



Vor- und Nachname **Dipl.-Ing. M.Eng. Dieter Röber**
der/des saSV
Bürobezeichnung **Westring 303**
Anschrift **44629 Herne**

Prüf-Nr.: / Az: **H2301.2**

Bescheinigung nach § 23 Absatz 1 SV-VO über die energetischen Nachweise nach § 2 Absatz 2 Nummer 1. und 2. GEG-UVO

- **Vorhaben nach §§ 64 bis 66 i.V.m. § 68 Absatz 2 BauO NRW 2018:** Bauherrschaft reicht Bescheinigung mit **Anzeige des Baubeginns** bei der Bauaufsichtsbehörde ein.
- **Vorhaben nach § 63 BauO NRW 2018:** Bescheinigung muss spätestens bei Baubeginn der Bauherrschaft vorliegen (Absatz 8).

I. Angaben zum Bauvorhaben	
1. Genaue Bezeichnung: Erweiterungsbau Quinoa-Schule	
2. Bauort: Drögenkamp 10, 44652 Herne (Anschrift)	
3. Bauherrschaft (§ 53 BauO NRW 2018): Stadt Herne, Fachbereich Gebäudemanagement (Name, Vorname) Langekampstraße 36, 44652 Herne (Anschrift)	
4. Entwurfsverfassende (§ 54 Absatz 1 BauO NRW 2018): Architektur.DLX (Name, Vorname) Hoher Wall 15, 44137 Dortmund (Anschrift)	5. Fachplanerin/Fachplaner ⁽¹⁾ (§ 54 Absatz 2 BauO NRW 2018): Dipl.-Ing. M.Eng. Dieter Röber (Name, Vorname) Westring 303, 44629 Herne (Anschrift)
II. Ergebnis der Prüfung	
☒ Die von mir aufgestellten energetischen Nachweise entsprechen den geltenden Vorschriften. Die Anforderungen, die sich aus dem GEG ergeben, sind erfüllt. ⁽²⁾	
☐ Die von der Fachplanerin/dem Fachplaner (Nr. 5.) aufgestellten und von mir geprüften energetischen Nachweise entsprechen den geltenden Vorschriften. Die sich aus dem GEG ergebenden Anforderungen sind erfüllt. ⁽²⁾	
III. Unterschrift	
Herne, 15.07.2024 (Ort, Datum)	 (Rundstempel)
	 (Unterschrift ⁽³⁾ und ggf. Bürologo)

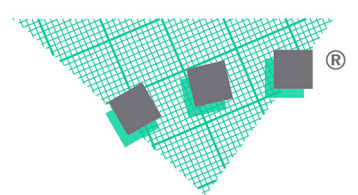
Zur Bescheinigung gehören:

1. Prüfbericht(e) Nr. _____ bis _____ ; gilt nur wenn der Nachweis **nicht** von mir aufgestellt worden ist.
2. aufgestellter bzw. geprüfter energetische Nachweise zum Wärmeschutz

Verteiler: Bauherr

⁽¹⁾ Eintragung erforderlich, wenn Fachplaner*In und saSV Schall und Wärme nicht identisch
⁽²⁾ Ankreuzen, falls zutreffend
⁽³⁾ Das Formular darf ausschließlich von saSV (§ 1 SV-VO) oder als vergleichbar anerkannten Sachverständigen (§ 4 Absatz 1 SV-VO) verwendet werden.

Wärmeschutznachweis: H2301.2
Erweiterungsbau Quinoa-Schule
Drögenkamp 10
44652 Herne



RÖBER INGENIEURE
THERMISCHE BAUPHYSIK

Dipl.-Ing. Dieter Röber M.Eng.

Master of Engineering
Vorbeugender Brandschutz

Prüfingenieur für Brandschutz

staatlich anerkannter
Sachverständiger für die
Prüfung des Brandschutzes

Wärmeschutznachweis

GEG '20

Projekt-Nr.: H2301.2

Bauherr: Stadt Herne
Fachbereich Gebäudemanagement
Langekampstraße 36
44652 Herne

Projekt: Erweiterungsbau
Quinoa-Schule Herne
Drögenkamp 10
44652 Herne

Planung: Architektur.DLX
Hoher Wall 15
44137 Dortmund

Aufsteller: Röber Ingenieure
Westring 303
44629 Herne

Tel: +49 (23 23) 95 35-0
Fax: +49 (23 23) 95 35-35
E-Mail: info@RI-Herne.de

Stand: 15.07.2024

1. VORBEMERKUNGEN.....	4
1.1 Allgemeine Vorbemerkungen für den Nachweis.....	4
1.2 Allgemeine Vorbemerkungen für den Nachweis.....	4
1.3 Planungsgrundlagen	5
1.4 Nachweisverfahren	5
1.5 Sonnenschutzeinrichtungen	5
1.6 Dichtigkeit der Gebäudehülle	6
1.7 Wärmebrücken.....	6
1.8 Verschattung und Rahmenanteile der Fenster	6
1.9 Nachweis sommerlicher Wärmeschutz nach DIN 4108-2:2013	6
2. BAUTEILQUERSCHNITTE	14
2.1 Fenster / Fenstertüren.....	14
2.2 Außentür	14
2.3 Dachausstieg	14
2.4 Außenwand Holz.....	14
2.4.1 Wärmedurchgangskoeffizient.....	15
2.4.2 Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2	15
2.4.3 Temperaturverlauf und Diffusionsberechnung.....	15
2.5 Außenwand Treppenhaus	16
2.5.1 Wärmedurchgangskoeffizient.....	16
2.5.2 Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2	16
2.5.3 Temperaturverlauf und Diffusionsberechnung.....	17
2.6 Außenwand Verbindungsgang	19
2.6.1 Wärmedurchgangskoeffizient.....	19
2.6.2 Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2	19
2.6.3 Temperaturverlauf und Diffusionsberechnung.....	20
2.7 Geschossdecke gegen Außenluft.....	22
2.7.1 Wärmedurchgangskoeffizient.....	22
2.7.2 Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2	22
2.7.3 Temperaturverlauf und Diffusionsberechnung.....	23
2.8 Dach Holz	25
2.8.1 Wärmedurchgangskoeffizient.....	25
2.8.2 Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2	25
2.8.3 Temperaturverlauf und Diffusionsberechnung.....	26

2.9	Dach Treppenhaus / Verbindungsgang (Stb.)	29
2.9.1	Wärmedurchgangskoeffizient.....	29
2.9.2	Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2	29
2.9.3	Temperaturverlauf und Diffusionsberechnung.....	30
2.10	Bodenplatte.....	32
2.10.1	Wärmedurchgangskoeffizient.....	32
2.10.2	Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2	32
2.10.3	Temperaturverlauf und Diffusionsberechnung.....	33
3.	ANLAGENTECHNIK	34
3.1	Vorbemerkungen zur Anlagentechnik.....	34
3.2	Trinkwarmwasserbereitung	34
3.3	Heizungsanlage und Primärenergie	34
3.4	PV-Anlage.....	34
3.5	Lüftungsanlage	34
3.6	Raumkühlung.....	34
3.7	Beleuchtung	34
4.	NACHWEISE GEMÄß GEG	35
4.1	Nachweis Primärennergiebedarf und thermische Hülle	48
4.2	Nachweis der Nutzung erneuerbarer Energien.....	48
5.	NACHBEMERKUNGEN	49
6.	ANLAGEN.....	49
	Anlage 1: H2301.2 Übersicht für den sommerlichen Wärmeschutz.....	49

1. Vorbemerkungen

1.1 Allgemeine Vorbemerkungen für den Nachweis

Die Stadt Herne plant auf dem Gelände der ehemaligen Grundschule Drögenkamp die Erweiterung bzw. den Umbau zur „Quinoa-Schule“. Hierbei wurde bereits in einem ersten Bauabschnitt der Klassenturm sowie der Verbindungsgang brandschutztechnisch ertüchtigt (nicht Gegenstand dieser Betrachtung). In einem zweiten Bauabschnitt werden der ehemalige Kindergarten sowie die Aula umgebaut (separater Wärmeschutznachweis) sowie ein Neubau mit zusätzlichen Klassenräumen errichtet. Der Neubau ist Betrachtungsumfang des vorliegenden Wärmeschutznachweises.

Der Erweiterungsneubau wird mit drei Etagen errichtet und ist nicht unterkellert. Er wird über einen neu zu errichtenden Verbindungsbau an den Bestand angeschlossen.

Das Gebäude wird in Holzbauweise errichtet. Dabei sollen Holzmassivbauteile zur Ausführung kommen.

Die Fassade wird als hinterlüftete Holzfassade ausgebildet.

Das Flachdach wird mit einer Dachbegrünung versehen.

Der Neubau ist vollständig beheizt.

1.2 Weitere Vorbemerkungen für den Nachweis

Der Nachweis wird u.a. unter Berücksichtigung der folgenden Normen und Vorschriften aufgestellt:

- GEG 2020, mit den Änderungen des Gebäudeenergiegesetzes zum 1.1.2024 (BGBl vom 16. Oktober 2023) und den Änderungen des Gebäudeenergiegesetzes zum 1.1.2023 (BGBl vom 28. Juli 2022)
- DIN V 18599:2018 - Energetische Bewertung von Gebäuden (NWG)
- DIN V 4108-2:2013, Mindestanforderungen an den Wärmeschutz
- DIN EN ISO 6946:2008, Bauteile - Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient
- DIN EN ISO 13789:2007, Spezifischer Transmissionswärmeverlustkoeffizient
- DIN EN ISO 13370:2018, Wärmetransfer über das Erdreich
- DIN EN ISO 10077-1:2007, Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen

1.3 Planungsgrundlagen

Grundlagen des Nachweises sind nachfolgende vom Architekturbüro Architektur DLX zur Verfügung gestellte Unterlagen:

Inhalt	Zeichnungs-Nr.	Stand
Lageplan	4.050.a	17.05.2024
Grundriss Erdgeschoss	4.100.a	17.05.2024
Grundriss 1. Obergeschoss	4.110.a	17.05.2024
Grundriss 2. Obergeschoss	4.120.a	17.05.2024
Grundriss Dachaufsicht	4.130.a	17.05.2024
Schnitte A-A & B-B	4.200.a	17.05.2024
Ansicht Nord, West	4.310.a	17.05.2024
Ansichten Süd, Ost	4.320.a	17.05.2024

1.4 Nachweisverfahren

Der Nachweis des Neubaus wird nach GEG 2020 § 18 geführt.

Zunächst wird mit der vorhandenen Gebäudegeometrie, den Referenzwerten für die Bauteile und der technischen Gebäudeausrüstung eine Berechnung als Ein-Zonen-Model Verfahren durchgeführt.

In einem zweiten Nachweis wird das vorhandene Gebäude mit den tatsächlichen Werten für die Bauteile, technische Gebäudeausrüstung und der Berechnung den Referenzwerten gegenübergestellt.

Hierbei sind die Nachweiswerte der Referenzberechnung (Referenzgebäude) zu unterschreiten.

1.5 Sonnenschutzeinrichtungen

Es sind bauliche Maßnahmen zum sommerlichen Wärmeschutz erforderlich. Es werden außenliegende Jalousien in Kombination mit Sonnenschutzverglasung, vorgesehen. Die Anordnung und Qualität sind der Anlage 1 zu entnehmen.

1.6 Dichtigkeit der Gebäudehülle

Bei der Berechnung wird der Regelwert für Gebäude ohne RLT-Anlage $n = 1,30 \text{ h}^{-1}$ berücksichtigt.

Eine Dichtheitsprüfung ist erforderlich.

1.7 Wärmebrücken

Die Wärmebrücken werden mit dem Wärmebrückenzuschlag pauschal für alle wärmeübertragenden Umfassungsflächen berücksichtigt. Der Zuschlag beträgt für den Neubau $\Delta U = 0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$ ohne weiteren Nachweis.

