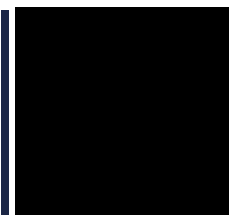


## Wärmeschutznachweis nach Gebäudeenergiegesetz 2023

Projekt: Gymnasium Horn  
Standort: 28359 Bremen

Bericht Nr.: EW2022037-01  
Datum: 13.09.2023

Ersteller:	Auftraggeber/ Bauherr:
B. Eng. Viktoria Magiera	Sondervermögen für Immobilien und
PlusPassivhaus GmbH	Technik der Stadtgemeinde Bremen
	vertreten durch IB Stadt
	Theodor-Heuss-Allee 14
	28215 Bremen



# Inhalt

1	Allgemeine Angaben.....	4
1.1	Beschreibung des Gebäudes .....	4
2	Berechnungsgrundlagen.....	5
2.1	Allgemeine Angaben zum Berechnungsverfahren .....	5
2.1.1	Anforderungen Bremen.....	5
2.2	Nutzung und Zonierung.....	6
2.3	Bautechnik .....	8
2.4	Konstruktionen.....	8
2.5	Wärmebrücken .....	9
2.6	Luftdichtigkeit .....	10
2.7	Gebäudeautomation .....	11
2.8	Sommerlicher Wärmeschutz.....	11
2.8.1	Sommerlicher Wärmeschutz nach DIN 4108 – Simulation.....	14
2.9	Zertifikat Fernwärme .....	20
2.10	Haustechnik.....	21
3	Berechnungsergebnisse.....	22
3.1	GEG.....	22
4	Zusammenfassung.....	23
Anlage 1	.....	24
Bauteilaufbauten und Feuchteschutz.....		24
A1.1 Bauteilaufbauten und U-Wert Ermittlung .....		25
A2.2 Feuchteschutz .....		28
Anlage 2.....		29
Projektdokumentation.....		29

## Änderungsindex

Index	Ergänzungen / Änderungen	Datum
-01	Ausgangsfall	13.09.2023

Die vorliegende Ausarbeitung wurde von der PlusPassivhaus GmbH ausschließlich für den beschriebenen Zweck, das genannte Objekt und den genannten Auftraggeber erstellt. Die

Weitergabe jeder Art, die Vervielfältigung und die Veröffentlichung, auch auszugsweise, ist ausschließlich mit schriftlicher Genehmigung der PlusPassivhaus GmbH gestattet. Eine weitere Verwendung oder Übertragung auf andere Objekte ist ausgeschlossen. Alle Urheberrechte bleiben vorbehalten.

# 1 Allgemeine Angaben

Das Sondervermögen für Immobilien und Technik der Stadtgemeinde Bremen vertreten durch IB Stadt, Theodor-Heuss-Allee 14 in Bremen, plant die Erweiterung für das Gymnasium Horn. Im Erdgeschoss ist neben einem großzügigen Eingangsbereich eine Lerngalerie eingerichtet, sowie verschiedene Technikräume. In den Obergeschossen befinden sich die Unterrichtsräume. Die Architekturplanung wird von [REDACTED] erstellt.

Es werden die erhöhten Anforderungen der Bremer Baustandards berücksichtigt. Demnach ist ein Effizienzhaus 40 zu realisieren.

Mit der Erstellung des Wärmeschutznachweises hat das Sondervermögen für Immobilien und Technik der Stadtgemeinde Bremen vertreten durch IB Stadt, die PlusPassivhaus GmbH, Detmolder Str. 108a in 33604 Bielefeld, beauftragt.

## 1.1 Beschreibung des Gebäudes

Das Gebäude wird in Massivbauweise mit Flachdach errichtet. Der Neubau besteht aus 5 Geschossen, wobei das EG mit dem 1. Obergeschoss 1,5 Geschosse bilden. Auf diesen sind neben der Lerngalerie verschiedene Unterrichtsräume angeordnet.



Abbildung 1: Ansicht NW

Die Berechnungen basieren auf dem, vom Architekten zur Verfügung gestellten, nachfolgenden Planstand.

Geschoss, Darstellung	Planname	Datum
Erdgeschoss	HORN_21_3_GRE1-100_A	23.08.2023

1.Obergeschoss	HORN_21_3_GRE2-100_A	23.08.2023
2.Obergeschoss	HORN_21_3_GRE3-100_A	23.08.2023
3.Obergeschoss	HORN_21_3_GRE4-100_A	23.08.2023
Dachgeschoss	HORN_21_3_GRE5-100_A	23.08.2023
Dachaufsicht	HORN_21_3_GRE6-100_A	23.08.2023
Schnitte	HORN_21_3_SNAB-100_A HORN_21_3_SNCD-100 HORN_21_3_SNEF-100	23.08.2023
Ansichten	HORN_21_3_AN1-4-100_A	23.08.2023

## 2 Berechnungsgrundlagen

### 2.1 Allgemeine Angaben zum Berechnungsverfahren

Der nachfolgende Wärmeschutznachweis wurde auf Grundlage des Gebäudeenergiegesetzes 2023 (GEG) erstellt. Das GEG löste die EnEV, das EEWärmeG und das EnEG ab und vereinte diese 3 Gesetze.

Die Berechnung von Nichtwohngebäuden erfolgt gemäß den Vorgaben des Bilanzierungsverfahrens der DIN V 18599,2018.12. Demnach wird das Gebäude in Zonen aufgeteilt, welche den Nutzungsprofilen der DIN V 18599 zugeordnet werden. Die Nutzungsprofile enthalten u.a. Angaben zu Nutzungszeiten und Warmwasserbedarf. Sie sind dafür da Vergleichswerte zu schaffen. Die Berechnungen können durch die festgelegten Randbedingungen wesentlich von den tatsächlichen Verbrauchsdaten abweichen.

#### 2.1.1 Anforderungen Bremen

Der Senat des Landes Bremen hat die Aktualisierung der Baustandards Bremen im Themenbereich Energie und Klimaschutz im April 2023 beschlossen. Für Neubauten gelten daher folgende verschärfte Anforderungen:




### 1. Neubaustandard mit Ziel Klimaneutralität:

Folgende Anforderungen sind bei normal zu beheizenden Neubauten einzuhalten:

- Mindestanforderungen gemäß Effizienzhaus 40-Standard entsprechend der gesetzlich (GEG) und über Förderprogramme (BEG) eingeführten Definition und Nachweisverfahren (DIN V 18599)
- Zusätzliche Anforderungen an Wärmeschutz und Lüftung in Anlehnung an die Passivhaus-Bauweise:
  - maximaler mittlerer U-Werte für opake Bauteile  $0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$
  - maximaler mittlerer U-Werte für transparente Bauteile  $0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ ; Ausnahmen sind möglich bei beweglichen Flügeln (Fenster und Türen) in Kitas und Grundschulen und soweit im Zuge der Barrierefreiheit notwendig
  - Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasungen  $g \geq 50\%$ ; Ausnahmen sind möglich soweit der sommerliche Wärmeschutz nicht durch bewegliche Systeme möglich;
  - Wärmebrückenzuschlag max.  $0,03 \text{ W/m}^2\text{K}$
  - Drucktestluftwechsel  $\leq 0,6$
  - Lüftungsstrombedarf mit WRG  $\leq 0,45 \text{ Wh/m}^3$
- Vollbelegung der geeigneten Dachflächen mit PV-Anlagen; bei der Planung der Dächer und Außenwände ist auf eine PV-freundliche Ausrichtung zu achten; mindestens 50% der Bruttodachflächen sollen belegt werden, soweit dies städtebaulich und technisch möglich ist.
- Wärmeversorgung durch Nah-/Fernwärme oder Wärmepumpen gemäß Punkt 4

## 2.2 Nutzung und Zonierung

Zur energetischen Bewertung nach DIN V 18599, wird das Gebäude in folgende Zonen aufgeteilt.

Legende für Räume/Zonen	
 Lager, Technik	 Verkehrsfläche
 Klassenzimmer (Schule), Gruppenraum (Kindergarten)	

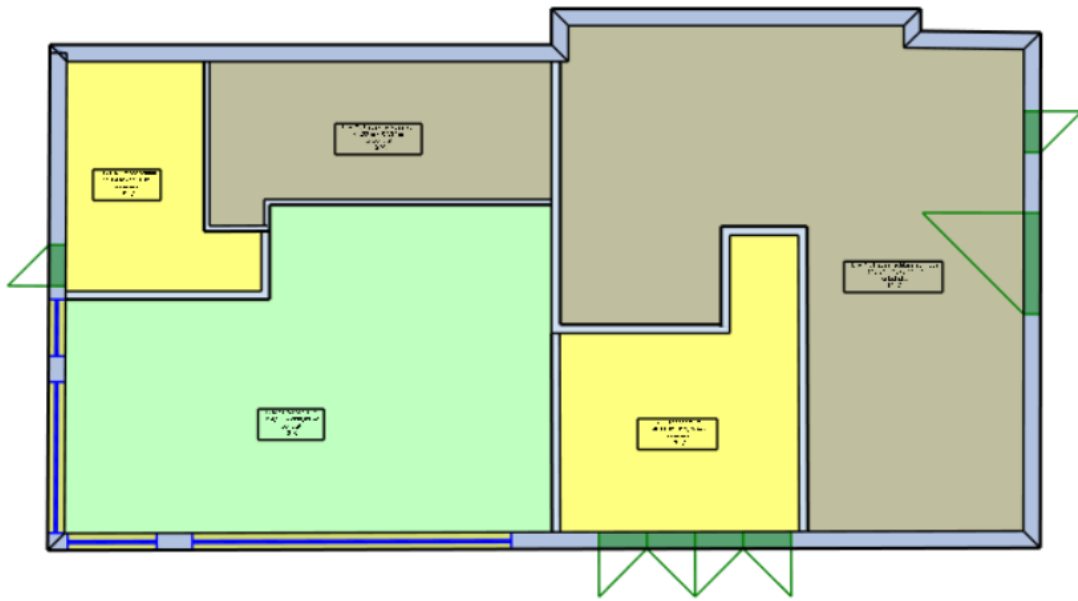


Abbildung 2: Zonierungsplan Erdgeschoss



Abbildung 3: Zonierungsplan 1.Obergeschoss

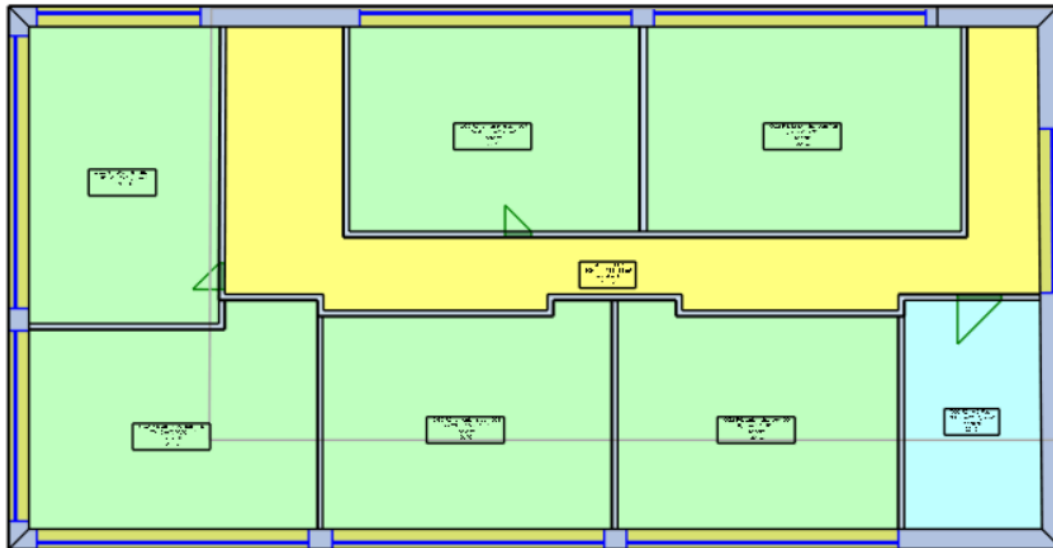


Abbildung 4: Zonierungsplan 2.- 4. Obergeschoss

## 2.3 Bautechnik

Nachfolgend wird die geplante Bautechnik in einer Kurzübersicht erläutert. Die detaillierten Ansätze können der Anlage 2 – Projektdokumentation, entnommen werden.

