jährliche CO <sub>2e</sub> -Vermeidung <sup>2)</sup>	2.275	kg/a	
prozentuale jährliche CO <sub>2e</sub> -Vermeidung <sup>2)</sup>	8,0	%	
Nutzungsdauer	20	a	
dynamische Amortisation	16	a	

Sanierungsvariante		SV8: PV-Anlage	
Wirtschaftlichkeit			
Kenndaten		Wert	Einheit
Kosten/Nutzen-Faktor <sup>3)</sup>		0,227	€/kWh

<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