1.8 Verschattung und Rahmenanteile der Fenster

Die Kollektorfläche der Fenster für die Ermittlung der solaren Gewinne muss bei der Annahme der Brutto-Fensterfläche nach DIN 4108 Teil 6 aufgrund der Rahmenanteile und der Verschattungen aus der Umgebungsbebauung, der horizontalen und senkrechten Verschattungen abgemindert werden. Diese Abminderung erfolgt für die einzelnen Himmelsrichtungen getrennt nach dem nördlichen Breitengrad in dem sich das Gebäude befindet.

a. Rahmenanteil des Fensters

Der Rahmenanteil des Fensters wird mit einem pauschalen Abminderungsfaktor nach der DIN 4108 Teil 6 von $FF = 0,70$ berücksichtigt.

b. Verschattungen des Fensters

Die Verschattung des Fensters wird ebenfalls nach der EnEV 2014 für die einzelnen Fensteranlagen berücksichtigt. Eine pauschale Berücksichtigung ist erlaubt.

1.9 Nachweis sommerlicher Wärmeschutz nach DIN 4108-2:2013

Für alle Aufenthaltsräume ist eine erhöhte Nachtlüftung vorgesehen. Zusätzlich werden gemäß DIN 4109-2 konstruktive, bauliche Maßnahmen ausgeführt, um die Anforderungen zu erfüllen (s. Punkt 1.3 sowie Anlage 1). Der Flur im Erdgeschoss dient nicht als Aufenthaltsbereich sondern Pausenzone mit vorübergehendem Aufenthalt. Dennoch wünscht der Bauherr den Nachweis zum sommerlichen Wärmeschutz auch für diesen Bereich. Bauordnungsrechtlich ist der Nachweis des „Nichtaufenthaltraums“ jedoch nicht erforderlich.

Referenzraum 1: 1. OG Differenzierung ost

Sommerlicher Wärmeschutz DIN 4108-2:2013

Raum Diff. 1. OG ost
 mit der Nettogrundfläche $A_G = 23,62 = 23,62 \text{ m}^2$

Ein rechnerischer Nachweis ist erforderlich

vorhandener Sonneneintragskennwert

Fensterflächen	Orientierung / Neigung	A_W [m ²]	g [%]	F_c	$A_W \cdot g \cdot F_c$
1 Fenster Ost	Ost 90°	5,06	40	0,20	0,40
2					
5,1 m ²					0,40

eingesetzte Sonnenschutzvorrichtungen: $F_c = 0,2$
 Sonnenschutzglas $g \leq 0.4$ zweifach + Jalousien /
 Raffstore, 10° Lamellenstellung

grundflächenbezogener Fensterflächenanteil = $5,06 / 23,62 = 0,21$ (21%)

vorh. Sonneneintragskennwert $S_{\text{vorh}} = (\sum A_{W,i} \cdot g_i \cdot F_{c,i}) / A_G = 0,40 / 23,62 = \mathbf{0,017}$

zulässiger Sonneneintragskennwert

Klimaregion C sommerheiß
 Gebäudenutzung Nichtwohngebäude
 Bauart leicht
 Nachtlüftung ohne
 Sonneneintragskennwert $S_1 -0,000$

Korrekturen

für Fensterflächenanteil $+0,006$ ($f_{WG} = 0,21$)
 für Sonnenschutzverglasung $+0,030$
 für geneigte Fenster $-0,000$
 für nordorientierte Fenster $>60^\circ -0,000$
 für passive Kühlung $-$
 Sonneneintragskennwert $S_+ +0,036$

$S_{\text{vorh}} = 0,017 \leq 0,036 = S_{\text{zul}} \quad (= 0,000 + 0,036) \quad \mathbf{\text{Nachweis erbracht}}$

Referenzraum 2: 1. OG Differenzierung west

Sommerlicher Wärmeschutz DIN 4108-2:2013

Raum Diff. 1. OG west
 mit der Nettogrundfläche $A_G = 23,62 = 23,62 \text{ m}^2$

Ein rechnerischer Nachweis ist erforderlich

vorhandener Sonneneintragskennwert

Fensterflächen	Orientierung / Neigung	$A_w \text{ [m}^2\text{]}$	$g \text{ [%]}$	F_c	$A_w * g * F_c$
1 Fenster West 2	West 90°	5,06	40	0,20	0,40
5,1 m²					0,40

eingesetzte Sonnenschutzvorrichtungen: $F_c = 0,2$
 Sonnenschutzglas $g \leq 0.4$ zweifach + Jalousien /
 Raffstore, 10° Lamellenstellung

grundflächenbezogener Fensterflächenanteil = $5,06 / 23,62 = 0,21 \text{ (21\%)}$

vorh. Sonneneintragskennwert $S_{\text{vorh}} = (\sum A_{w,i} * g_i * F_{c,i}) / A_G = 0,40 / 23,62 = \mathbf{0,017}$

zulässiger Sonneneintragskennwert

Klimaregion C sommerheiß
 Gebäudenutzung Nichtwohngebäude
 Bauart leicht
 Nachtlüftung ohne
 Sonneneintragskennwert $S_1 -0,000$

Korrekturen

für Fensterflächenanteil $+0,006 \text{ (} f_{WG} = 0,21 \text{)}$
 für Sonnenschutzverglasung $+0,030$
 für geneigte Fenster $-0,000$
 für nordorientierte Fenster $>60^\circ -0,000$
 für passive Kühlung $-$
 Sonneneintragskennwert $S_+ +0,036$

$S_{\text{vorh}} = 0,017 \leq 0,036 = S_{\text{zul}} \text{ (} = 0,000 + 0,036 \text{)}$ **Nachweis erbracht**

Referenzraum 3: 1. OG Lerninsel

Sommerlicher Wärmeschutz DIN 4108-2:2013

Raum Lerninsel 1. OG
 mit der Nettogrundfläche $A_G = 135,53 = 135,53 \text{ m}^2$

Ein rechnerischer Nachweis ist erforderlich

vorhandener Sonneneintragskennwert

Fensterflächen	Orientierung / Neigung	$A_w \text{ [m}^2\text{]}$	$g \text{ [%]}$	F_c	$A_w * g * F_c$
1 Fenster Süd	S-W 90°	10,13	35	0,30	1,06
2 Fenster Süd	Süd 90°	10,13	35	0,30	1,06
3					
20,3 m²					2,13

eingesetzte Sonnenschutzvorrichtungen: $F_c = 0,3$
 Sonnenschutzglas $g \leq 0,4$ zweifach + Jalousien /
 Raffstore, 45° Lamellenstellung

grundflächenbezogener Fensterflächenanteil = $20,25 / 135,53 = 0,15 \text{ (15\%)}$

vorh. Sonneneintragskennwert $S_{\text{vorh}} = (\sum A_{w,i} * g_i * F_{c,i}) / A_G = 2,13 / 135,53 = \mathbf{0,016}$

zulässiger Sonneneintragskennwert

Klimaregion C sommerheiß
 Gebäudenutzung Nichtwohngebäude
 Bauart leicht
 Nachtlüftung ohne
 Sonneneintragskennwert $S_1 -0,000$

Korrekturen

für Fensterflächenanteil $+0,013 \text{ (} f_{WG} = 0,15 \text{)}$
 für Sonnenschutzverglasung $+0,030$
 für geneigte Fenster $-0,000$
 für nordorientierte Fenster $>60^\circ -0,000$
 für passive Kühlung $-$
 Sonneneintragskennwert $S_+ +0,043$

$S_{\text{vorh}} = 0,016 \leq 0,043 = S_{\text{zul}} \text{ (} = 0,000 + 0,043 \text{)}$ **Nachweis erbracht**

Referenzraum 4: 1. OG Bibliothek / Differenzierung nord

Sommerlicher Wärmeschutz DIN 4108-2:2013

Raum Bibl./Diff, 1.OG Nord
 mit der Nettogrundfläche $A_G = 76,36 = 76,36 \text{ m}^2$

Ein rechnerischer Nachweis ist erforderlich

vorhandener Sonneneintragskennwert

Fensterflächen	Orientierung / Neigung	A_W [m ²]	g [%]	F_c	$A_W * g * F_c$
1 Fenster nord 2	Nord 90°	15,19	60	0,85	7,75
15,2 m ²					7,75

eingesetzte Sonnenschutzvorrichtungen: $F_c = 0,85$

Verglasung $g > 0.4$ zweifach + Sonnenschutz

innenliegend, dunkel oder Transparenz $> 15\%$

grundflächenbezogener Fensterflächenanteil $= 15,19 / 76,36 = 0,20$ (20%)

vorh. Sonneneintragskennwert $S_{\text{vorh}} = (\sum A_{W,i} * g_i * F_{c,i}) / A_G = 7,75 / 76,36 = \mathbf{0,101}$

zulässiger Sonneneintragskennwert

Klimaregion	C sommerheiß
Gebäudenutzung	Nichtwohngebäude
Bauart	leicht
Nachtlüftung	ohne
Sonneneintragskennwert S_1	-0,000

Korrekturen

für Fensterflächenanteil +0,007 ($f_{WG} = 0,20$)

für Sonnenschutzverglasung -0,000

für geneigte Fenster -0,000

für nordorientierte Fenster $> 60^\circ$ +0,100

für passive Kühlung -

Sonneneintragskennwert $S_+ = +0,107$

$S_{\text{vorh}} = 0,101 \leq 0,107 = S_{\text{zul}} (= 0,000 + 0,107)$ **Nachweis erbracht**

Referenzraum 5: 1. OG Klasse ost

Sommerlicher Wärmeschutz DIN 4108-2:2013

Raum Klasse 1.OG ost
 mit der Nettogrundfläche $A_G = 72,6 = 72,60 \text{ m}^2$

Ein rechnerischer Nachweis ist erforderlich

vorhandener Sonneneintragskennwert

Fensterflächen	Orientierung / Neigung	$A_w \text{ [m}^2\text{]}$	$g \text{ [%]}$	F_c	$A_w * g * F_c$
1 Fenster Ost	Ost 90°	15,19	40	0,30	1,82
2					
15,2 m²					1,82

eingesetzte Sonnenschutzvorrichtungen: $F_c = 0,3$
 Sonnenschutzglas $g \leq 0,4$ zweifach + Jalousien /
 Raffstore, 45° Lamellenstellung

grundflächenbezogener Fensterflächenanteil = $15,19 / 72,60 = 0,21$ (21%)

vorh. Sonneneintragskennwert $S_{\text{vorh}} = (\sum A_{w,i} * g_i * F_{c,i}) / A_G = 1,82 / 72,60 = \mathbf{0,025}$

zulässiger Sonneneintragskennwert

Klimaregion C sommerheiß
 Gebäudenutzung Nichtwohngebäude
 Bauart leicht
 Nachtlüftung ohne
 Sonneneintragskennwert $S_1 -0,000$

Korrekturen

für Fensterflächenanteil $+0,006$ ($f_{WG} = 0,21$)
 für Sonnenschutzverglasung $+0,030$
 für geneigte Fenster $-0,000$
 für nordorientierte Fenster $>60^\circ -0,000$
 für passive Kühlung $-$
 Sonneneintragskennwert $S_+ +0,036$

$S_{\text{vorh}} = 0,025 \leq 0,036 = S_{\text{zul}} \text{ (} = 0,000 + 0,036 \text{)}$ **Nachweis erbracht**

Referenzraum 6: 1. OG Klasse west

Sommerlicher Wärmeschutz DIN 4108-2:2013

Raum Klasse 1.OG west
 mit der Nettogrundfläche $A_G = 72,6 = 72,60 \text{ m}^2$

Ein rechnerischer Nachweis ist erforderlich

vorhandener Sonneneintragskennwert

Fensterflächen	Orientierung / Neigung	$A_w \text{ [m}^2\text{]}$	$g \text{ [%]}$	F_c	$A_w * g * F_c$
1 Fenster west 2	West 90°	15,19	40	0,30	1,82
15,2 m²					1,82

eingesetzte Sonnenschutzvorrichtungen: $F_c = 0,3$
 Sonnenschutzglas $g \leq 0,4$ zweifach + Jalousien /
 Raffstore, 45° Lamellenstellung

grundflächenbezogener Fensterflächenanteil = $15,19 / 72,60 = 0,21$ (21%)

vorh. Sonneneintragskennwert $S_{\text{vorh}} = (\sum A_{w,i} * g_i * F_{c,i}) / A_G = 1,82 / 72,60 = \mathbf{0,025}$

zulässiger Sonneneintragskennwert

Klimaregion C sommerheiß
 Gebäudenutzung Nichtwohngebäude
 Bauart leicht
 Nachtlüftung ohne
 Sonneneintragskennwert $S_1 -0,000$