## 2.4 Konstruktionen

Im Rahmen der energetischen Bewertung des Gebäudes wurden für die Bauteile der thermischen Hülle die folgenden Schichtaufbauten festgelegt.

Tabelle 2: Bautechnik

Bauteil	Beschreibung der Konstruktion	Wärmedurchgangskoeffizienten [W/(m²K)]
Außenwand mit Vorhangfassade	240 mm Kalksandstein 240 mm Dämmstoff WLS 035	0,178 W/(m²K) Inkl. U-Wert-Zuschlag
Flachdach	240 mm Stahlbeton 280 mm Dämmung WLS 035	0,121 W/(m²K)
Bodenplatte	100 mm Trittschall- und Ausgleichsdämmung WLS 040 250 mm Stahlbeton 200 mm XPS WLS 037	0,122 W/(m²K)



Boden gegen Außenluft	40 mm Trittschall- und Ausgleichsdämmung WLS 040 200 mm Stahlbeton 240 mm Dämmung WLS 035	0,122 W/(m <sup>2</sup> K)
Außenwand gegen Erdreich	240 mm Kalksandstein 200 mm XPS WLS 037	0,173 W/(m <sup>2</sup> K)
Fenster	Dreischeiben-Isolierverglasung g-Wert = 0,5	U <sub>w</sub> = 0,8 W/(m <sup>2</sup> K)
Türen	Außentüren	≤ 1,1 W/(m <sup>2</sup> K)

Die detaillierten Aufbauten und der Nachweis zum Feuchteschutz sind der Anlage 1 zu entnehmen.

## 2.5 Wärmebrücken

Der pauschale Wärmebrückenzuschlag  $\Delta U_{WB}$  berücksichtigt nach DIN V 18599-2 folgende Wärmebrückentypen:

- Gebäudekanten
- Sockelanschlüsse
- Fenster- und Türanschlüsse
- Dachanschlüsse
- Wand- und Deckeneinbindungen
- Deckenaufleger
- Balkonplatten, auskragende Bauteil

Allgemein gilt:

- a)  $\Delta U_{WB} = 0,15 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ : wenn mehr als 50% der Außenwand mit einer innenliegenden Dämmschicht und einbindender Massivdecke versehen ist
- b)  $\Delta U_{WB} = 0,10 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ : wenn keine besonderen Maßnahmen zur Reduzierung des Wärmebrückeneinflusses getroffen werden

- c)  $\Delta U_{WB}=0,05 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  bzw.  $\Delta U_{WB}=0,03^* \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ : wenn alle wärmebrückenrelevanten Details nach DIN 4108 Bbl. 2 ausgeführt werden, bzw. gleichwertig. Ein entsprechender Gleichwertigkeitsnachweis ist zu führen.

\*wenn alle Anschlüsse Kategorie B

In diesem Fall wurde Ansatz c mit  $\Delta U_{WB}=0,03 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  verfolgt. Es ist ein Gleichwertigkeitsnachweis der Wärmebrücken zu führen.

## 2.6 Luftdichtigkeit

Die luftdichte Gebäudehülle ist für Neubauten eine wichtige Voraussetzung für die Realisierung moderner Energiekonzepte und ein wesentlicher Aspekt der Qualitätssicherung. Nur durch die Dichtheit der Hülle lassen sich Bauschäden, durch mit dem Luftzug mitgeführten Wasserdampf vermeiden. Eine luftdichte Bauweise führt zu besserer Behaglichkeit. Daher wird eine gute Luftdichtheit heute allgemein nach den anerkannten Regeln der Technik gefordert.

Vorteile der luftdichten Gebäudehülle

- Frei von Zugluft
- Beugt Bauschäden vor
- Verbessert den Schallschutz
- Spart Heizkosten

GEG §13

Ein Gebäude ist so zu errichten, dass die wärmeübertragende Umfassungsfläche einschließlich der Fugen dauerhaft luftundurchlässig nach den anerkannten Regeln der Technik ist.

GEG §26

Erfolgt ein Luftdichtheitstest gemäß DIN EN ISO 9972, so sind allgemein folgende Grenzwerte einzuhalten:

- Gebäude ohne raumluftechnische Anlagen:  $n_{50} \leq 3,0 \text{ h}^{-1}$
- Gebäude mit raumluftechnischen Anlagen:  $n_{50} \leq 1,5 \text{ h}^{-1}$

Bei Gebäuden mit einem Luftvolumen  $> 1500 \text{ m}^3$ , sowie für Zonen in Nichtwohngebäuden mit Zonen-Luftvolumen  $> 1500 \text{ m}^3$  ist zusätzlich einzuhalten:

- Gebäude ohne raumluftechnische Anlagen:  $q_{50} \leq 4,5 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$

- Gebäude mit raumlufttechnischen Anlagen:  $q_{50} \leq 2,5 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$

DIN 4108-7

- Gebäudevolumen  $> 1500 \text{ m}^3$ :  $q_{50} \leq 3,0 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$

PHPP

- Gebäude mit raumlufttechnischen Anlagen:  $n_{50} \leq 0,6 \text{ h}^{-1}$

Für das Gebäude ist ein Luftdichtheitstest nach der Fertigstellung durchzuführen.

Die Anforderungen betragen nach Bremer Baustandards:

- Maximaler Luftwechsel bei 50 Pa Druckdifferenz bezogen auf das Gebäudevolumen:

$$n_{50} \leq 0,6 \text{ 1/h}$$

Durch die erhöhten Anforderungen ist von der Bauleitung ein erhöhtes Maß an Qualitätssicherung während der Bauphase zu berücksichtigen. Die Anforderungen sollten im Vorfeld mit den ausführenden Firmen kommuniziert werden.

## 2.7 Gebäudeautomation

Die Gebäudeautomation besitzt den Automatisierungsgrad C.

## 2.8 Sommerlicher Wärmeschutz

Für das zu prüfende Gebäude gelten die Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz gemäß DIN 4108-2 Wärmeschutz- und Energieeinsparung in Gebäuden- Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz.

Die DIN 4108-2 schreibt vor, dass durch bauliche Maßnahmen, in Verbindung mit der Nutzung eines Gebäudes, unzumutbare Temperaturbedingungen in den Innenräumen zu vermeiden sind.

Zur Ermittlung der notwendigen Maßnahmen wurde der sommerliche Wärmeschutz berechnet.

Folgende Maßnahmen sind notwendig (bildliche Darstellung in Abb. 5+6):

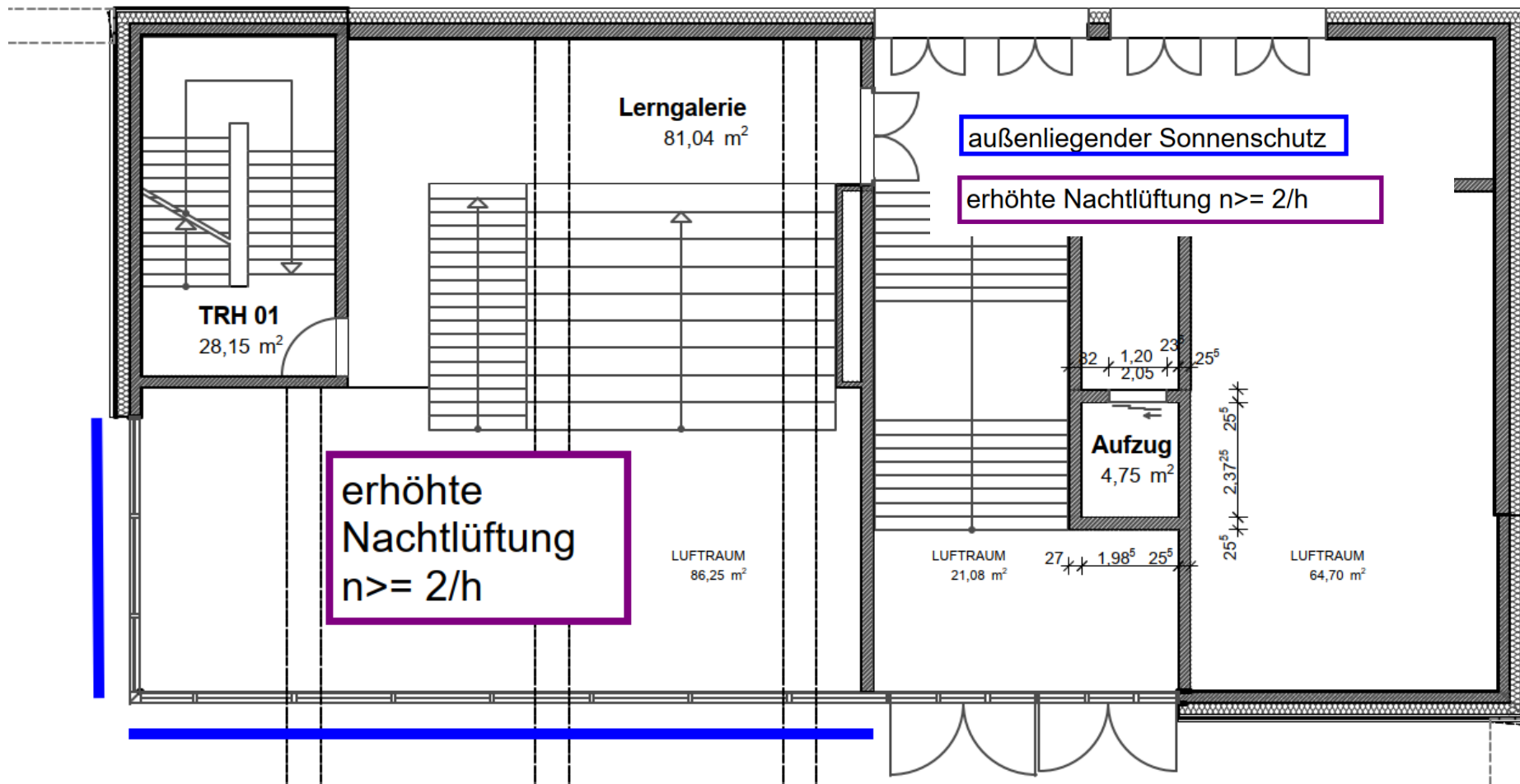


Abbildung 5: sommerlicher Wärmeschutz – Erdgeschoss

PlusPassivhaus GmbH – Detmolder Straße 108a – 33604 Bielefeld –  
info@pluspassivhaus.com – www.pluspassivhaus.com

### 2.8.1 Sommerlicher Wärmeschutz nach DIN 4108 – Simulation

Für die Bewertung der thermischen Behaglichkeit in den Innenräumen werden die in der nachfolgenden Tabelle angegebenen Bezugswerte der operativen Innenraumtemperatur in Abhängigkeit von drei Sommer-Klimaregionen vorgegeben.