Korrekturen

für Fensterflächenanteil $+0,006$ ($f_{WG} = 0,21$)
 für Sonnenschutzverglasung $+0,030$
 für geneigte Fenster $-0,000$
 für nordorientierte Fenster $>60^\circ -0,000$
 für passive Kühlung $-$
 Sonneneintragskennwert $S_+ +0,036$

$S_{\text{vorh}} = 0,025 \leq 0,036 = S_{\text{zul}} \text{ (} = 0,000 + 0,036 \text{)}$ **Nachweis erbracht**

Referenzraum 6: 2. OG Chemie ost

Sommerlicher Wärmeschutz DIN 4108-2:2013

Raum Chemie 2.OG ost
 mit der Nettogrundfläche $A_G = 102,85 = 102,85 \text{ m}^2$

Ein rechnerischer Nachweis ist erforderlich

vorhandener Sonneneintragskennwert

Fensterflächen	Orientierung / Neigung	A_w [m ²]	g [%]	F_c	$A_w \cdot g \cdot F_c$
1 Fenster Ost 2	Ost 90°	20,25	40	0,30	2,43
20,3 m ²					2,43

eingesetzte Sonnenschutzvorrichtungen: $F_c = 0,3$
 Sonnenschutzglas $g \leq 0.4$ zweifach + Jalousien /
 Raffstore, 45° Lamellenstellung

grundflächenbezogener Fensterflächenanteil = $20,25 / 102,85 = 0,20$ (20%)

vorh. Sonneneintragskennwert $S_{\text{vorh}} = (\sum A_{w,i} \cdot g_i \cdot F_{c,i}) / A_G = 2,43 / 102,85 = \mathbf{0,024}$

zulässiger Sonneneintragskennwert

Klimaregion C sommerheiß
 Gebäudenutzung Nichtwohngebäude
 Bauart leicht
 Nachtlüftung ohne
 Sonneneintragskennwert $S_1 -0,000$

Korrekturen

für Fensterflächenanteil +0,007 ($f_{WG} = 0,20$)
 für Sonnenschutzverglasung +0,030
 für geneigte Fenster -0,000
 für nordorientierte Fenster >60° -0,000
 für passive Kühlung -
 Sonneneintragskennwert $S_+ +0,037$

$S_{\text{vorh}} = 0,024 \leq 0,037 = S_{\text{zul}} (= 0,000 + 0,037)$ **Nachweis erbracht**

2. Bauteilquerschnitte

2.1 Fenster / Fenstertüren

Die Fenster und Fenstertüren gehen mit einem U_w -Wert von $1,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ und einem Gesamtenergiedurchlassgrad gemäß dem Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes in die Berechnung ein.

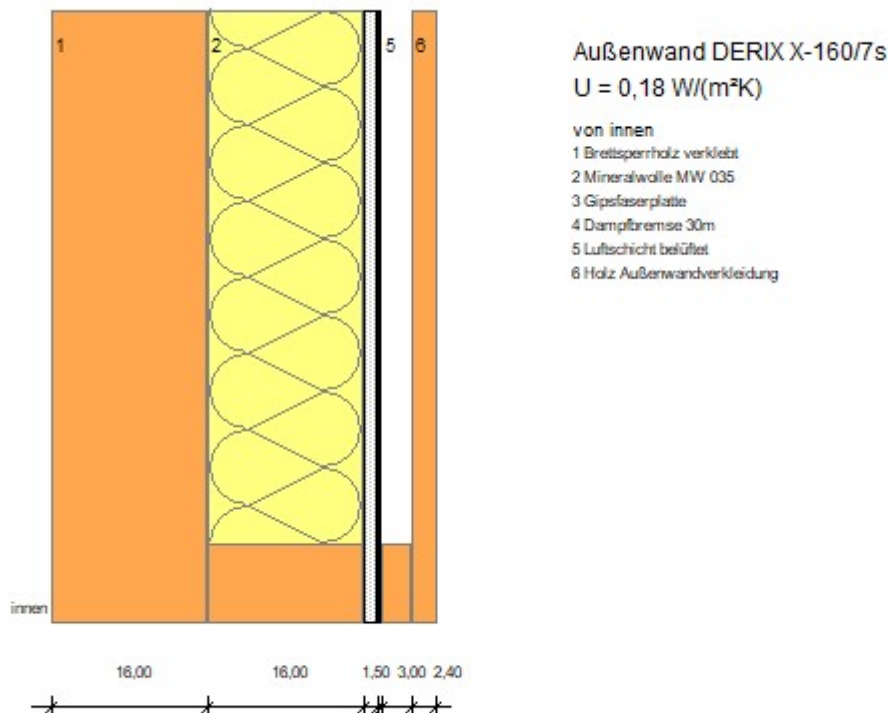
2.2 Außentür

Die Außentüren gehen mit einem U_d -Wert von $1,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ in die Berechnung ein.

2.3 Dachausstieg

Der Dachausstieg geht mit einem mittleren U_{rc} -Wert von $2,4 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ in die Berechnung ein.

2.4 Außenwand Holz



Bauteiltyp "Außenwand" (3)
mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,13$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$

Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R _{si}					0,130
01 Brettsperrholz verklebt	16,00	450	72,0	0,130	1,231
02 Mineralwolle MW 035	16,00	20	3,2	0,035	4,571
03 Gipsfaserplatte	1,50	1000	15,0	0,470	0,032
04 Dampfbremse 30m	0,03	-	-	-	-
05 Luftschicht belüftet	3,00	1	0,0	-	-
06 Holz Außenwandverkleidung	2,40	800	19,2	0,200	0,120
R _{se}					0,040
d =	38,93	G =	109,4	R _T =	6,12

$$U_{\text{Gefach}} = 0,163 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

Rahmenbereich

Rahmenbreite	Achsabstand	zusammengesetztes Bauteil			
8,0 cm	80,0 cm	10,0 %	120,5 kg/m ²		
Rahmenanteil von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R _{si}					0,130
01 Brettsperrholz verklebt	16,00	450	72,0	0,130	1,231
02 Konstruktionsholz	16,00	600	96,0	0,130	1,231
03 Gipsfaserplatte	1,50	1000	15,0	0,470	0,032
04 Dampfbremse 30m	0,03	-	-	-	-
05 Holzlattung	3,00	600	18,0	0,130	0,231
06 Holz Außenwandverkleidung	2,40	800	19,2	0,200	0,120
R _{se}					0,040
	38,93		220,2	R _T =	3,01

$$U_{(R)} = 0,332 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

$$U = 0,163 \cdot (1 - 0,100) + 0,332 \cdot 0,100 = 0,180$$

2.4.1 Wärmedurchgangskoeffizient

$$\text{Wärmedurchgangskoeffizient } U = 0,180 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

2.4.2 Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

Wände beheizter Räume gegen Außenluft (DIN 4108-2:2013.
 Mindestanforderungen nach Tab.3.

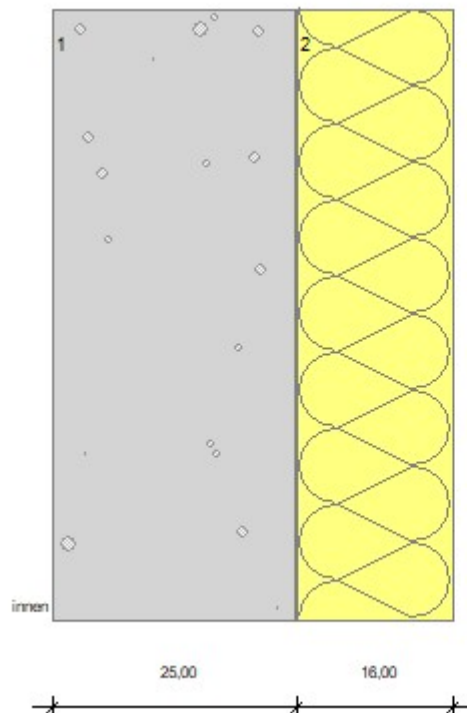
R _(G)	5,95 ≥ 1,75	m ² K/W erfüllt die Anforderungen
R	5,38 ≥ 1,00	m ² K/W erfüllt die Anforderungen

2.4.3 Temperaturverlauf und Diffusionsberechnung

Ein rechnerischer Nachweis nach DIN 4108-3:2018 ist nicht erforderlich,
 weil eine nachweisfreie Konstruktion vorliegt.

Außenwände in Massivholzbauart mit vorgehängter Außenwandbekleidung oder
 Wärmedämmverbundsystem nach DIN 68800-2:2012-02 Anhang A

2.5 Außenwand Treppenhaus



Außenwand Treppenhaus
 $U = 0,21 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

von innen
 1 Beton 2400
 2 Mineralwolle MW 035

Bauteiltyp "Außenwand" (3)
 mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,13$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$

Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R_{si}					0,130
01 Beton 2400	25,00	2400	600,0	2,000	0,125
02 Mineralwolle MW 035	16,00	20	3,2	0,035	4,571
R_{se}					0,040

$$d = 41,00 \quad G = 603,2 \quad R_T = 4,87$$

2.5.1 Wärmedurchgangskoeffizient

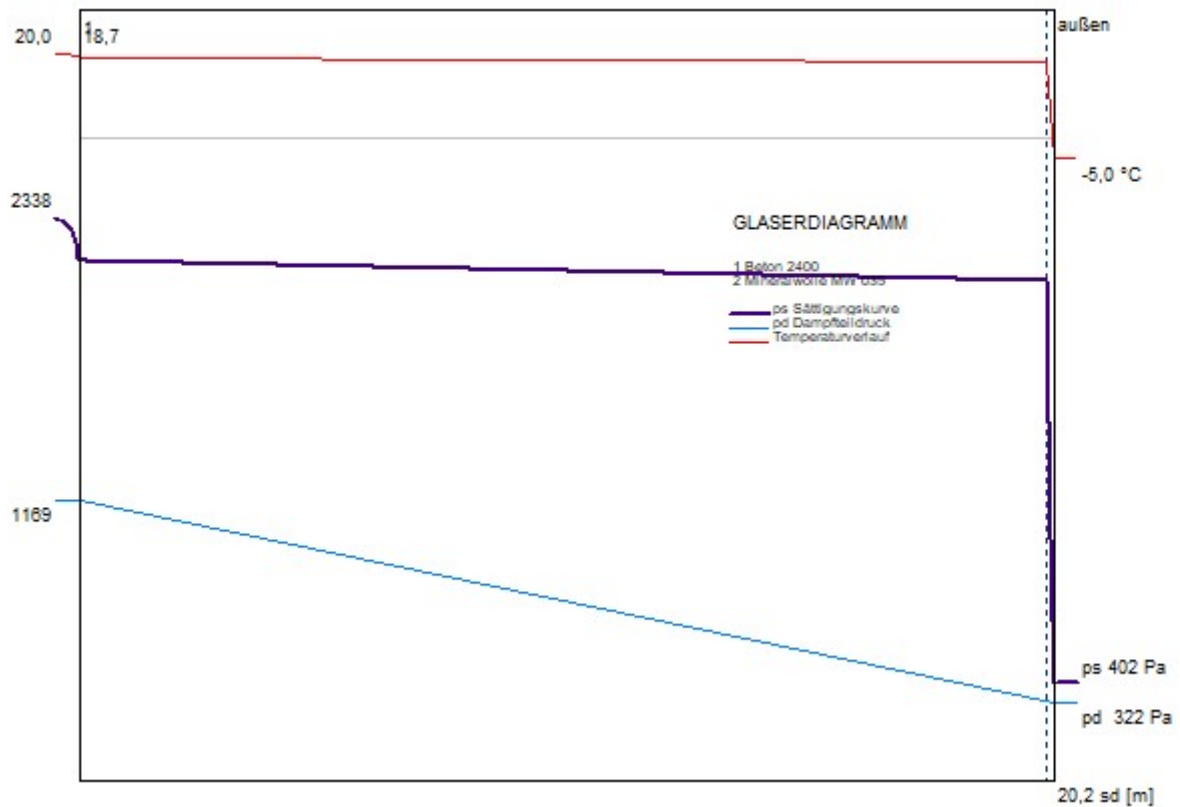
Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,205 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

2.5.2 Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

Wände beheizter Räume gegen Außenluft, (DIN 4108-2:2013.
 Mindestanforderungen nach Tab.3.

$$R \quad 4,70 \geq 1,20 \text{ m}^2\text{K/W erfüllt die Anforderungen}$$

2.5.3 Temperaturverlauf und Diffusionsberechnung



Rechnerischer Nachweis des Tauwasserausfalls

Ein rechnerischer Nachweis nach DIN 4108-3:2018 wird durchgeführt.