Tabelle 1: Anforderungswerte nach Klimaregion

Sommerregion	Bezugswert der Innentemperaturen	Anforderungswert Übertemperaturgradstunden Kh/a	
		Wohngebäude	Nichtwohngebäude
A	25	1200	500
<b>B</b>	<b>26</b>		
C	27		

Die Klimaregionen sind in der DIN 4108-2:2013-2 definiert.

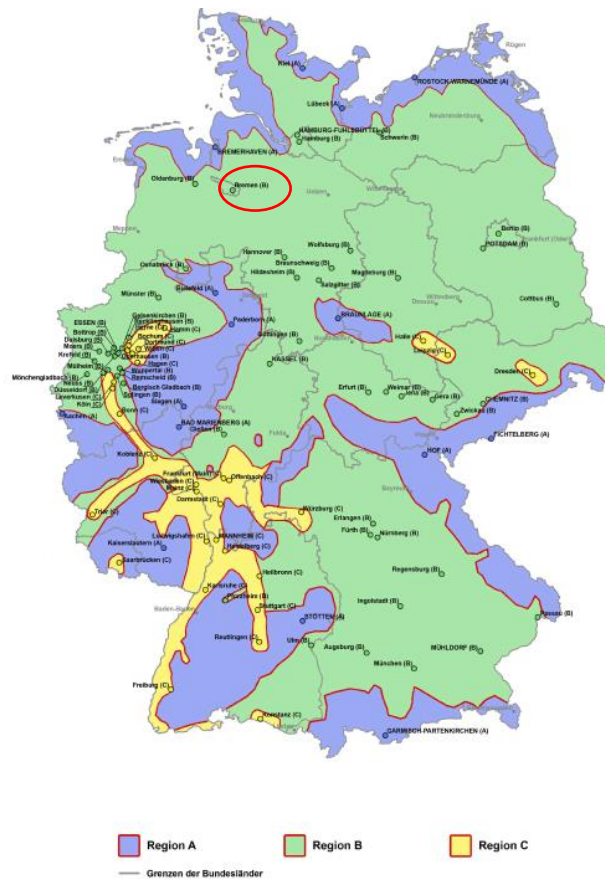


Abbildung 7: Klimaregionen nach DIN 4108-2

Das zu errichtende Gebäude liegt nach DIN 4108-2:2013-2 in Klimaregion B.

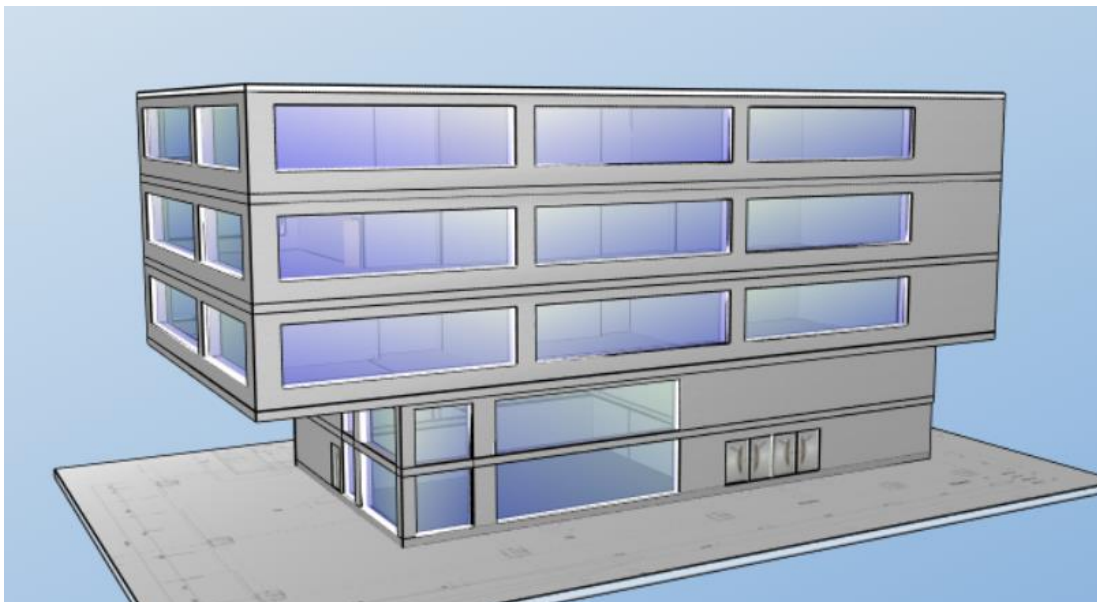


Abbildung 8: Modell

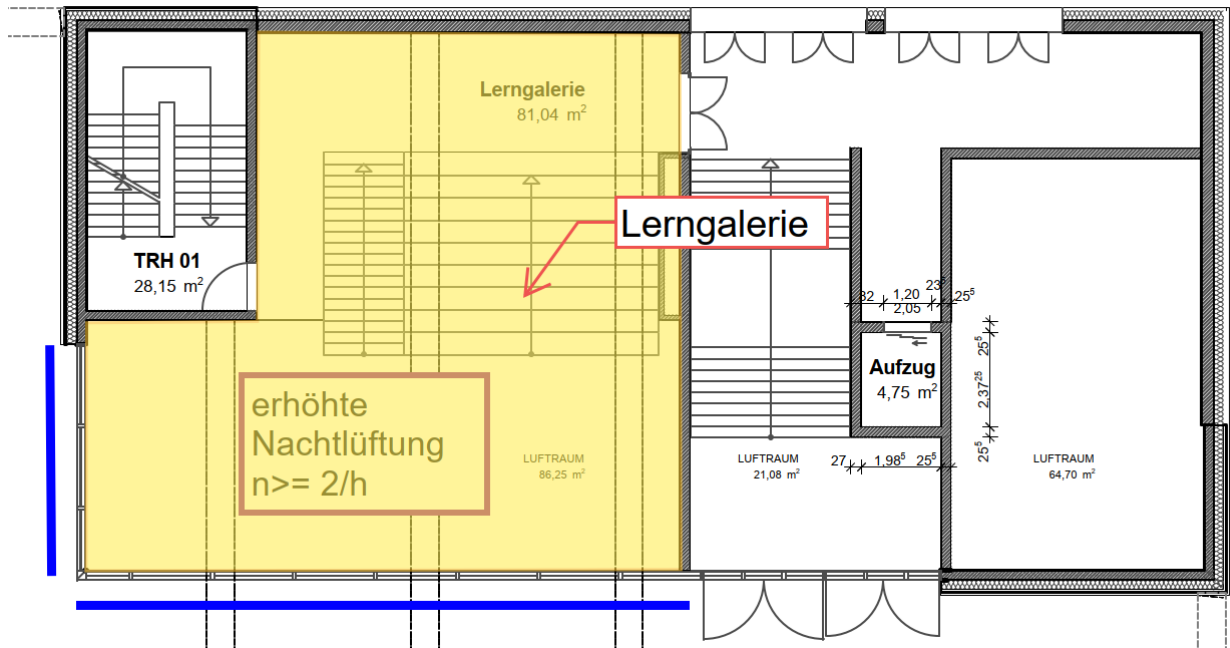


Abbildung 9: Simulierte Räume EG

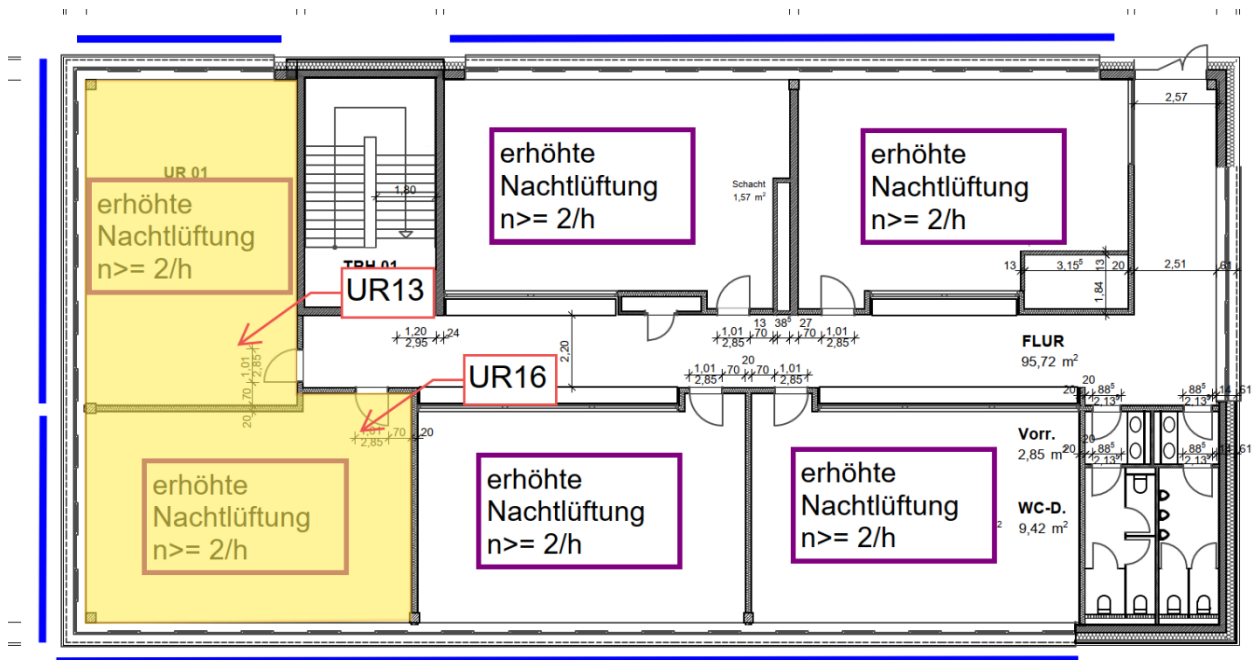


Abbildung 10: Simulierte Räume OG

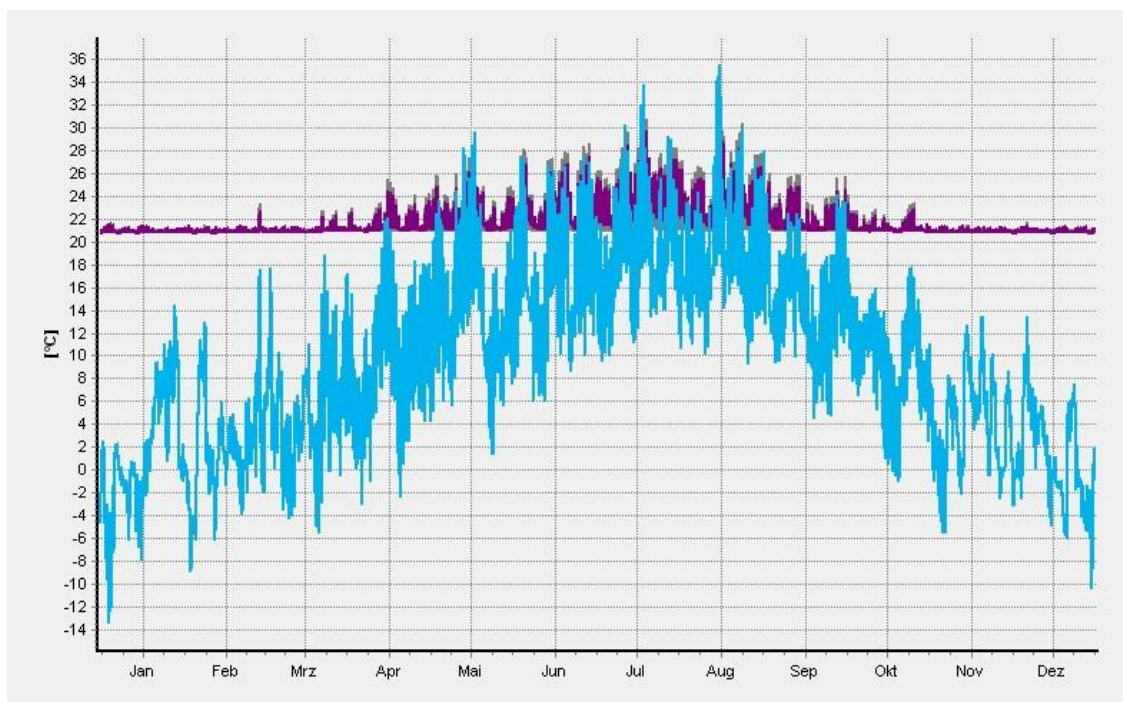


Tabelle 2: Randbedingungen sommerlicher Wärmeschutz

Raum	Verglasung	Sonnenschutz	Nachtlüftung
Lerngalerie	$g = 0,50$	außenliegenden Sonnenschutz $FC=0,25$	$\geq 2/h$
UR 13	$g = 0,50$	außenliegender Sonnenschutz $FC=0,25$	$\geq 2/h$
UR 16	$g = 0,50$	außenliegender Sonnenschutz $FC=0,25$	$\geq 2/h$

## Simulationsergebnisse

### Lerngalerie

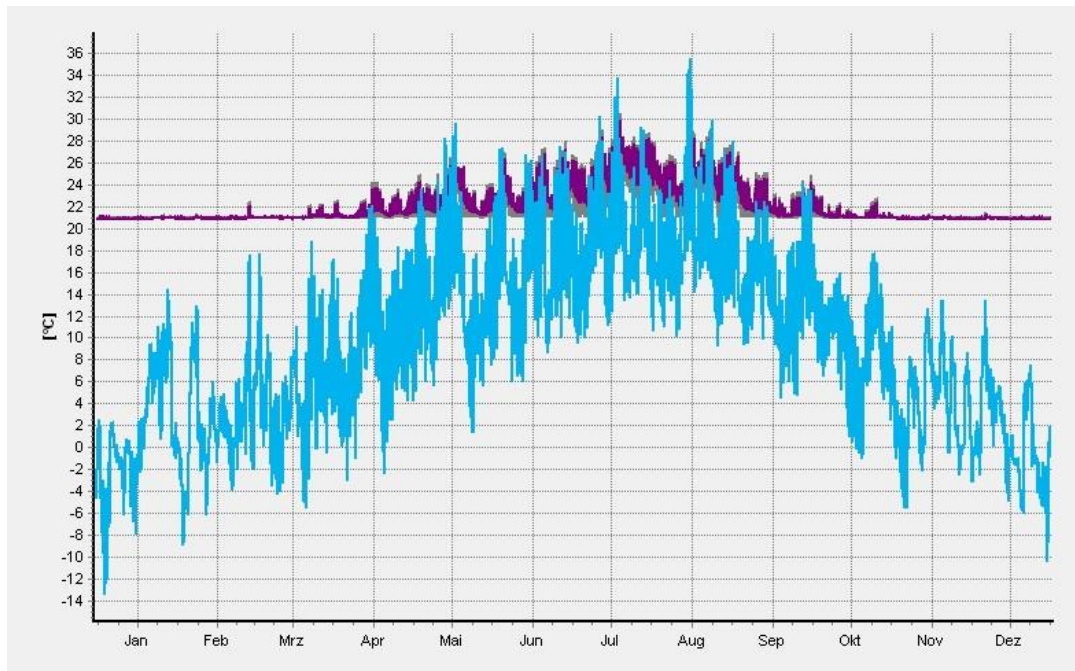


Temperaturverlauf

Max. Temperatur	30,3°C
Übertemperaturgradstunden	299 h
Der Nachweis wird eingehalten.	

## Simulationsergebnisse

UR 13



Temperaturverlauf

Max. Temperatur

29,9 °C

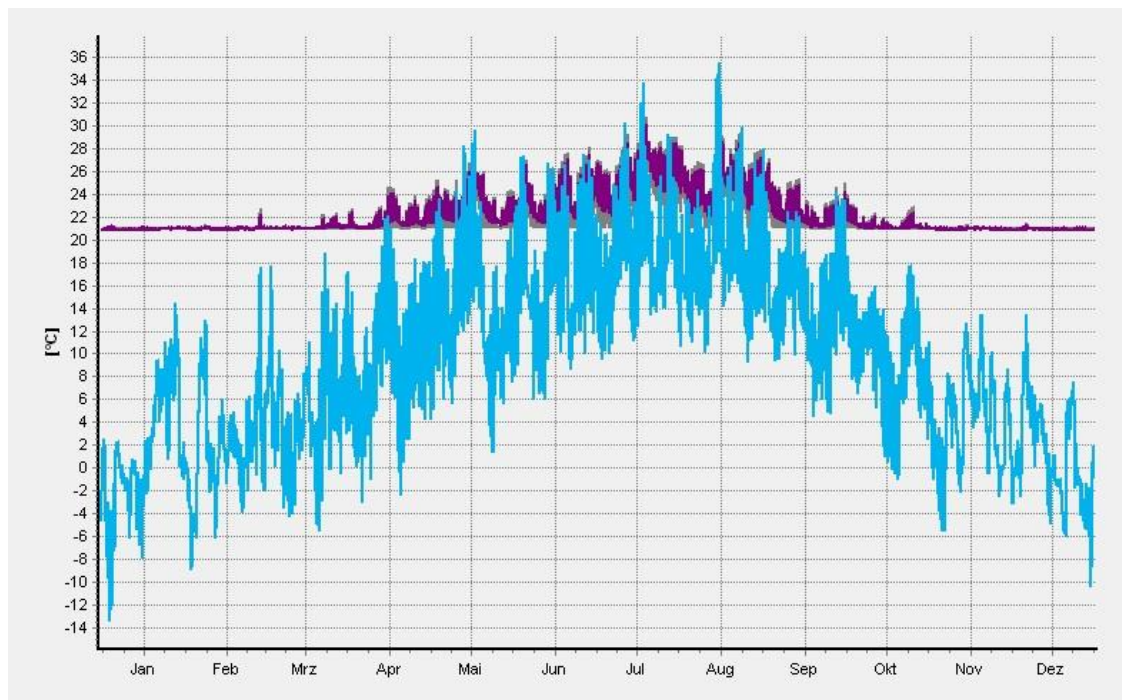
Übertemperaturgradstunden

395,1 h

Der Nachweis wird eingehalten.

## Simulationsergebnisse

UR 16



Temperaturverlauf

Max. Temperatur

30,2 °C

Übertemperaturgradstunden

498,8 h

Der Nachweis wird eingehalten.

Das Ergebnis ist sehr knapp, sodass eine Sonnenschutzverglasung oder eine hohe Nachlüftung  $\geq 5/h$  empfohlen wird.

## 2.9 Zertifikat Fernwärme

	<b>TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN</b>	<b>Fakultät Maschinenwesen</b> Institut für Energietechnik Professur für Gebäudeenergietechnik und Wärmeversorgung
<h1>Zertifikat</h1>		
<p>Hiermit wird nach AGFW FW 309-7<sup>1</sup> bescheinigt, dass auf der Grundlage der im Zertifizierungsbericht<sup>2</sup> genannten Planungsdaten</p> <p><b>der Fernwärmenetzverbund Uni-Ost Bremen der wesernetz Bremen GmbH</b></p> <p>durch das</p> <p><b>Institut für Energietechnik der TU Dresden, Professur für Gebäudeenergietechnik und Wärmeversorgung</b></p> <p>geprüft und nach Gebäudeenergiegesetz 2020 folgendermaßen bewertet wurde:</p>		
Primärenergiefaktor $f_p$ nach § 22 Absatz 2, GEG 2020: (berechnet nach FW 309-1 <sup>3</sup> )		0,00
Primärenergiefaktor $f_p$ nach § 22 Absatz 3, GEG 2020: (nach Kappung und EE-Bonus)		<b>0,25</b> <small>Nach GEG zu verwenden</small>
Emissionsfaktor $f_{CO_2eq}$ nach Anlage 9 Nr. 1c, GEG 2020: (berechnet nach FW 309-1)		<b>0,0 kg/MWh</b>
<p>Diese Bescheinigung ist gültig bis: 19.02.2027 Erstmalig ausgestellt am: 20.02.2020 Neu ausgestellt am: 16.01.2023</p>		
<p>Technische Universität Dresden Fakultät Maschinenwesen Institut für Energietechnik Professur für Gebäudeenergietechnik und Wärmeversorgung Prof. Dr.-Ing. Clemens Felsmann 01062 Dresden</p>		<p> <u>Dr.-Ing. I. Sander</u> Bearbeiter f<sub>p</sub>-Gutachter-Nr.: FW 609-010</p>
<p><sup>1</sup> AGFW FW_309-7_A_2021-05 <sup>2</sup> Bericht - Zertifizierung des Primärenergiefaktors nach AGFW FW 309 Teil 1 für den Fernwärmenetzverbund Uni-Ost Bremen der wesernetz Bremen GmbH. Dresden, 20.02.2020 <sup>3</sup> AGFW FW_309-1_A_2021-05</p>		

## 2.10 Haustechnik

Tabelle 1: Haustechnik

Heizung	
Konditionierung	Alle Zonen werden auf $\geq 20\text{ °C}$ beheizt, außer Lager/ Technik
Art der Beheizung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fernwärme Bremen <math>-f_p = 0,25</math></li> <li>- Hydraulischer Abgleich – maximal 8 Heizkörper pro Durchfluss-/Differenzdruckregler</li> </ul> <p>Verteilung innerhalb der thermischen Hülle, Pumpen sind bedarfsausgelegt und geregelt</p>
Wärmeübergabe	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Radiatoren</li> <li>- PI-Regler</li> </ul> <p>Auslegungstemp. Vor-, Rücklauf: 70/ 40°C</p>
Warmwasser	
Warmwasserzubereitung	- Dezentrale Durchlauferhitzer
Belüftung	
	<p>über eine Lüftungsanlage</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- WRG 80 %:</li> </ul>
Kühlung	
	Keine Kühlung
Beleuchtung	
	Standardwerte gemäß DIN V 18599
PV-Anlage	
	70 kWp

### 3 Berechnungsergebnisse

Nachfolgend werden die Berechnungsergebnisse zur Einhaltung des GEGs übersichtlich dargestellt. Detaillierte Angaben können der Anlage 2 – Projektdokumentation entnommen werden.

#### 3.1 GEG

Die Anforderungen gemäß Gebäudeenergiegesetz (GEG) und Bremer Baustandards werden eingehalten.

In der nachfolgenden Abbildung werden die Berechnungsergebnisse dargestellt.