Klimabedingungen

Regelklima DIN 4108-3:2014

Tauperiode	Außenklima	-5,0 °C	$\varphi = 80 \%$
2160 Stunden	Innenklima	20,0 °C	$\varphi = 50 \%$
Verdunstungsperiode	$p_{d,i} / p_{d,a}$	1200 Pa Dampfteildruck	
2160 Stunden	p_s	1700 Pa Sättigungsdampfdruck	
Wärmeübergangswiderstände	R_{si}	0,25 m²K/W	
	R_{se}	0,04 m²K/W	

Grenzschichttemperaturen und Sättigungsdampfdrücke

von innen vor der Schichtgrenze	Tauperiode		p_d [Pa]
	T_{gr} [°C]	p_s [Pa]	
Raumluft	20,0	2338	1169
1 Beton 2400	18,7	2163	1169
2 Mineralwolle MW 035	18,1	2080	328
	-4,8	409	322
Außenluft	-5,0	402	322

Grenzschichttemperaturen T_{gr} mit $R_{si} = 0,25$, $R_{se} = 0,04$ und $R_T = 4,99 \text{ m}^2\text{K/W}$

Diffusionswiderstände

Schicht	μ_{min} [-]	μ_{max} [-]	$\mu_{min} \cdot s$ [m]	$\mu_{max} \cdot s$ [m]	s_d [m]
1 Beton 2400	80	130	20,00	32,50	-> 20,00
2 Mineralwolle MW 035	1	1	0,16	0,16	0,16
				$\Sigma \mu \cdot s =$	20,16

Klimabedingter Feuchteschutz DIN 4108-3:2018

Vermeidung kritischer Feuchte auf Innenoberflächen (A.1)

Dampfteildruck der Raumluft $p_i = \phi_i \cdot p_{sat}(\theta_i) = 0,50 \cdot 2.337 = 1.168 \text{ Pa}$ (Gl.3)
 erforderliche Mindestwärmedurchlasswiderstände

	$\phi_{si,cr}$	p_{sat}	$\theta_{si}(p_{sat})$ Pa	R °C	ausrei- m ² K/W	chend
vorhandene Werte	0,54	2.163	18,75	4,70		
Grenzwert für Tauwasserbildung	1,00	1.169	9,27	0,29	ja	
Grenzwert für Schimmelpilzbildung	0,80	1.461	12,62	0,56	ja	

mit $\phi_{si,cr}$ = kritischer / vorhandener Wert der relativen Luftfeuchte an der raumseitigen Bauteiloberfläche

$p_{sat} = p_i / \phi_{si,cr}$ = zugehöriger Sättigungsdampfdruck und $\theta_{si}(p_{sat})$ = zugehörige Oberflächentemperatur (Gl.3)

$R = R_{si} / (1 - f_{Rsi}) - R_{si} - R_{se}$ = erforderlicher / vorhandener Wärmedurchlasswiderstand (Gl.A.2 mit $R_{si} = 0,25 \text{ W/(m}^2\text{K)}$)

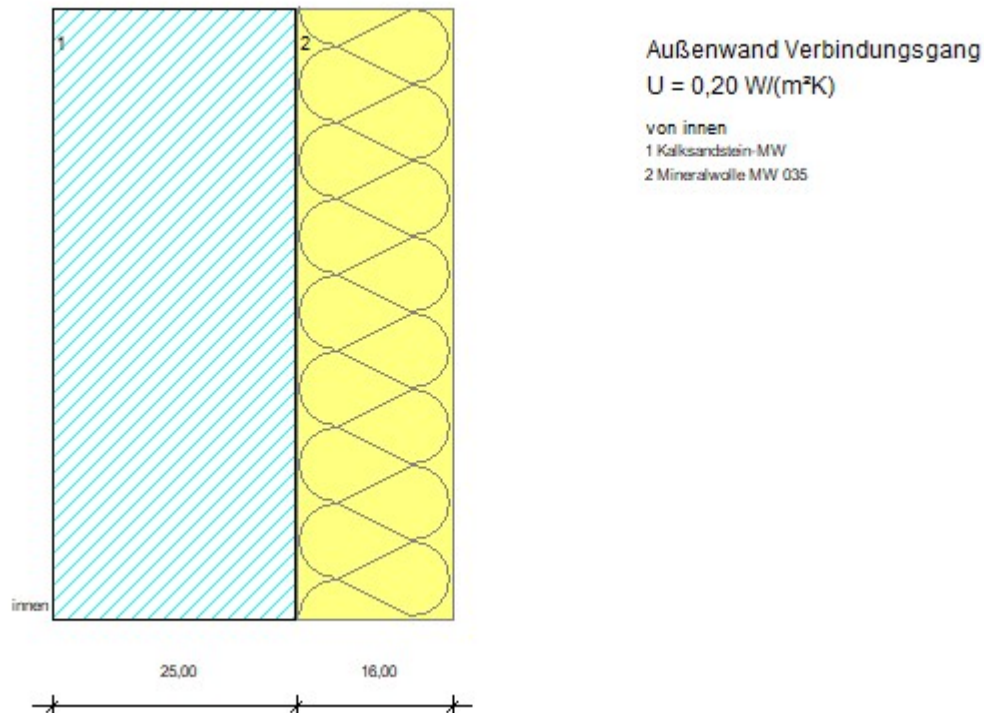
mit $f_{Rsi} = (\theta_{si} - \theta_e) / (\theta_i - \theta_e)$ = Temperaturfaktor der Bauteiloberfläche

Tauwasserbildung im Inneren von Bauteilen (A.2)

Keine Tauwasserbildung im Bauteil.

Diffusionsstromdichte = 0,028 g/m²h

2.6 Außenwand Verbindungsgang



Bauteiltyp "Außenwand" (3)
 mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,13$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$

Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R_{si}					0,130
01 Kalksandstein-MW	25,00	1800	450,0	0,990	0,253
02 Mineralwolle MW 035	16,00	20	3,2	0,035	4,571
R_{se}					0,040
d =	41,00	G =	453,2	$R_T =$	4,99

2.6.1 Wärmedurchgangskoeffizient

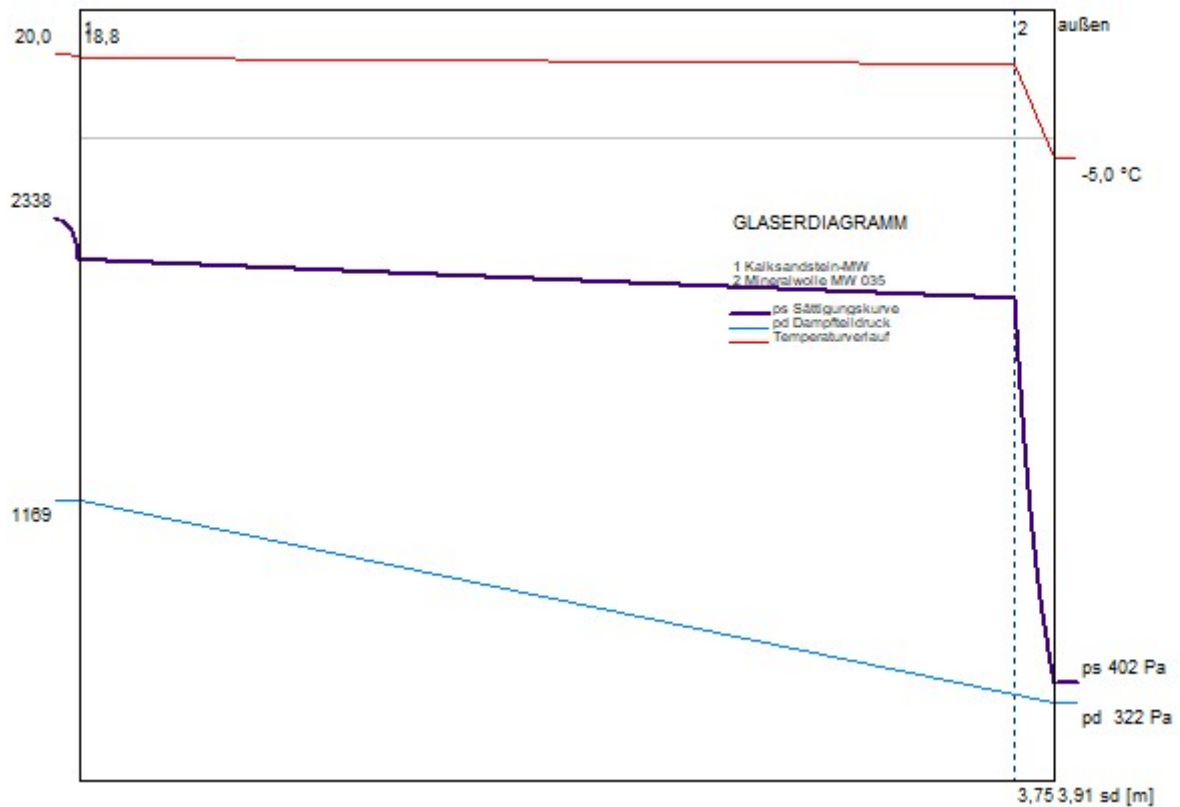
Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,200 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

2.6.2 Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

Wände beheizter Räume gegen Außenluft, (DIN 4108-2:2013.
 Mindestanforderungen nach Tab.3.

$R \quad 4,82 \geq 1,20 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

2.6.3 Temperaturverlauf und Diffusionsberechnung



Rechnerischer Nachweis des Tauwasserausfalls

Ein rechnerischer Nachweis nach DIN 4108-3:2018 wird durchgeführt.

Klimabedingungen

Regelklima DIN 4108-3:2018

Tauperiode	Außenklima	-5,0 °C	$\varphi = 80 \%$
2160 Stunden	Innenklima	20,0 °C	$\varphi = 50 \%$
Verdunstungsperiode	$p_{d,i} / p_{d,a}$	1200 Pa Dampfteildruck	
2160 Stunden	p_s	1700 Pa Sättigungsdampfdruck	
Wärmeübergangswiderstände	R_{si}	0,25 m ² K/W	
	R_{se}	0,04 m ² K/W	

Grenzschichttemperaturen und Sättigungsdampfdrücke

von innen vor der Schichtgrenze	Tauperiode		p_d [Pa]
	T_{gr} [°C]	p_s [Pa]	
Raumluft	20,0	2338	1169
1 Kalksandstein-MW	18,8	2167	1169
2 Mineralwolle MW 035	17,5	2006	356
	-4,8	409	322
Außenluft	-5,0	402	322

Grenzschichttemperaturen T_{gr} mit $R_{si} = 0,25$, $R_{se} = 0,04$ und $R_T = 5,11 \text{ m}^2\text{K/W}$

Diffusionswiderstände

Schicht	μ_{min} [-]	μ_{max} [-]	$\mu_{min} \cdot s$ [m]	$\mu_{max} \cdot s$ [m]	s_d [m]
1 Kalksandstein-MW	15	25	3,75	6,25	-> 3,75
2 Mineralwolle MW 035	1	1	0,16	0,16	0,16
$\Sigma \mu \cdot s =$					3,91

Klimabedingter Feuchteschutz DIN 4108-3:2018

Vermeidung kritischer Feuchte auf Innenoberflächen (A.1)

Dampfteildruck der Raumluft $p_i = \phi_i \cdot p_{sat}(\theta_i) = 0,50 \cdot 2.337 = 1.168 \text{ Pa}$ (Gl.3)
 erforderliche Mindestwärmedurchlasswiderstände

	$\phi_{si,cr}$	p_{sat}	$\theta_{si}(p_{sat})$ Pa	R °C	ausrei- m ² K/W	chend
vorhandene Werte	0,54	2.167	18,78	4,82		
Grenzwert für Tauwasserbildung	1,00	1.169	9,27	0,29	ja	
Grenzwert für Schimmelpilzbildung	0,80	1.461	12,62	0,56	ja	

mit $\phi_{si,cr}$ = kritischer / vorhandener Wert der relativen Luftfeuchte an der raumseitigen Bauteiloberfläche

$p_{sat} = p_i / \phi_{si,cr}$ = zugehöriger Sättigungsdampfdruck und $\theta_{si}(p_{sat})$ = zugehörige Oberflächentemperatur (Gl.3)

$R = R_{si} / (1 - f_{Rsi}) - R_{si} - R_{se}$ = erforderlicher / vorhandener Wärmedurchlasswiderstand (Gl.A.2 mit $R_{si} = 0,25 \text{ W/(m}^2\text{K)}$)

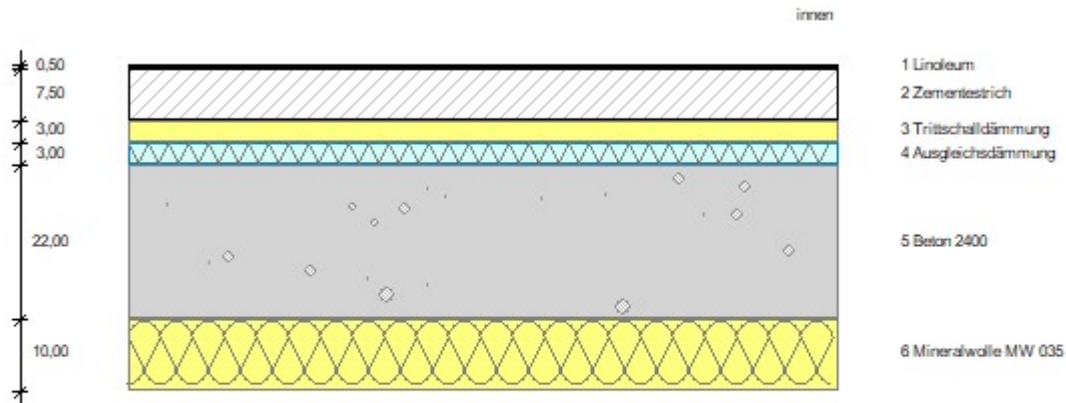
mit $f_{Rsi} = (\theta_{si} - \theta_e) / (\theta_i - \theta_e)$ = Temperaturfaktor der Bauteiloberfläche

Tauwasserbildung im Inneren von Bauteilen (A.2)

Keine Tauwasserbildung im Bauteil.

Diffusionsstromdichte = 0,144 g/m²h

2.7 Geschossdecke gegen Außenluft



Decke nach unten gg Außenluft (Verbindungsgang)
 $U = 0,24 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Bauteiltyp "Wohnungstrenndecke nach unten" (7)
 mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,17$ und $R_{se} = 0,17 \text{ m}^2\text{K/W}$

Querschnitt

	s	ρ		λ	R
von innen	cm	kg/m ³	kg/m ²	W/ (mK)	m ² K/W
R_{si}					0,170
01 Linoleum	0,50	1200	6,0	0,170	0,029
02 Zementestrich	7,50	2000	150,0	1,400	0,054
03 Trittschalldämmung	3,00	-	-	0,035	0,857
04 Ausgleichsdämmung	3,00	20	0,6	-	-
05 Beton 2400	22,00	2400	528,0	2,000	0,110
06 Mineralwolle MW 035	10,00	20	2,0	0,035	2,857
R_{se}					0,170
	d = 46,00	G = 686,6		$R_T = 4,25$	

2.7.1 Wärmedurchgangskoeffizient

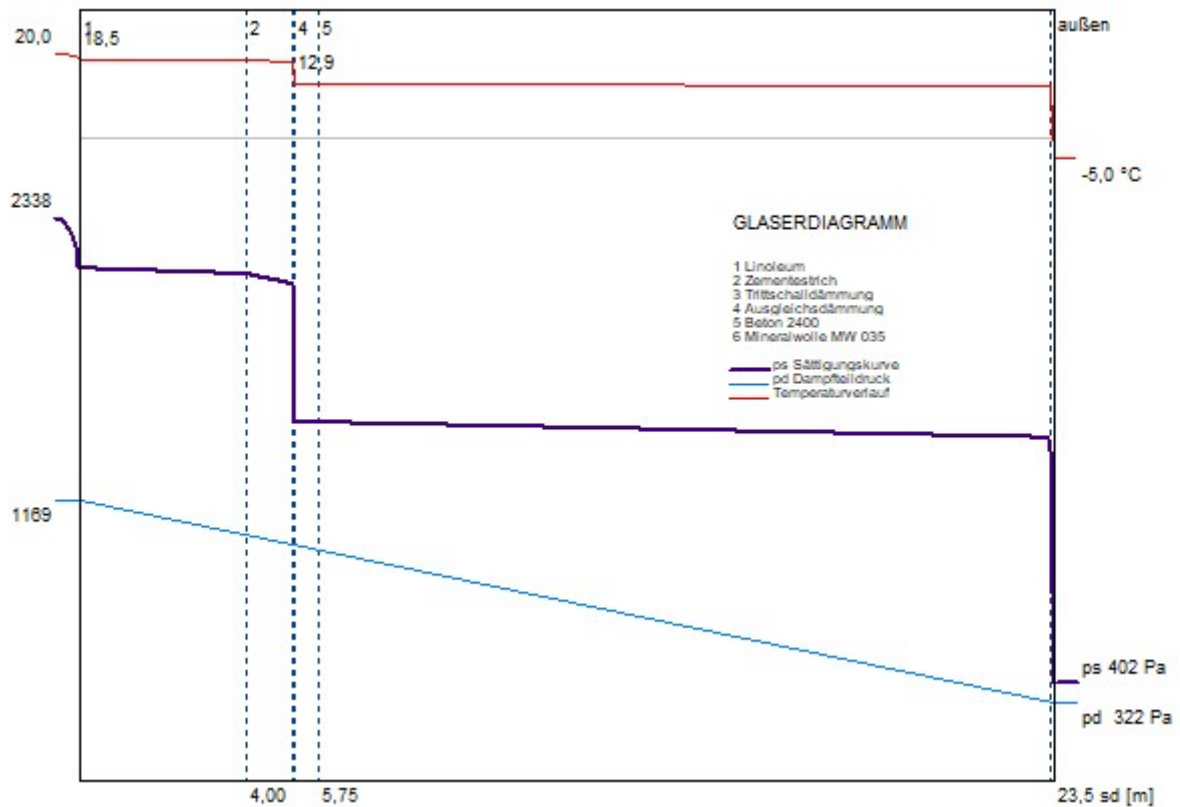
Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,235 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

2.7.2 Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

Decken gegen Außenluft, (DIN 4108-2:2013).
 Mindestanforderungen nach Tab.3.

$R \quad 3,91 \geq 1,75 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

2.7.3 Temperaturverlauf und Diffusionsberechnung



Rechnerischer Nachweis des Tauwasserausfalls

Ein rechnerischer Nachweis nach DIN 4108-3:2018 wird durchgeführt.

Klimabedingungen

Regelklima DIN 4108-3:2018

Tauperiode	Außenklima	-5,0 °C	$\varphi = 80 \%$
2160 Stunden	Innenklima	20,0 °C	$\varphi = 50 \%$
Verdunstungsperiode	$p_{d,i} / p_{d,a}$	1200 Pa Dampfteildruck	
2160 Stunden	p_s	1700 Pa Sättigungsdampfdruck	
Wärmeübergangswiderstände	R_{si}	0,25 m²K/W	
	R_{se}	0,04 m²K/W	

Grenzschichttemperaturen und Sättigungsdampfdrücke

von innen vor der Schichtgrenze	Tauperiode		p_d [Pa]
	T_{gr} [°C]	p_s [Pa]	
Raumluft	20,0	2338	1169
1 Linoleum	18,5	2132	1169
2 Zementestrich	18,3	2108	1024
3 Trittschalldämmung	18,0	2067	984
4 Ausgleichsdämmung	12,9	1490	983
5 Beton 2400	12,9	1490	961
6 Mineralwolle MW 035	12,3	1428	325
	-4,8	410	322
Außenluft	-5,0	402	322

Grenzschichttemperaturen T_{gr} mit $R_{si} = 0,25$, $R_{se} = 0,04$ und $R_T = 4,20 \text{ m}^2\text{K/W}$

Diffusionswiderstände

Schicht	μ_{min} [-]	μ_{max} [-]	$\mu_{min} \cdot s$ [m]	$\mu_{max} \cdot s$ [m]	s_d [m]
1 Linoleum	800	1000	4,00	5,00	-> 4,00
2 Zementestrich	15	35	1,13	2,63	-> 1,13
3 Trittschalldämmung	1	1	0,03	0,03	-> 0,03
4 Ausgleichsdämmung	20	100	0,60	3,00	-> 0,60
5 Beton 2400	80	130	17,60	28,60	-> 17,60
6 Mineralwolle MW 035	1	1	0,10	0,10	-> 0,10
				$\Sigma \mu \cdot s =$	23,46

Klimabedingter Feuchteschutz DIN 4108-3:2018

Vermeidung kritischer Feuchte auf Innenoberflächen (A.1)

Dampfteildruck der Raumluft $p_i = \phi_i \cdot p_{sat}(\theta_i) = 0,50 \cdot 2.337 = 1.168 \text{ Pa}$ (Gl.3)
 erforderliche Mindestwärmedurchlasswiderstände

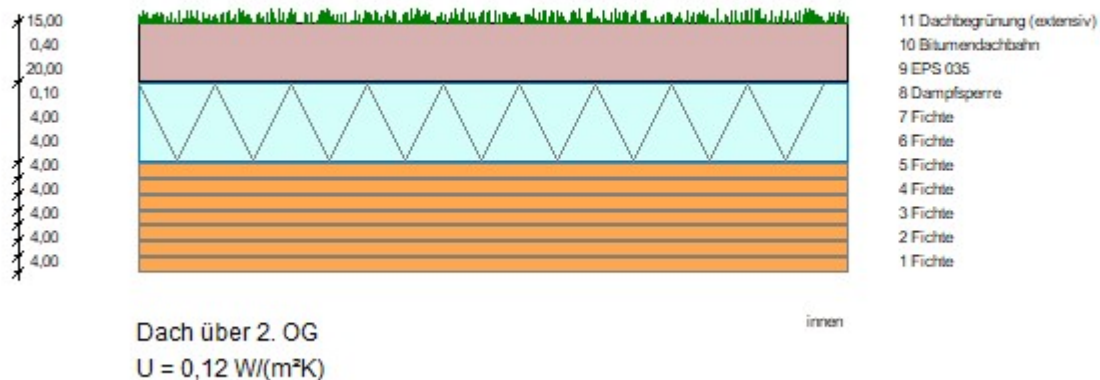
	$\phi_{si,cr}$	p_{sat}	$\theta_{si}(p_{sat})$ Pa	R °C	ausrei- m ² K/W	chend
vorhandene Werte	0,55	2.132	18,51	3,91		
Grenzwert für Tauwasserbildung	1,00	1.169	9,27	0,29	ja	
Grenzwert für Schimmelpilzbildung	0,80	1.461	12,62	0,56	ja	

mit $\phi_{si,cr}$ = kritischer / vorhandener Wert der relativen Luftfeuchte an der raumseitigen Bauteiloberfläche
 $p_{sat} = p_i / \phi_{si,cr}$ = zugehöriger Sättigungsdampfdruck und $\theta_{si}(p_{sat})$ = zugehörige Oberflächentemperatur (Gl.3)
 $R = R_{si} / (1 - f_{Rsi}) - R_{si} - R_{se}$ = erforderlicher / vorhandener Wärmedurchlasswiderstand (Gl.A.2 mit $R_{si} = 0,25 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$)
 mit $f_{Rsi} = (\theta_{si} - \theta_e) / (\theta_i - \theta_e)$ = Temperaturfaktor der Bauteiloberfläche