Ergebnis			Anforderungen NWG			
			GEG		BEG	
	Einheit	Ist-Wert	Neubau	REF (100%)	EH40 *	
Primärenergiebedarf $Q_p$	kWh/m <sup>2</sup> a	7,6	✓ 38,7	70,4	✓ 28,1	
Mittlerer U-Wert opake Bauteile	W/m <sup>2</sup> K	0,14	✓ 0,28		✓ 0,18	
Mittlerer U-Wert transparente Bauteile	W/m <sup>2</sup> K	0,80	✓ 1,50		✓ 1,00	

Berechnungsverfahren und Randbedingungen  
Nutzung

GEG 2023 - DIN 18599:2018 - Nichtwohngebäude  
Nichtwohngebäude

Beheiztes Gebäudevolumen  $V_e$

10424,5 m<sup>3</sup>

Hüllfläche A

2301,3 m<sup>2</sup>

Nettogrundfläche  $A_{NGF}$

2481,1 m<sup>2</sup>

Fensterfläche

515,2 m<sup>2</sup>

Bauart des Gebäudes

nicht leichte Bauart

Gebäudetyp

freistehend

Abbildung 11: Berechnungsergebnisse GEG

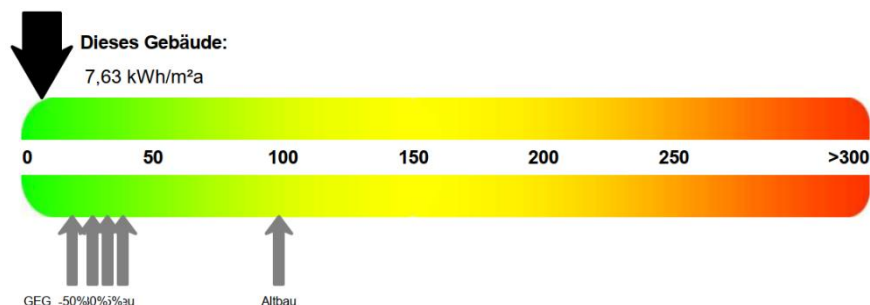


Abbildung 12: Energiebalken


## 4 Zusammenfassung


Das Sondervermögen für Immobilien und Technik der Stadtgemeinde Bremen vertreten durch IB Stadt, Theodor-Heuss-Allee 14 in Bremen, plant die Erweiterung für das Gymnasium Horn. Im Erdgeschoss ist neben einem großzügigen Eingangsbereich eine Lerngalerie eingerichtet, sowie verschiedene Technikräume. In den Obergeschossen befinden sich die Unterrichtsräume. Die Architekturplanung wird von der Gruppe GME erstellt.

Mit den in Kapitel 2 angesetzten Berechnungsgrundlagen werden die Anforderungen nach dem GEG und den Bremer Baustandards eingehalten.

Sollten sich planerische Änderungen gegenüber den im Nachweis angesetzten Randbedingungen ergeben sind uns diese mitzuteilen.

Bielefeld, im September 2023

  
B. Eng. Viktoria Magiera  
Geschäftsführerin





# Anlage 1

## Bauteilaufbauten und Feuchteschutz

### Wärmeschutznachweis nach Gebäudeenergiegesetz 2023


Projekt: Gymnasium Horn

Standort: 28359 Bremen

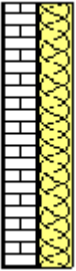
Bericht Nr.: EW2022037-01




## A1.1 Bauteilaufbauten und U-Wert Ermittlung

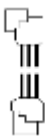

Kennung	Bauteil		
Dach			
	<b>Flachdach 280mm WLS 035</b>	<b>U-Wert:</b>	<b>0,119</b>
	Gesamtdicke: 52 cm	W/(m² K)	
		<b>d</b>	<b>λ</b>
	Bauteilaufbau: Schichtenfolge von innen nach außen	cm	W/(m K)
	1 Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit	1,50	0,700
	2 Beton nach EN 12524, armiert mit 2% Stahl	20,00	2,500
	3 Dampfsperre	0,50	0,330
	4 Mineral. und pflanzl. Faserdämmstoff (WLG 035)	28,00	0,035
5 Bitumendachbahnen DIN 52128	1,00	0,170	
6 Bitumendachbahnen DIN 52128	1,00	0,170	

Wand gegen Außenluft

	<b>Außenwand Vorhangfassade, 24cm 035</b>	<b>U-Wert:</b>	<b>0,177</b>
	Gesamtdicke: 49,5 cm	W/(m² K)	
		<b>d</b>	<b>λ</b>
	Bauteilaufbau: Schichtenfolge von innen nach außen	cm	W/(m K)
	1 Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit	1,50	0,700
	2 Kalksandstein, NM/DM (2000 kg/m³)	24,00	1,100
	3 Mineral. und pflanzl. Faserdämmstoff (WLG 035)	24,00	0,035

Kennung	Bauteil	U-Wert:	
	<b>Wand gegen beheizt - Altbau</b>	<b>2,111</b>	
	Gesamtdicke: 24 cm	W/(m² K)	
	Bauteilaufbau: Schichtenfolge von innen nach außen	<b>d</b>	<b>λ</b>
		cm	W/(m K)
	1 Kalksandstein, NM/DM (1600 kg/m³)	24,00	0,790


*Fenster (nach außen)*

2.10.8	<b>3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 3/0,6/0,8</b>	<b>U-Wert: 0,800</b>
		W/(m² K)
1.9.8	<b>2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung 2/1,2/0,8</b>	<b>U-Wert: 1,200</b>
	<b>Dachfenster - RWA</b>	W/(m² K)


*Tür (nach außen)*

1.2.8	<b>Leichtmetallrahmentür 1,1</b>	<b>U-Wert: 1,100</b>
		W/(m² K)

Boden gegen Erdreich

	<b>Bodenplatte</b>	<b>U-Wert: 0,122</b>	
	Gesamtdicke: 60,015 cm	W/(m² K)	
		<b>d</b>	<b>λ</b>
		cm	W/(m K)
	Bauteilaufbau: Schichtenfolge von innen nach außen		
	1 Zement-Estrich	5,00	1,400
	2 Mineral. und pflanzl. Faserdämmstoff (WLG 040)	4,00	0,040
	3 Mineral. und pflanzl. Faserdämmstoff (WLG 040)	6,00	0,040
	4 PE-Folie gestapelt 0,15 mm (DIN 12524)	0,01	0,330
	5 Beton armiert mit 2% Stahl (DIN 12524)	25,00	2,500
	6 Polystyrol PS-Extruderschaum (WLG 037)	20,00	0,037

Boden gegen Außenluft

	<b>Boden gegen Außenluft</b>	<b>U-Wert: 0,122</b>	
	Gesamtdicke: 54,515 cm	W/(m² K)	
		<b>d</b>	<b>λ</b>
		cm	W/(m K)
	Bauteilaufbau: Schichtenfolge von innen nach außen		
	1 Zement-Estrich	6,50	1,400
	2 Mineral. und pflanzl. Faserdämmstoff (WLG 040)	4,00	0,040
	3 PE-Folie gestapelt 0,15 mm (DIN 12524)	0,01	0,330
	4 Beton armiert mit 2% Stahl (DIN 12524)	20,00	2,500
	5 Mineral. und pflanzl. Faserdämmstoff (WLG 035)	24,00	0,035

## A2.2 Feuchteschutz

Bauteil	Befreiung nach DIN 4108-3	Anforderung
Außenwand mit Vorhangfassade	Außenwand aus Mauerwerk nach Abschnitt 5.3.2.1	Verblendmauerwerk nach DIN EN 1996-1-1
Flachdach	Dach nach Abschnitt 5.3.3.2 e) Bild 8	nicht belüftete Dächer mit Dachabdichtung
Boden gegen Erdreich	Bodenplatte nach 5.3.2.6	Bodenplatte mit Perimeterdämmung

## Anlage 2

### Projektdokumentation

## Wärmeschutznachweis nach Gebäudeenergiegesetz 2023

Projekt: Gymnasium Horn

Standort: 28359 Bremen

Bericht Nr.: EW2022037-01

# DIN 18599 Berechnungsunterlagen



Gebäude: Vorkampsweg 97  
28359 Bremen

Auftraggeber: Firma

Vorkampsweg 97  
28359 Bremen

Variante: -

Erstellt von:

Erstellt am: 12.09.2023

Geändert am: 13.09.2023

13.09.2023

(Datum)

(Unterschrift)

## Allgemeine Angaben zum Gebäude

Baujahr: 2023

Baujahr Wärmeerzeugung: 2023

Baujahr Klimaanlage:

Gebäudeart: Nicht-Wohngebäude

Gebäudetyp: Neubau

Nettogrundfläche  $A_{NGF}$ : 2481 m<sup>2</sup>

Nutzfläche (0,32  $V_e$ )  $A_N$ : 3336 m<sup>2</sup>

Hüllfläche  $A$ : 2301 m<sup>2</sup>

Volumen (automatisch aus Zonen-Nettovolumen)  $V_e$ : 10425 m<sup>3</sup>

Luftvolumen  $V$ : 8340 m<sup>3</sup>

### Angaben zur Gebäudegeometrie (zur Bestimmung der Standardleitungslängen)

Vollgeschosse  $n_G$ : 5

Geschosshöhe  $h_G$ : 3,50 m

Charakteristische Breite  $B$ : 17,80 m

Charakteristische Länge  $L$ : 36,00 m

Klimareferenzort: Deutschland (Potsdam)

Norm-Außentemperatur  $\vartheta_e$ : -12 °C

Mittl. Außentemperatur  $\vartheta_{e,mittel}$ : 9,5 °C

Außentemperatur Juli  $\vartheta_{e,Jul}$ : 25,0 °C

Außentemperatur September  $\vartheta_{e,Sep}$ : 20,3 °C

### Zonen:

Nr.	Zone	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Anteil [%]	Hüllfläche [m <sup>2</sup> ]	Konditionierung
1	Lager, Technik	274,26	11,05	0,00	Heizung + Lüftungsanlage + Beleuchtung
2	Verkehrsfläche	529,71	21,35	0,00	Heizung + Lüftungsanlage + Beleuchtung
3	Klassenzimmer (Schule), Grupp...	1567,41	63,17	2038,35	Heizung + Lüftungsanlage + Beleuchtung
4	WC und Sanitärräume in Nichtw...	109,69	4,42	262,95	Heizung + Lüftungsanlage + Beleuchtung
$\Sigma$		2481,06	$\Sigma$	2301,29	

**Hüllfläche:**

Ausrichtung und Bauteil	Fläche $A_i$ [m²]	$U_i$ -Wert [W/m²K]
Dach 001-3	81,04	0,119
Dach 001-4	84,93	0,119
Dach 001-5	83,55	0,119
Dach 001-6	81,30	0,119
Dach 001-7	80,94	0,119
Dach 001-8	87,38	0,119
Dach 001-2	47,84	0,119
NW - AW 028-2	13,14	0,177
SW - AW 024	17,73	0,177
SW - AW 024-2	13,59	0,177
SO - AW 025-2	18,59	0,177
SO - AW 025-3	16,41	0,177
SO - AW 025-4	15,38	0,177
NW - AW 028-3	17,09	0,177
NW - AW 028-4	14,45	0,177
SW - AW 019	35,07	0,177
SO - AW 020	53,42	0,177
NW - AW 023	13,88	0,177
NW - AW 023-3	35,46	0,177
SW - AW 014	18,82	0,177
NW - AW 018-2	15,77	0,177
SO - AW 015-2	19,65	0,177
SW - AW 014-2	14,35	0,177
SO - AW 015-3	17,42	0,177
SO - AW 015-4	16,36	0,177
NW - AW 018-3	18,11	0,177
NW - AW 018-4	17,35	0,177
SO - AW 010-3	55,52	0,177
SW - AW 013	29,15	0,177
SW - AW 007	6,55	0,177
SO - AW 008-3	13,18	0,177
SO - AW 025	20,69	0,177
NO - AW 026-2	32,68	0,177
NO - AW 021-2	33,55	0,177
SO - AW 020-2	21,24	0,177
NO - AW 016-2	33,55	0,177
SO - AW 015	21,24	0,177
NW - F 026	12,88	0,800
SW - F 025	21,39	0,800
SW - F 024	14,95	0,800
SO - F 014	21,39	0,800
SO - F 032	21,39	0,800
SO - F 030	21,39	0,800
NW - F 027	21,39	0,800
NW - F 028	21,39	0,800
SW - F 016	14,95	0,800
SW - F 017	21,39	0,800
SO - F 015	21,39	0,800
SO - F 022	21,39	0,800
SO - F 023	21,39	0,800
Σ	1473,04	