Tauwasserbildung im Inneren von Bauteilen (A.2)

Keine Tauwasserbildung im Bauteil.
 Diffusionsstromdichte = 0,024 g/m²h

2.8 Dach Holz



Bauteiltyp "Decke gegen die Außenluft" (1)
 mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,10$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$

Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R_{si}					0,100
01 Fichte	4,00	450	18,0	0,130	0,308
02 Fichte	4,00	450	18,0	0,130	0,308
03 Fichte	4,00	450	18,0	0,130	0,308
04 Fichte	4,00	450	18,0	0,130	0,308
05 Fichte	4,00	450	18,0	0,130	0,308
06 Fichte	4,00	450	18,0	0,130	0,308
07 Fichte	4,00	450	18,0	0,130	0,308
08 Dampfsperre	0,10	-	-	-	-
09 EPS 035	20,00	20	4,0	0,035	5,714
10 Bitumendachbahn	0,40	1200	4,8	-	-
11 Dachbegrünung (extensiv)	15,00	1000	150,0	-	-
R_{se}					0,040

$$d = 63,50 \quad G = 284,8 \quad R_T = 8,01$$

2.8.1 Wärmedurchgangskoeffizient

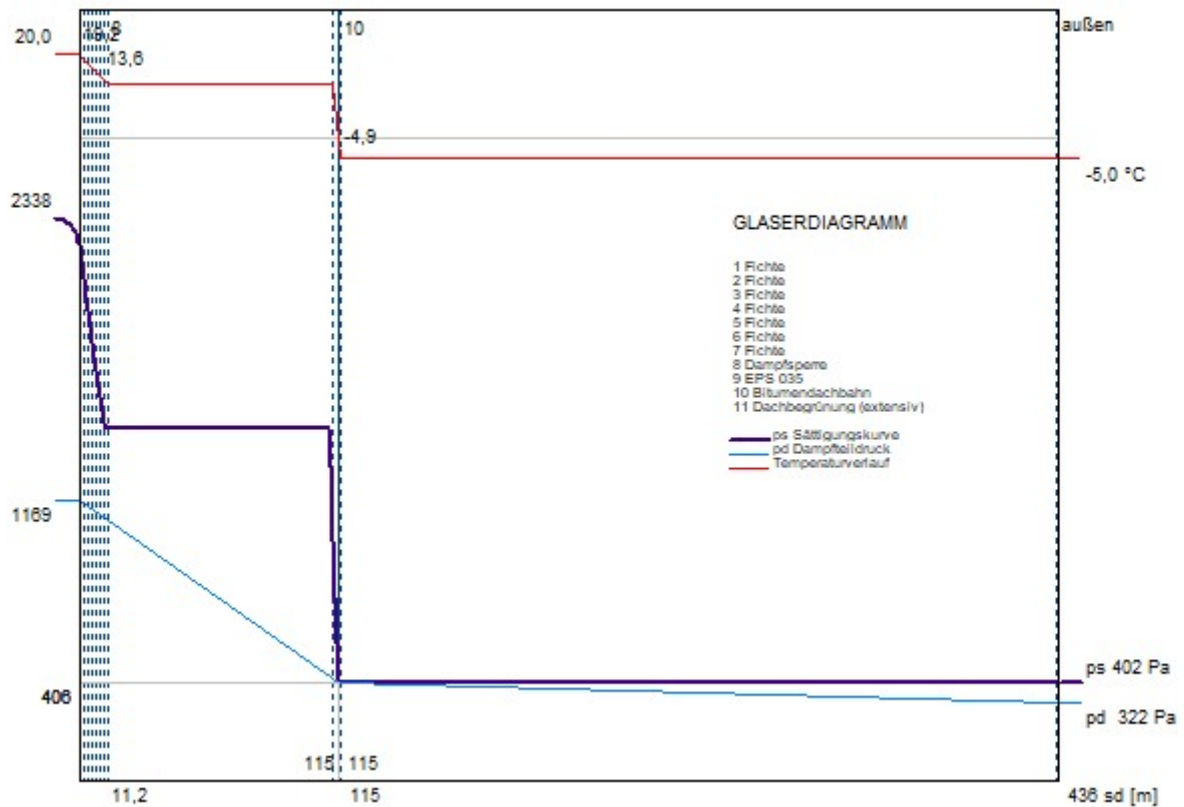
Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,125 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

2.8.2 Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

Decken beheizter Räume nach oben gegen Außenluft (DIN 4108-2:2013.
 Mindestanforderungen nach Tab.3.

$$R \quad 7,87 \geq 1,20 \text{ m}^2\text{K/W} \text{ erfüllt die Anforderungen}$$

2.8.3 Temperaturverlauf und Diffusionsberechnung



Rechnerischer Nachweis des Tauwasserausfalls

Ein rechnerischer Nachweis nach DIN 4108-3:2018 wird durchgeführt.

Klimabedingungen

Regelklima DIN 4108-3:2018

Tauperiode	Außenklima	-5,0 °C	$\varphi = 80 \%$
2160 Stunden	Innenklima	20,0 °C	$\varphi = 50 \%$

Verdunstungsperiode	$p_{d,i} / p_{d,a}$	1200 Pa Dampfteildruck
2160 Stunden	p_s	2000 Pa Sättigungsdampfdruck Dach

Wärmeübergangswiderstände	R_{si}	0,25 m²K/W
	R_{se}	0,04 m²K/W

Grenzschichttemperaturen und Sättigungsdampfdrücke

von innen vor der Schichtgrenze	Tauperiode		p_d [Pa]
	T_{gr} [°C]	p_s [Pa]	
Raumluft	20,0	2338	1169
1 Fichte	19,2	2230	1169
2 Fichte	18,3	2102	1158
3 Fichte	17,3	1981	1148
4 Fichte	16,4	1867	1137
5 Fichte	15,5	1758	1127
6 Fichte	14,5	1654	1116
7 Fichte	13,6	1556	1105
8 Dampfsperre	12,6	1463	1095
9 EPS 035	12,6	1463	432
10 Bitumendachbahn	-4,9	406	406
11 Dachbegrünung (extensiv)	-4,9	406	322
	-4,9	406	322
Außenluft	-5,0	402	322

Grenzschichttemperaturen T_{gr} mit $R_{Si} = 0,25$, $R_{Se} = 0,04$ und $R_T = 8,16 \text{ m}^2\text{K/W}$

Diffusionswiderstände

Schicht	μ_{min} [-]	μ_{max} [-]	$\mu_{min} \cdot s$ [m]	$\mu_{max} \cdot s$ [m]	s_d [m]
1 Fichte	40	40	1,60	1,60	1,60
2 Fichte	40	40	1,60	1,60	1,60
3 Fichte	40	40	1,60	1,60	1,60
4 Fichte	40	40	1,60	1,60	1,60
5 Fichte	40	40	1,60	1,60	1,60
6 Fichte	40	40	1,60	1,60	1,60
7 Fichte	40	40	1,60	1,60	1,60
8 Dampfsperre	-	-	100,00	100,00	100,00
9 EPS 035	20	100	4,00	20,00	-> 4,00
10 Bitumendachbahn	10000	80000	40,00	320,00	<- 320,00
11 Dachbegrünung (extensiv)	3	3	0,45	0,45	0,45

$\Sigma \mu \cdot s =$					435,65

Klimabedingter Feuchteschutz DIN 4108-3:2018

Vermeidung kritischer Feuchte auf Innenoberflächen (A.1)

Dampfteildruck der Raumluft $p_i = \phi_i \cdot p_{\text{sat}}(\theta_i) = 0,50 \cdot 2.337 = 1.168 \text{ Pa}$ (Gl.3)
 erforderliche Mindestwärmedurchlasswiderstände

	$\phi_{\text{si,cr}}$	p_{sat}	$\theta_{\text{si}}(p_{\text{sat}})$ Pa	$^{\circ}\text{C}$	R	ausrei- m ² K/W	chend
vorhandene Werte	0,52	2.230	19,23		7,87		
Grenzwert für Tauwasserbildung	1,00	1.169	9,27		0,29	ja	
Grenzwert für Schimmelpilzbildung	0,80	1.461	12,62		0,56	ja	

mit $\phi_{\text{si,cr}}$ = kritischer / vorhandener Wert der relativen Luftfeuchte an der raumseitigen Bauteiloberfläche

$p_{\text{sat}} = p_i / \phi_{\text{si,cr}}$ = zugehöriger Sättigungsdampfdruck und $\theta_{\text{si}}(p_{\text{sat}})$ = zugehörige Oberflächentemperatur (Gl.3)

$R = R_{\text{si}} / (1 - f_{\text{Rsi}}) - R_{\text{si}} - R_{\text{se}}$ = erforderlicher / vorhandener Wärmedurchlasswiderstand (Gl.A.2 mit $R_{\text{si}} = 0,25 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$)

mit $f_{\text{Rsi}} = (\theta_{\text{si}} - \theta_{\text{e}}) / (\theta_i - \theta_{\text{e}})$ = Temperaturfaktor der Bauteiloberfläche

Tauwasserbildung im Inneren von Bauteilen (A.2)

Dampfdrücke	p_i	p_c	p_e
Tauperiode [Pa]	1.169	406	322
Verdunstungsperiode [Pa]	1.200	2.000	1.200
sd-Wert [m]	0	115,20	435,65
Taubene / Taubereich	M_c g/m ²	M_{ev} g/m ²	t_{ev} h
vor Bitumendachbahn	* 10	15	1.456

* Kapillar nicht wasseraufnahmefähige Baustoffschichten in der Taubene

Die Tauwasserbildung im Bauteil ist im Sinne von DIN 4108-3 unschädlich (Abs.5.2.1)

Tauwassermassen $M_c \leq 500 \text{ g/m}^2$, Verdunstungsmassen $M_{\text{ev}} \geq M_c$

mit Tauwassermasse M_c , Verdunstungsmasse M_{ev} und Verdunstungszeit t_{ev}

The diagram shows a cross-section of a roof assembly with the following layers and dimensions (from top to bottom):

- 5 Dachbegrünung (extensiv): 15,00
- 4 Bitumendachbahn: 0,40
- 3 EPS 035: 20,00
- 2 Dampfsperre: 0,10
- 1 Beton 2400: 25,00

The total thickness of the assembly is 60,50. The label "innen" is located at the bottom right of the diagram.

$U = 0,17 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Querschnitt

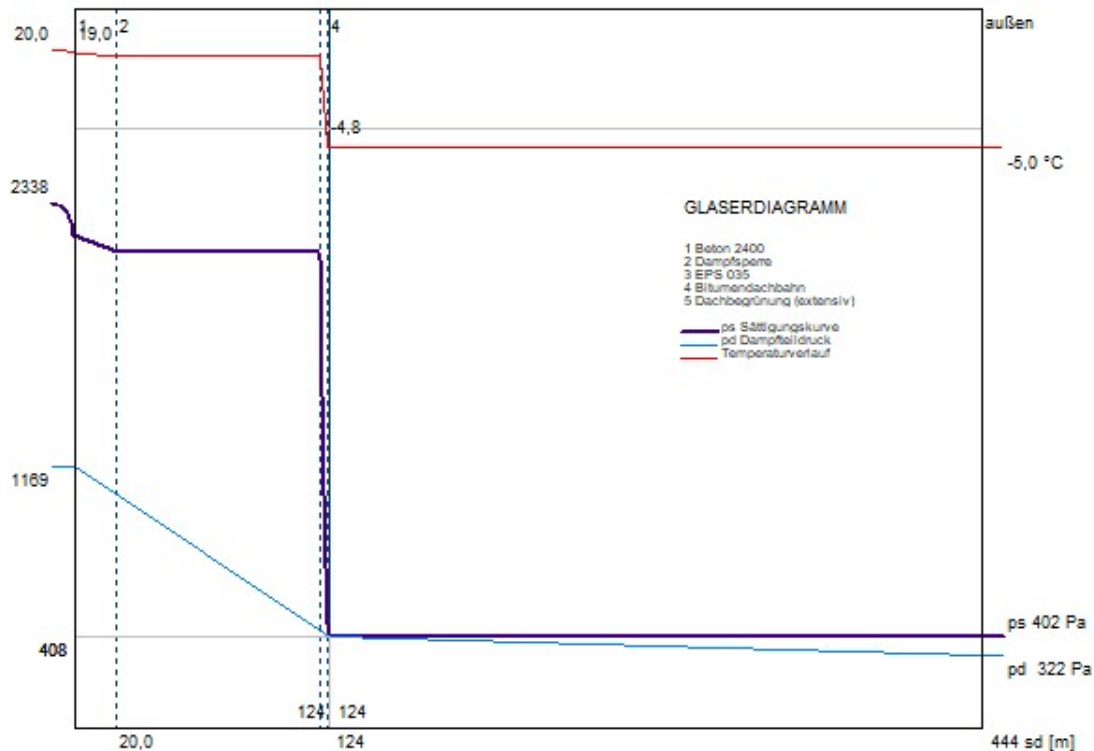
[illegible]

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,167 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

Decken beheizter Räume nach oben gegen Außenluft (DIN 4108-2:2013. Mindestanforderungen nach Tab.3.

R $5,84 \geq 1,20 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

2.9.3 Temperaturverlauf und Diffusionsberechnung



Rechnerischer Nachweis des Tauwasserausfalls

Ein rechnerischer Nachweis nach DIN 4108-3:2018 wird durchgeführt.

Klimabedingungen

Regelklima DIN 4108-3:2018

Tauperiode	Außenklima	-5,0 °C	$\varphi = 80 \%$
2160 Stunden	Innenklima	20,0 °C	$\varphi = 50 \%$

Verdunstungsperiode	$p_{d,i} / p_{d,a}$	1200 Pa Dampfteildruck
2160 Stunden	p_s	2000 Pa Sättigungsdampfdruck Dach

Wärmeübergangswiderstände	R_{si}	0,25 m²K/W
	R_{se}	0,04 m²K/W

Grenzschichttemperaturen und Sättigungsdampfdrücke

von innen vor der Schichtgrenze	Tauperiode T_{gr} [°C]	p_s [Pa]	p_d [Pa]
Raumluft	20,0	2338	1169
1 Beton 2400	19,0	2195	1169
2 Dampfsperre	18,5	2126	1046
3 EPS 035	18,5	2126	433
4 Bitumendachbahn	-4,8	408	408
5 Dachbegrünung (extensiv)	-4,8	408	322
	-4,8	408	322
Außenluft	-5,0	402	322

Grenzschichttemperaturen T_{gr} mit $R_{si} = 0,25$, $R_{se} = 0,04$ und $R_T = 6,13$ m²K/W

Diffusionswiderstände

Schicht	$\mu_{\min}$ [-]	$\mu_{\max}$ [-]	$\mu_{\min} \cdot s$ [m]	$\mu_{\max} \cdot s$ [m]	s_d [m]
1 Beton 2400	80	130	20,00	32,50	-> 20,00
2 Dampfsperre	-	-	100,00	100,00	100,00
3 EPS 035	20	100	4,00	20,00	-> 4,00
4 Bitumendachbahn	10000	80000	40,00	320,00	<- 320,00
5 Dachbegrünung (extensiv)	3	3	0,45	0,45	0,45
$\Sigma \mu \cdot s =$					444,45

Klimabedingter Feuchteschutz DIN 4108-3:2018

Vermeidung kritischer Feuchte auf Innenoberflächen (A.1)

Dampfteildruck der Raumluft $p_i = \phi_i \cdot p_{\text{sat}}(\theta_i) = 0,50 \cdot 2.337 = 1.168 \text{ Pa}$ (Gl.3)
 erforderliche Mindestwärmedurchlasswiderstände

	$\phi_{\text{si,cr}}$	p_{sat}	$\theta_{\text{si}}(p_{\text{sat}})$ Pa	R °C	ausrei- m ² K/W	chend
vorhandene Werte	0,53	2.195	18,98	5,84		
Grenzwert für Tauwasserbildung	1,00	1.169	9,27	0,29	ja	
Grenzwert für Schimmelpilzbildung	0,80	1.461	12,62	0,56	ja	

mit $\phi_{\text{si,cr}}$ = kritischer / vorhandener Wert der relativen Luftfeuchte an der raumseitigen Bauteiloberfläche

$p_{\text{sat}} = p_i / \phi_{\text{si,cr}}$ = zugehöriger Sättigungsdampfdruck und $\theta_{\text{si}}(p_{\text{sat}})$ = zugehörige Oberflächentemperatur (Gl.3)

$R = R_{\text{si}} / (1 - f_{\text{Rsi}}) - R_{\text{si}} - R_{\text{se}}$ = erforderlicher / vorhandener Wärmedurchlasswiderstand (Gl.A.2 mit $R_{\text{si}} = 0,25 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$)

mit $f_{\text{Rsi}} = (\theta_{\text{si}} - \theta_{\text{e}}) / (\theta_i - \theta_{\text{e}})$ = Temperaturfaktor der Bauteiloberfläche

Tauwasserbildung im Inneren von Bauteilen (A.2)

Dampfdrücke	p_i	p_c	p_e
Tauperiode [Pa]	1.169	408	322
Verdunstungsperiode [Pa]	1.200	2.000	1.200
sd-Wert [m]	0	124,00	444,45
Taubene / Taubereich	M_c g/m ²	M_{ev} g/m ²	t_{ev} h
vor Bitumendachbahn	* 9	14	1.416

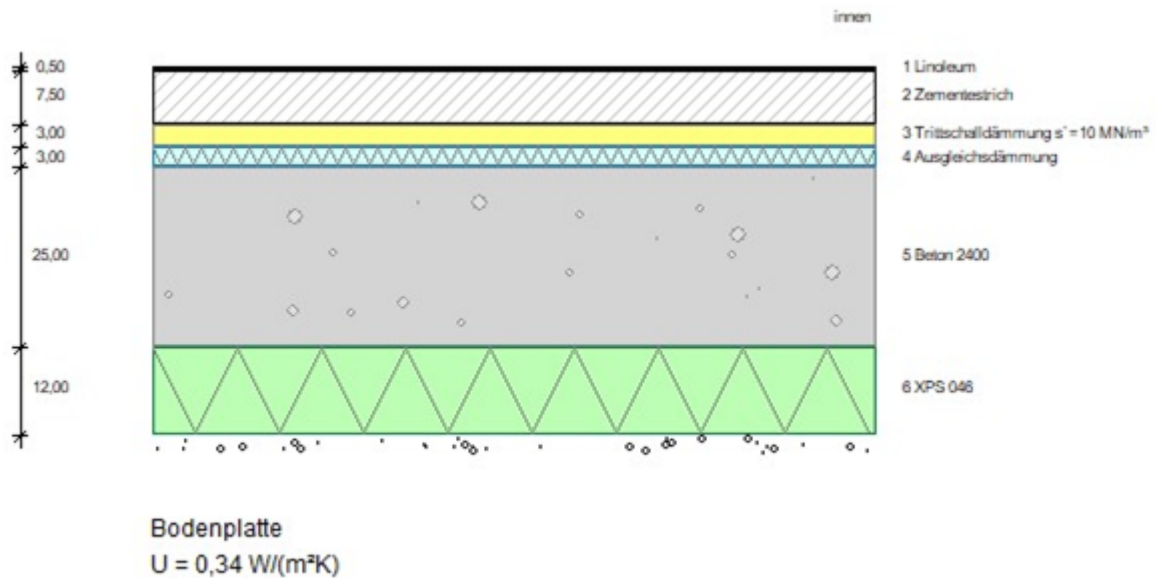
* Kapillar nicht wasseraufnahmefähige Baustoffschichten in der Taubene

Die Tauwasserbildung im Bauteil ist im Sinne von DIN 4108-3 unschädlich (Abs.5.2.1)

Tauwassermassen $M_c \leq 500 \text{ g/m}^2$, Verdunstungsmassen $M_{\text{ev}} \geq M_c$

mit Tauwassermasse M_c , Verdunstungsmasse M_{ev} und Verdunstungszeit t_{ev}

2.10 Bodenplatte



Bauteiltyp "Fußboden gegen Erdreich" (9)
 mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,17$ und $R_{se} = 0,00 \text{ m}^2\text{K/W}$

Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R_{si}					0,170
01 Linoleum	0,50	1200	6,0	0,170	0,029
02 Zementestrich	7,50	2000	150,0	-	-
03 Trittschalldämmung $s'=10 \text{ MN/m}^3$	3,00	-	-	-	-
04 Ausgleichsdämmung	3,00	20	0,6	-	-
05 Beton 2400	25,00	2400	600,0	2,000	0,125
06 XPS 046	12,00	25	3,0	0,046	2,609
R_{se}					0,000
d = 51,00 G = 759,6 $R_T = 2,93$					

2.10.1 Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,341 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

2.10.2 Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

Sohlplatten, unmittelbar an das Erdreich grenzend bis zu einer Raumtiefe von 5 m
 (DIN 4108-2:2013. Mindestanforderungen nach Tab.3.

$R \quad 2,76 \geq 0,90 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

2.10.3 Temperaturverlauf und Diffusionsberechnung

Ein rechnerischer Nachweis nach DIN 4108-3:2018 ist nicht erforderlich, weil eine nachweisfreie Konstruktion vorliegt.

Bodenplatten mit Perimeterdämmung und Abdichtung nach DIN 18195,
 $R_{\text{innen}} \leq 20\% \text{ von } R_{\text{ges}}$

3. Anlagentechnik

3.1 Vorbemerkungen zur Anlagentechnik

Die folgende Beschreibung der Heizungsanlage sowie der Aufstellungsort und die Primärheizenergie sind für den Nachweis verbindlich und mit dem Objektplaner abgestimmt.

Nachträgliche Änderungen sind nur schwer umsetzbar, da die Auswirkungen nicht ohne weiteres mit Bauteiländerungen kompensiert werden können. Daher ist bei evtl. Änderungen der Anlagentechnik der Aufsteller des Wärmeschutznachweises umgehend zu informieren. Neue Nachweise sind in jedem Fall erforderlich.

3.2 Trinkwarmwasserbereitung

Beträgt der tägliche Nutzenergiebedarf für Trinkwarmwasser weniger als 0,2 kWh je Person und Tag bzw. weniger als 0,2 kWh je Beschäftigte und Tag (entspricht etwa 5 l je Person und Tag bzw. 5 l je Beschäftigte und Tag bei einer Warmwassertemperatur von 45°C) darf der Nutzenergiebedarf für Trinkwarmwasser vernachlässigt werden. Dies ist z.B. der Fall bei Bürogebäuden oder Schulen oder Kindergärten mit einzelnen Trinkwarmwasser-Zapfstellen (Handwaschbecken, Teeküche, Getränkeausgabe, Putzraum). Dies ist hier der Fall.

3.3 Heizungsanlage und Primärenergie

Die Wärmeversorgung des Neubaus erfolgt über Luft-Wasser Wärmepumpe (2 x 22,3 kW, COP 3,1).

Die Übergabe der Heizwärme erfolgt über Fußbodenheizungen. Die Vor- bzw. Rücklauftemperatur im Heizkreislauf wird 38 / 28 °C angenommen.

Die Dämmung der Heizungsleitungen des Neubaus wird gemäß den Vorschriften des GEGs 2020 ausgeführt.

3.4 PV-Anlage

Das Gebäude erhält eine PV-Anlage mit ca. 50 kWp.

3.5 Lüftungsanlage

Eine Lüftungsanlage ist nicht geplant.