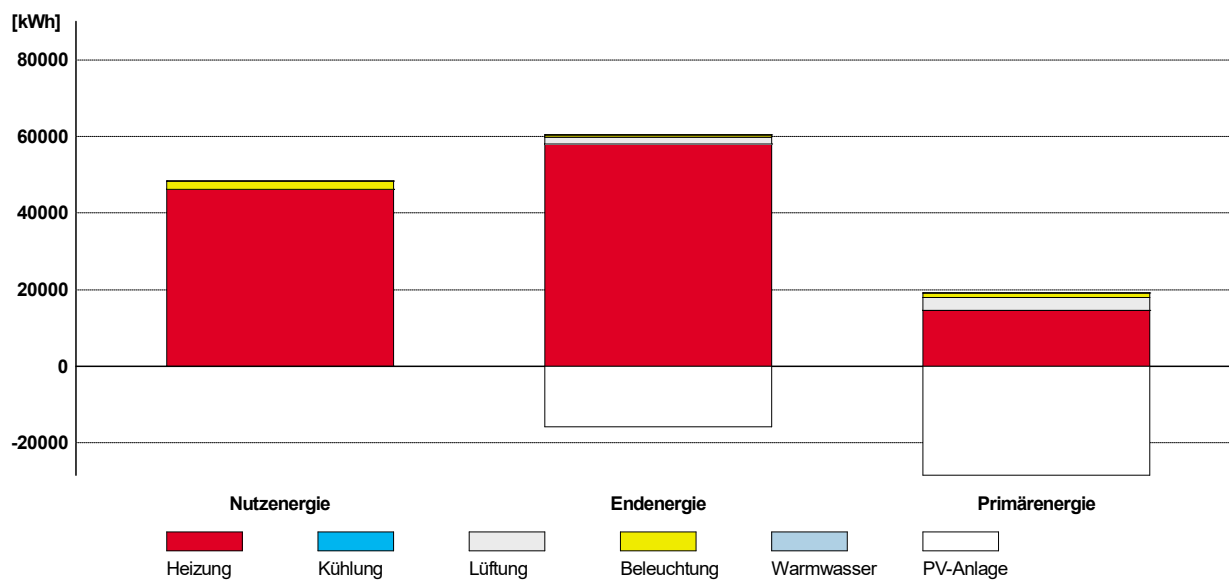


Ausrichtung und Bauteil	Fläche A <sub>i</sub> [m²]	U <sub>i</sub> -Wert [W/m²K]
NW - F 018	12,88	0,800
NW - F 019	21,39	0,800
NW - F 020	21,39	0,800
SW - F 007	21,39	0,800
NW - F 008	12,88	0,800
SO - F 005	21,39	0,800
SW - F 006	14,95	0,800
SO - F 013	21,39	0,800
SO - F 012	21,39	0,800
NW - F 009	21,39	0,800
NW - F 010	21,39	0,800
SW - F 003	11,44	0,800
SW - F 004	4,29	0,800
SO - F 002	6,76	0,800
SO - F 001	24,18	0,800
Boden OG2 002-3	35,22	0,240
Boden OG2 002-8	7,28	0,240
Boden OG2 002-9	31,90	0,240
Boden OG2 002-13	57,28	0,240
Boden OG2 002-12	22,30	0,240
Boden OG1 002-5	3,74	0,240
Boden EG-3	135,71	0,122
Boden OG2 002-5	26,69	0,240
Boden OG2 003-2	76,07	0,122
Boden OG2 003-3	67,81	0,122
Boden OG2 003-4	40,66	0,122
Boden OG2 003-5	39,63	0,122
Boden OG2 003-1	25,46	0,122
Σ	2301,29	

**Energiebilanz:**

in kWh/a in kWh/m²a	Gesamt	Heizung	Kühlung	Lüftung	Beleuchtung	Warmwasser	PV *
<b>Nutzenergie</b>	48387	46300	0	0	2087	0	0
	19,50	18,66	0	0	0,84	0	0
<b>Endenergie</b>	60437	58006	0	1811	619	0	(-15815)
	24,36	23,38	0	0,73	0,25	0	(-6,37)
<b>Primärenergie</b>	18926	14551	0	3261	1115	0	(-28467)
	7,63	5,86	0	1,31	0,45	0	(-11,47)

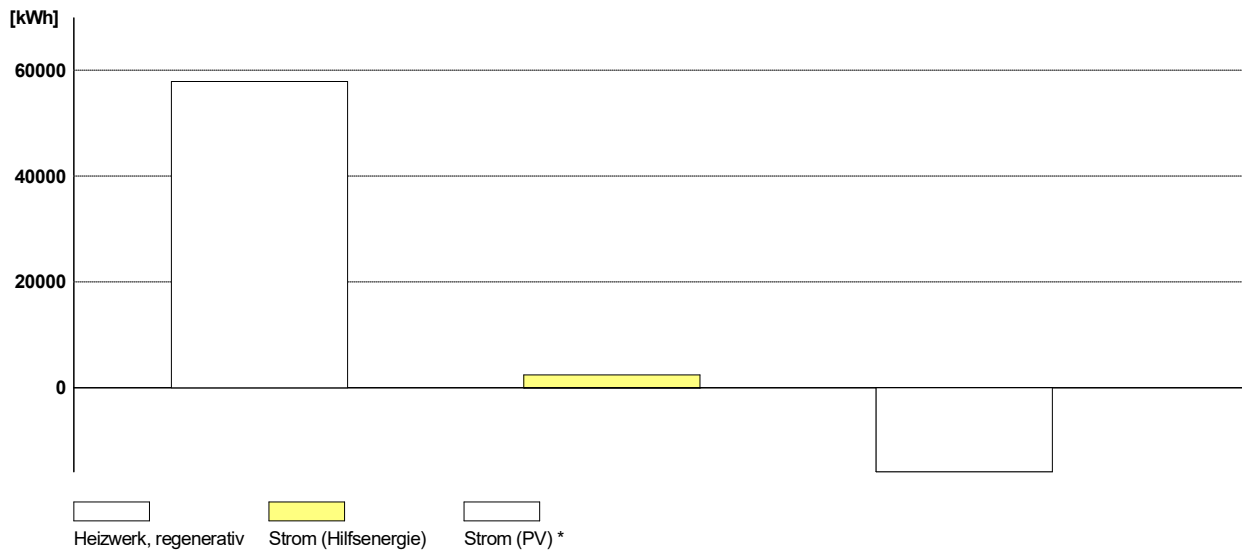
\* PV bereits in Endenergie / Primärenergie verrechnet



**Endenergiebedarf bezogen auf Energieträger:**

Energieträger in k...	Gesamt	Heizung	Kühlung	Lüftung	Beleuchtung	Warmwasser	PV
Heizwerk, regene...	57975	57975	0	0	0	0	0
Strom (Hilfsenerg...	2463	32	0	1811	619	0	0
Strom (PV) *	-15815	0	0	0	0	0	-15815

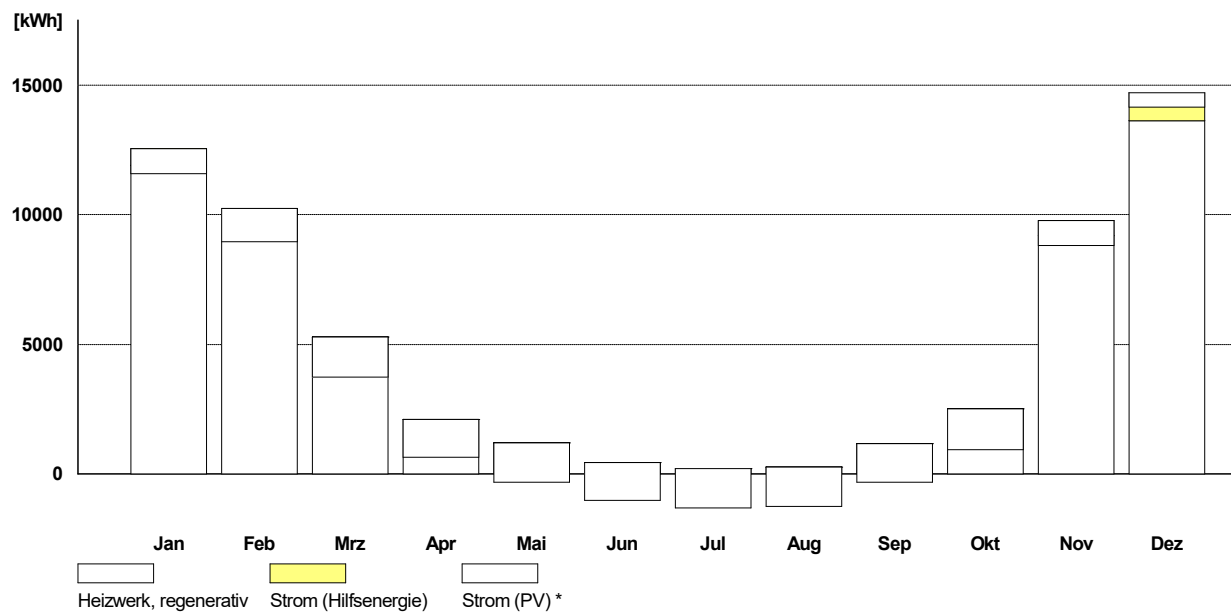
\* PV bereits beim Strom verrechnet



**Endenergiebedarf bezogen auf Energieträger - Monatsbilanzierung:**

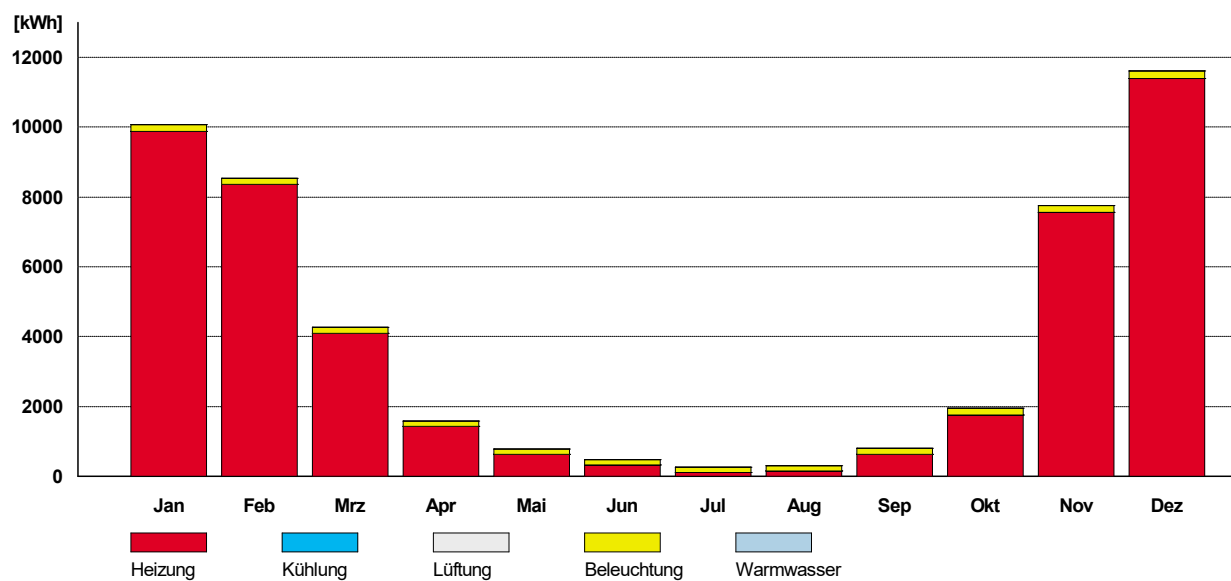
in kWh	Gesamt	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Heizwerk, regene...	<b>57975</b>	11913	10089	5269	2111	1195	450	219	264	1164	2503	9189	13607
Strom (Hilfsener...	<b>2463</b>	649	142	0	0	0	0	0	0	0	0	584	1087
Strom (PV) *	<b>-15815</b>	-948	-1272	-1538	-1471	-1509	-1458	-1511	-1521	-1490	-1566	-970	-560
<b>Gesamt</b>	<b>60437</b>	12563	10232	5269	2111	1195	450	219	264	1164	2503	9773	14694

\* PV bereits beim Strom verrechnet



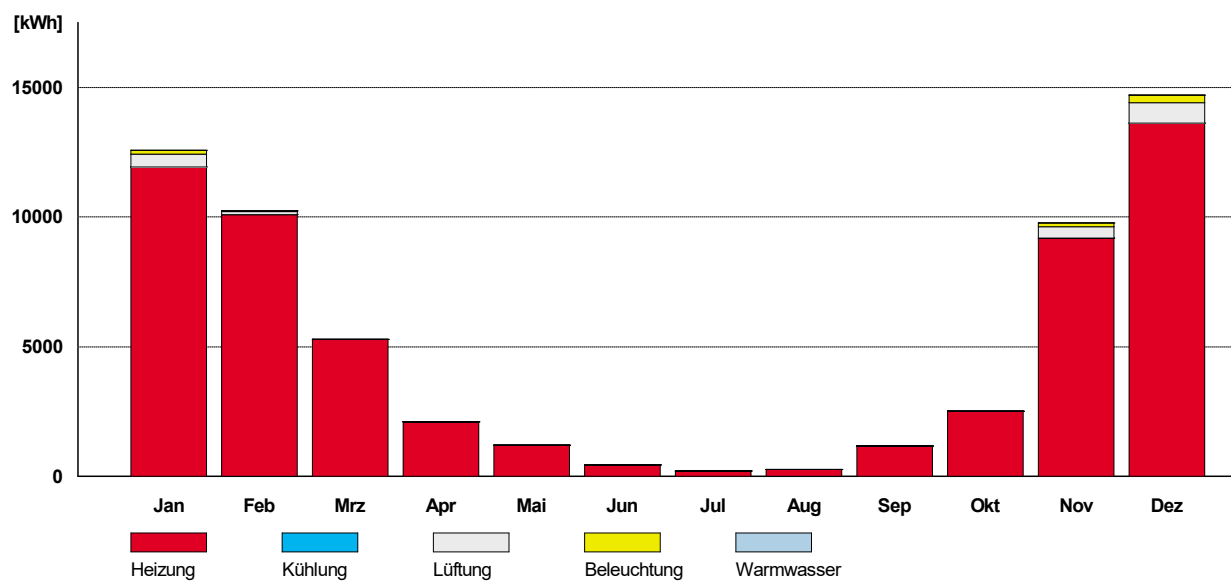
**Nutzenergiebedarf - Monatsbilanzierung:**

in kWh	Gesamt	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Heizung	46300	9884	8357	4088	1427	637	315	105	143	622	1757	7570	11395
Kühlung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lüftung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Beleuchtung	2087	200	164	169	155	154	148	156	162	166	186	199	227
Warmwasser	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Gesamt</b>	<b>48387</b>	<b>10083</b>	<b>8521</b>	<b>4257</b>	<b>1582</b>	<b>792</b>	<b>463</b>	<b>261</b>	<b>304</b>	<b>789</b>	<b>1943</b>	<b>7769</b>	<b>11622</b>



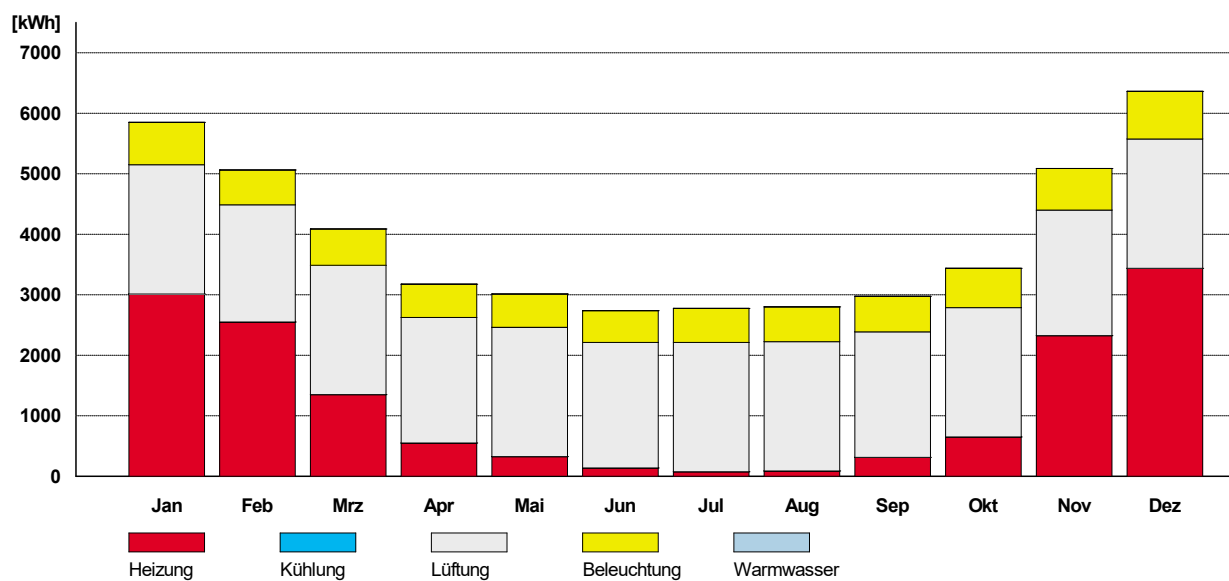
**Endenergiebedarf - Monatsbilanzierung:**

in kWh	Gesamt	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Heizung	58006	11922	10091	5269	2111	1195	450	219	264	1164	2503	9196	13622
Kühlung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lüftung	1811	484	108	0	0	0	0	0	0	0	0	433	786
Beleuchtung	619	157	32	0	0	0	0	0	0	0	0	144	286
Warmwasser	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Gesamt</b>	<b>60437</b>	<b>12563</b>	<b>10232</b>	<b>5269</b>	<b>2111</b>	<b>1195</b>	<b>450</b>	<b>219</b>	<b>264</b>	<b>1164</b>	<b>2503</b>	<b>9773</b>	<b>14694</b>



**Primärenergiebedarf - Monatsbilanzierung:**

in kWh	Gesamt	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Heizung	14808	3016	2555	1345	550	319	132	75	86	311	648	2329	3442
Kühlung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lüftung	25239	2144	1936	2144	2074	2144	2074	2144	2144	2074	2144	2074	2144
Beleuchtung	7346	694	577	598	552	552	530	557	575	587	653	690	781
Warmwasser	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Gesamt</b>	<b>47393</b>	<b>5854</b>	<b>5068</b>	<b>4086</b>	<b>3176</b>	<b>3015</b>	<b>2736</b>	<b>2775</b>	<b>2804</b>	<b>2973</b>	<b>3445</b>	<b>5093</b>	<b>6367</b>



## Bewertung des Gebäudes entsprechend den GEG-Anforderungen

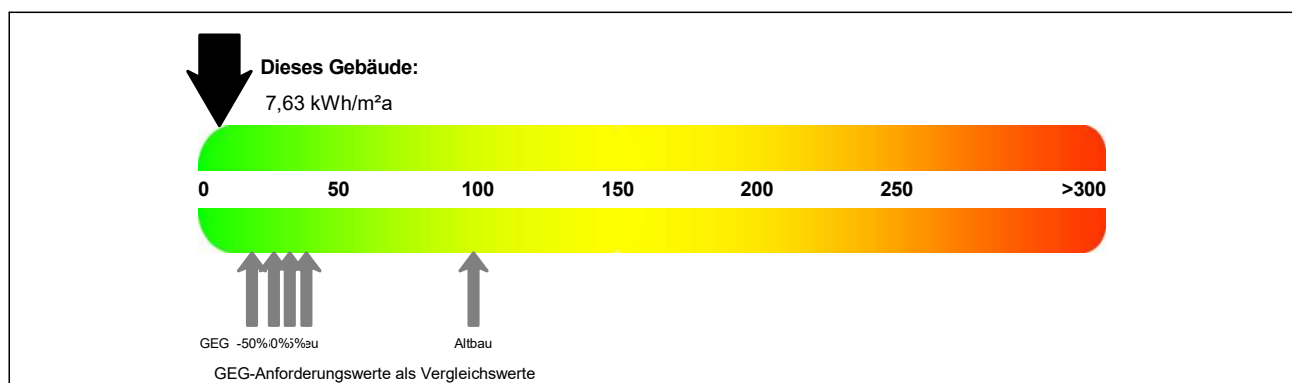
Die Gesamtbewertung des Gebäudes erfolgt aufgrund des Jahres-Primärenergiebedarfs pro m<sup>2</sup> Nettogrundfläche sowie der Wärmedurchgangskoeffizienten (mittleren U-Werte).

Der Höchstwert für den Jahres-Primärenergiebedarf bezogen auf die Nettogrundfläche ergibt sich für zu errichtende Nichtwohngebäude aus dem Jahres-Primärenergiebedarf eines Referenzgebäudes gleicher Geometrie, Nettogrundfläche, Ausrichtung und Nutzung, das hinsichtlich seiner Ausführung bestimmten Anforderungen entspricht, multipliziert mit dem Faktor 0,55. Die Anforderungen sind im Gebäudeenergiegesetz - GEG 2023 - Anlage 2 aufgelistet.

Der Primärenergiebedarf umfasst Heizung, Lüftung, Kühlung, Beleuchtung und Warmwasserbereitung.

Die Höchstwerte der mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten der wärmeübertragenden Umfassungsfläche sind im GEG 2023 - Anlage 3 aufgelistet.

Für modernisierte Altbauten dürfen der Höchstwert für den Jahres-Primärenergiebedarf bezogen auf die Nettogrundfläche den Höchstwert für das Referenzgebäude und die Höchstwerte der mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten der wärmeübertragenden Umfassungsfläche die Höchstwerte für den Neubau versehen mit einem Faktor entsprechend GEG 2023 § 50 Absatz 1.2 um maximal 40 % übersteigen.



	Ist-Wert	mod. Altbau	GEG-Neubau	GEG - 15%	GEG - 30%	GEG - 50%
Jahres-Primärenergiebedarf $q_p$ [kWh/m <sup>2</sup> a]	7,63	98,51	38,70	32,90	27,09	19,35
Mittlere U-Werte [W/m <sup>2</sup> K]						
- Opake Außenbauteile	0,140	0,560	0,280	0,238	0,196	0,140
- Transparente Außenbauteile	0,800	2,660	1,500	1,275	1,050	0,750

Gebäudeart:		Nicht-Wohngebäude
Gebäudetyp:		Neubau
Energiebezugsfläche	$A_{EBF}$ :	2481 m <sup>2</sup>
Hüllfläche	$A$ :	2301 m <sup>2</sup>
Volumen	$V_e$ :	10425 m <sup>3</sup>



## Anlagentechnik

Versorgungsbereiche sind Bereiche, die von der gleichen Technik (Heizung, Warmwasser, Lüftung, Kühlung, Beleuchtung usw.) versorgt werden.

Ein Versorgungsbereich kann sich dabei über mehrere Zonen erstrecken, eine Zone kann mehrere Versorgungsbereiche umfassen, Zone und Versorgungsbereich können aber auch identisch sein.

Für einen Versorgungsbereich werden die Technik, die Kreise (Verteilung) sowie die Übergaben, d. h. die versorgten Zonen, angegeben.

Ein <sup>1</sup> hinter einer Bezeichnung bedeutet, dass vom Standardwert der Norm abgewichen wurde.

### Heizungsanlage

#### Versorgungsbereich

#### Heizwärme-Erzeugung 1

##### Erzeuger:

Typ:

Baujahr:

Brennstoff:

##### Erzeuger 1

Nah-/Fernwärme

2023

Heizwerk, regenerativ

Erzeugernutzwärmeabgabe

$Q_{\text{outg}}$ : 57197,48 kWh

Art der Fernwärme-Hausstation:

Wasser - niedrige Temperatur

Dämmklasse nach DIN EN ISO 12828:

Dämmklasse 4/5 (Sek./Primärseite) - sehr gut

Vorlauftemperaturregelung erfolgt in der Hauszentrale der Hausstation:

Nein

#### Heizkreis:

#### Verteilung 1

Rohrleitungen:

Leitung	Typ	Lage	Länge [m]	U-Wert [W/mK]
Leitung 1	Anbinde-Leitung	in Zone Lager, Technik, Verkehrsfläche, Klassenzimmer (Schule), ...	124,05	0,255
Leitung 2	Strang-Leitung	in Zone Lager, Technik, Verkehrsfläche, Klassenzimmer (Schule), ...	37,62	0,255
Leitung 3	Verteilungs-Leitung	in keiner Zone - im Unbeheizten	750,87	0,200

Pumpen:

Pumpe	Regelung	Max. Leitungslänge [m]	Leistung [W]
Pumpe 1	geregelt - delta-p konstant	143,41	77,68

Art des Rohrnetzes:

Zweirohrheizung

Auslegungstemperatur:

70/40 °C

**Übergaben:**

Übergabe	Versorgte Zone	Proz. Anteil <sup>1)</sup> [%]	Übergabekomponente	Regelung
Übergabe 1	Lager, Technik	100	Heizkörper (freie Heizflächen)	PI-Regler - mit Optimierung
Übergabe 2	Verkehrsfläche	100	Heizkörper (freie Heizflächen)	PI-Regler - mit Optimierung
Übergabe 3	Klassenzimmer (Schule), Gr...	100	Heizkörper (freie Heizflächen)	PI-Regler - mit Optimierung
Übergabe 4	WC und Sanitärräume in Nic...	100	Heizkörper (freie Heizflächen)	PI-Regler - mit Optimierung

<sup>1)</sup> Prozentualer Anteil, mit der der o. g. Warmwasserkreis die Zone versorgt.

**RLT-Anlage****Versorgungsbereich:****Lüftungsanlage 1**

Zuluftvolumenstrom	$V_{\text{ZUL}}$ :	13034,00 m³/h
Abluftvolumenstrom	$V_{\text{ABL}}$ :	13034,00 m³/h
Warmluft:		Nein
Kaltluft:		Nein
Be- und Entfeuchtung der Zuluft:		Nein
Kompletter Mindestaußenluftvolumenstrom:		Ja
Kreislaufverbundsystem:		Nein

---

**Wärmetauscher:**

Wärmerückgewinnungsgrad	80 %
-------------------------	------



**Photovoltaikanlage****Erzeuger:****PV-Anlage**

Name:

PV-Anlage

Gesamtfläche

A: 192,31 m<sup>2</sup>

Modul-Ausrichtung:

West

Neigung:

30 °

Peakleistung der Anlage

P<sub>pk</sub>: 35,00 kW

Systemleistungsfaktor

f<sub>perf</sub>: 0,7500

Technologie:

kristallin

Stärke der Belüftung:

Mäßig belüftete Module

Batterie vorhanden:

Nein

PV-Abzugswert (gesamt) nach GEG

Q<sub>p,PV</sub>: 28467 kWh

in kWh	Gesamt	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
<b>Ertrag PV-Anlage</b>	23109	439	635	1582	2926	3551	3725	3304	2900	2041	1230	493	281

**Photovoltaikanlage****Erzeuger:****PV-Anlage 2**

Name:

PV-Anlage 2

Gesamtfläche

A: 192,31 m<sup>2</sup>

Modul-Ausrichtung:

Ost

Neigung:

30 °

Peakleistung der Anlage

P<sub>pk</sub>: 35,00 kW

Systemleistungsfaktor

f<sub>perf</sub>: 0,7000

Technologie:

kristallin

Stärke der Belüftung:

Unbelüftete Module

Batterie vorhanden:

Nein

PV-Abzugswert (gesamt) nach GEG

Q<sub>p,PV</sub>: 28467 kWh

in kWh	Gesamt	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
<b>Ertrag PV-Anlage</b>	22990	509	637	1558	3001	3461	3667	3363	2838	1937	1263	476	279

## **Beleuchtung**

### **Beleuchtung der Zone Lager,Technik:**

#### **Tageslicht:**

Name:	Beleuchtung 1
Fläche des Bereichs	A: 274,26 m <sup>2</sup>
Flächenanteil an der Zone	$\Delta A_{\text{Zone}}$ : 100,00 %
Fensterfläche	$A_w$ : 0,00 m <sup>2</sup>
Flächenanteil mit Tageslicht	$A_{\text{TL,Ant,d}}$ : 100,00 %

#### **Kunstlicht:**

Berechnungsverfahren:	einfaches Tabellenverfahren
Beleuchtungsart:	Direkt
Lampenart:	LEDs in LED-Leuchten
Abluftleuchten (mit Wärmeabsaugung):	Nein
Elektr. Bewertungsleistung	P: 725,68 W
Beleuchtungskontrolle:	Nein
Konstantlichtkontrolle:	Nein

### **Beleuchtung der Zone Verkehrsfläche:**

#### **Tageslicht:**

Name:	Beleuchtung 1
Fläche des Bereichs	A: 529,71 m <sup>2</sup>
Flächenanteil an der Zone	$\Delta A_{\text{Zone}}$ : 100,00 %
Fensterfläche	$A_w$ : 0,00 m <sup>2</sup>
Flächenanteil mit Tageslicht	$A_{\text{TL,Ant,d}}$ : 100,00 %

#### **Kunstlicht:**

Berechnungsverfahren:	einfaches Tabellenverfahren
Beleuchtungsart:	Direkt
Lampenart:	LEDs in LED-Leuchten
Abluftleuchten (mit Wärmeabsaugung):	Nein
Elektr. Bewertungsleistung	P: 960,36 W
Beleuchtungskontrolle:	Ja
Präsenzabhängig:	Automatisch mit Präsenzmelder
Tageslichtabhängig:	Manuell (kein automatisches System)
Konstantlichtkontrolle:	Nein
Einschaltdauer Tag / Nacht:	24 % / 24 %

### **Beleuchtung der Zone Klassenzimmer (Schule), Gruppenraum (Kindergarten):**

**Tageslicht:**

Name:	Beleuchtung 1
Fläche des Bereichs	A: 1567,41 m <sup>2</sup>
Flächenanteil an der Zone	$\Delta A_{\text{Zone}}$ : 100,00 %
Fensterfläche	$A_{\text{w}}$ : 515,18 m <sup>2</sup>
Flächenanteil mit Tageslicht	$A_{\text{TL,Ant,d}}$ : 100,00 %

**Fenster:**

Brüstungshöhe	$h_{\text{Br}}$ : 0,80 m
Höhe des Fenstersturzes	$h_{\text{St}}$ : 2,80 m
Orientierung der Fenster:	Süd
Lichttransmissionsgrad	$\tau_{\text{D65,SNA}}$ : 0,600
Minderungsfaktor Rahmen	$k_1$ : 0,700
Verbauungsindex	$l_v$ : 1,000
Sonnen-/Blendschutz:	kein Sonnen- und/oder Blendschutz

**Kunstlicht:**

Berechnungsverfahren:	einfaches Tabellenverfahren
Beleuchtungsart:	Direkt
Lampenart:	LEDs in LED-Leuchten
Abluftleuchten (mit Wärmeabsaugung):	Nein
Elektr. Bewertungsleistung	P: 5587,42 W
Beleuchtungskontrolle:	Nein
Konstantlichtkontrolle:	Nein

**Beleuchtung der Zone WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäuden:****Tageslicht:**

Name:	Beleuchtung 1
Fläche des Bereichs	A: 109,69 m <sup>2</sup>
Flächenanteil an der Zone	$\Delta A_{\text{Zone}}$ : 100,00 %
Fensterfläche	$A_{\text{w}}$ : 0,00 m <sup>2</sup>
Flächenanteil mit Tageslicht	$A_{\text{TL,Ant,d}}$ : 100,00 %

**Kunstlicht:**

Berechnungsverfahren:	einfaches Tabellenverfahren
Beleuchtungsart:	Direkt
Lampenart:	LEDs in LED-Leuchten
Abluftleuchten (mit Wärmeabsaugung):	Nein
Elektr. Bewertungsleistung	P: 397,74 W
Beleuchtungskontrolle:	Ja
Präsenzabhängig:	Automatisch mit Präsenzmelder
Tageslichtabhängig:	Manuell (kein automatisches System)
Konstantlichtkontrolle:	Nein
Einschaltdauer Tag / Nacht:	14,5 % / 14,5 %



## Übersicht der verwendeten Normen und Verordnungen

Datum	Bezeichnung
	Gebäudeenergiegesetz GEG
DIN 277 Teil 1	- Grundflächen und Rauminhalte im Hochbau Teil 1 - Begriffe, Ermittlungsgrundlagen
DIN EN 832	- Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden
DIN 4108 Teil 2	- Mindestanforderungen an den Wärmeschutz
DIN 4108 Teil 3	- Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz, Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise
DIN V 4108 Teil 4	- Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden Teil 4: Wärme- und feuchteschutztechnische Bemessungswerte
DIN V 4108 Bbl 2	- Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden Wärmebrücken, Planungs- und Ausführungsbeispiele
DIN EN ISO 6946	- Bauteile - Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient - Berechnungsverfahren
DIN EN ISO 10077-1	- Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten Teil 1 : Vereinfachtes Verfahren
DIN EN 12524	- Baustoffe und -produkte - Eigenschaften Eigenschaften - Tabellierte Bemessungswerte Tabellierte Bemessungswerte
DIN EN ISO 13370	- Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden Wärmeübertragung über das Erdreich
DIN V 18599 Teil 1	- Allgemeine Bilanzierungsverfahren, Begriffe, Zonierung und Bewertung der Energieträger
DIN V 18599 Teil 2	- Nutzenergiebedarf für Heizen und Kühlen von Gebäudezonen
DIN V 18599 Teil 3	- Nutzenergiebedarf für die energetische Luftaufbereitung
DIN V 18599 Teil 4	- Nutz- und Endenergiebedarf für Beleuchtung
DIN V 18599 Teil 5	- Endenergiebedarf von Heizsystemen
DIN V 18599 Teil 6	- Endenergiebedarf von Lüftungsanlagen, Luftheizungsanlagen und Kühltssystemen für den Wohnungsbau
DIN V 18599 Teil 7	- Endenergiebedarf von Raumluftechnik- und Klimakältesystemen für den Nichtwohnungsbau
DIN V 18599 Teil 8	- Nutz- und Endenergiebedarf von Warmwasserbereitungssystemen
DIN V 18599 Teil 9	- End- und Primärenergiebedarf von stromproduzierenden Anlagen
DIN V 18599 Teil 10	- Nutzungsrandbedingungen, Klimadaten