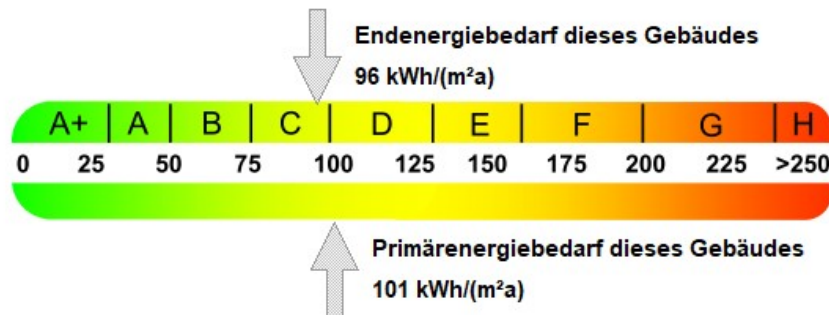
3.6 Raumkühlung

Eine Raumkühlung ist nicht geplant.

3.7 Beleuchtung

Die künstliche Belichtung der Räume wird mit LED-Beleuchtung mit elektr. EVG, ohne Konstantlichtregelung und Präsenzmelder ausgeführt.

4. Nachweise gemäß GEG



Energetische Bewertung von Gebäuden

"LP4-Wärmeschutznachweis 240715"

Maßgebende Normen und Verordnungen:

GEG 2020

DIN V 18599:2018 - Energetische Bewertung von Gebäuden (WG / NWG)

DIN V 4108-2:2013, Mindestanforderungen an den Wärmeschutz

DIN EN ISO 6946:2008, Bauteile - Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient

DIN EN ISO 13789:2007, Spezifischer Transmissionswärmeverlustkoeffizient

DIN EN ISO 13370:2018, Wärmefluss über das Erdreich

DIN EN ISO 10077-1:2007, Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen

Gebäudeberechnung "LP4-Wärmeschutznachweis 240715"

Nachweisverfahren

Vereinfachtes Einzonenmodell nach GEG '20 § 32 zur Begrenzung des Jahres-Primärenergiebedarfs und der mittleren, bauteilbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten für Schulen, Kindertagesstätten
 mit den Änderungen des Gebäudeenergiegesetzes zum 1.1.2024 (BGBl vom 16. Oktober 2023)
 mit den Änderungen des Gebäudeenergiegesetzes zum 1.1.2023 (BGBl vom 28. Juli 2022)

berechnet mit den Bilanzierungsverfahren nach DIN V 18599:2018

Referenzberechnung: LP4-Wärmeschutznachweis 240715-Referenz2020.dwe

Klimadaten für den Gebäudestandort "4 Potsdam (Deutschland)" aus TRY-Datensätzen

1.0 Geplante Gebäudezonen (DIN V 18599-1)

Betrachtungsmonat Januar, $\vartheta_e = 1,0 \text{ °C}$

Zone	Typ	t_{nutz} d/a	ϑ_i °C	$\vartheta_{i,WE}$ °C	A_{NGF} m²	V_i m³
<1> Neubau Schule	208 Klassenzimmer	200	19,5	17,1	648	7368
					648	7.368

Gebäude, $A_{\text{NGF}} = 647,7 \text{ m}^2$ (Bezugsfläche nach T1, Abs.8.2.1)

2.0 Transmissionswärmetransfer (DIN V 18599-2)

Transferkoeffizienten H_T aus der Hüllflächentabelle nach DIN V 18599, T2
 Begrenzung der U-Werte ($U_{\max}$ -Nachweis) GEG § 19

Hüllfläche	Zone	A m ²	U W/(m ² K)	F _x	Anmerkungen	H _T W/K
Neubau Schule						
1 F 0107 FD	1:0	633,7	0,125	1,00 F _D	50	79,2
2 F 0107a FD	1:0	47,7	0,167	1,00 F _D	50	8,0
3 A 0107 DFF 0°	1:0	3,0	1,100	1,00 F _F	50 02	3,3
4 F 0101 FAW Süd	1:0	166,0	0,187	1,00 F _{AW}	50	31,0
5 F 0102 FAW Süd	1:0	120,5	0,205	1,00 F _{AW}	50	24,7
6 F 0103 FAW Süd	1:0	142,0	0,187	1,00 F _{AW}	50	26,6
7 F 0104 FAW Ost	1:0	108,6	0,187	1,00 F _{AW}	50	20,3
8 F 0105 FAW Nord	1:0	414,6	0,187	1,00 F _{AW}	50	77,5
9 F 0106 FAW West	1:0	108,6	0,187	1,00 F _{AW}	50	20,3
10 A 0101 FF Süd	1:0	34,1	1,100	1,00 F _F	50 02	37,5
11 A 0102 FF Süd	1:0	3,1	1,100	1,00 F _F	50 02	3,4
12 A 0103 FF Süd	1:0	34,1	1,100	1,00 F _F	50 02	37,5
13 A 0104 FF Ost	1:0	60,8	1,100	1,00 F _F	50 02	66,8
14 A 0105 FF Nord	1:0	136,7	1,100	1,00 F _F	50 02	150,4
15 A 0106 FF West	1:0	60,8	1,100	1,00 F _F	50 02	66,8
16 T 0102 FAW Süd , Tür	1:0	6,3	1,800	1,00 F _{AW}	50 85	11,3
17 F 0100 FG	1:0	684,4	0,341	0,50 F _{fb}	50 18 19 25	116,7
Verbindungsgang						
18 F 0205 FD	1:0	16,0	0,167	1,00 F _D	50	2,7
19 F 0202 FAW Ost	1:0	39,7	0,200	1,00 F _{AW}	50	7,9
20 F 0204 FAW West	1:0	39,7	0,200	1,00 F _{AW}	50	7,9
21 A 0202 FF Ost	1:0	2,9	1,100	1,00 F _F	50 02	3,2
22 A 0204 FF West	1:0	2,9	1,100	1,00 F _F	50 02	3,2
23 F 0200 FG	1:0	16,0	0,235	0,50 F _u	50 08	1,9
Σ A [m²] = 2.882,2						Σ H_T [W/K] = 808,3

1. Bodenplattenmaß B' (25) = $A_G / (0,5 P) = 684,40 / 61,70 = 11,09$ m
2. Bodenplattenmaß B' (26) = 3,05 = 3,05 m

Anmerkungen zur Hüllflächen-Tabelle

- 01 Temperatur-Korrekturfaktoren (F_x-Faktoren) nach DIN V 18599-2, Tab.5
- 02 Die solaren Gewinne werden gesondert ermittelt (siehe unten).
- 08 Wärmeverluste zum unbeheizten Raum.
- 15 Bodenplatte auf Erdreich mit waagerechter Randdämmung (> 5 m breit, R_n > 2 m²K/W).
- 18 Die Fläche der Bodenplatte wird für den U_{max}-Nachweis reduziert (5m-Streifen)
- 19 Temperatur-Korrekturfaktoren F_x für untere Gebäudeabschlüsse nach DIN V 18599:2018-2, Tab.6
- 25 F_x-Tabellenwert für das Bodenplattenmaß B' nach EN ISO 13370.
- 50 Der Einfluss der Wärmebrücken wird mit einem U-Wert-Zuschlag von 0,10 W/(m²K) pauschal berücksichtigt.
- 85 Begrenzung der U-Werte von Außentüren und Toren in NWG nach KfW-FAQ als Glasdächer, Lichtbänder

2.1 Wärmebrücken

Berechnung mit pauschalen Zuschlägen (siehe Hüllflächentabelle)

Wärmebrückenzuschläge ohne Temperaturkorrektur

H_{T,WB} = 288,2 W/K (35,7 %, 0,100 W/(m²K)), Bilanzierung im Abschnitt "2.2 Transferkoeffizienten"

2.2 Temperaturgewichtete Transferkoeffizienten

Transferkoeffizienten Transmission	$H_{T,D}$ W/K	$H_{T,s}$ W/K	$H_{T,iu}$ W/K	ΣH_T W/K	$H_{T,iz}$ W/K	$H_{T,zi}$ W/K	W/K
<1> Neubau Schule	978	117	2	1097	0		0
	978	117	2	1097			

spezifischer, auf die Umfassungsflächen bezogener Transmissionswärmetransferkoeffizient
 $H'_{T,vorh} = (H_{T,D} + F_x \cdot H_{T,iu} + F_x \cdot H_{T,s}) / A = 1.096,5 / 2.882,2 = \mathbf{0,38 \text{ W/(m}^2\text{K)}}$

2.3 Begrenzung der U-Werte (Nachweis)

Höchstwerte für Hüllflächengruppen nach GEG A3

	opake Bauteile [W/(m²K)]	Fenster [W/(m²K)]	Vorhangf. [W/(m²K)]	Oberl. [W/(m²K)]
U_{max} $T_i \geq 19^\circ\text{C}$	0,28	1,50	1,50	2,50
U_{max} $T_i < 19^\circ\text{C}$	0,50	2,80	3,00	3,10
Zonen $T_i \geq 19^\circ\text{C}$	0,16	1,10		1,80

für den U_{max} -Nachweis wurden reduzierte Grundflächen (Randstreifen) berücksichtigt:
 " 17 F 0100 FG ", $A_{Rand} = 684,4 - 169,0 \text{ m}^2$, $U_{Rand} = 0,264 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Die Höchstwerte für Wärmedurchgangskoeffizienten werden eingehalten, **Nachweis erbracht**
 kleinste Grenzwertunterschreitung: $U = 1,10 \text{ W/(m}^2\text{K)} = 1,50 \text{ W/(m}^2\text{K)} -26,7\%$

3.0 Lüftungswärmetransfer (DIN V 18599-2)

Gebäudedichtheit Regelwert, Manuell: für Dichtheitsprüfung ohne RLT-Anlage, $n_{50} = 1,30 \text{ h}^{-1}$
 Nettoraumvolumen $> 1.500 \text{ m}^3 \Rightarrow n_{50} = q_{50} \cdot \Sigma A / V = 2 \cdot 2882 / 7368 = 0,78 \text{ (Gl.68)}$

Windschutzkoeffizienten für mittlere Abschirmung, mehr als eine exponierte Fassade
 $e_{wind} = 0.07$ $f_{wind} = 15$ (EN ISO 13790 Tab.G4)

Gebäude ohne Außenluftdurchlässe

Ohne bedarfsabhängige Außenluft-Volumenstromregelung

Luftaustausch zwischen Gebäudezonen nicht relevant

Zone	ALD	n_{50} h ⁻¹	V_A m³/(m²h)	Luftwechsel		Fenster		Lüftungsanlage	
				n_{nutz} h ⁻¹	n_{inf} h ⁻¹	n_{win} h ⁻¹	$n_{m,ZUL}$ h ⁻¹	$t_{V,m}$ h/d	
<1> Neubau Schule	-	0,98	10,00	0,88	0,07	0,31	-	-	-
$\Rightarrow$ WE-Betrieb ...									
<1> Neubau Schule			0,00	0,00	0,07	0,10			

Transferkoeffizienten Lüftung	V m³	H _{V,z,Jan} W/K	H _{V,inf} W/K	H _{V,win} W/K	Σ H _V W/K	H _{V,mech} W/K	g _{V,Jan} W/K	°C
<1> Neubau Schule	7.368	0	171	786	957	0		
		0	171	786	957	0		
⇒ WE-Betrieb ...								
<1> Neubau Schule		0	171	251	422			
		0	171	251	422			

4.0 Solare Wärmequellen (DIN V 18599-2)

4.1 Solare Wärmeeinträge über Fenster

Bauliche Verschattung F_S aus Horizontwinkel α_h , Überhangwinkel α_o und Seitenwinkel α_f
 Abminderungsfaktoren $F_S = 0.90$ nach GEG §25, vereinfacht

Kollektorfläche	Zone	A _g m²	I _{S,Jan/Jul} W/m²	g _{eff,Jan/Jul} %	Q _{S,Jan/Jul} kWh/d
3 A 0107 DFF 0°	1	2,10	29/ 210	0/ 0	7103m
10 A 0101 FF Süd	1	23,88	59/ 113	0/ 0	"
11 A 0102 FF Süd	1	2,19	59/ 113	0/ 0	"
12 A 0103 FF Süd	1	23,88	59/ 113	0/ 0	"
13 A 0104 FF Ost	1	42,52	25/ 138	0/ 0	"
14 A 0105 FF Nord	1	95,68	10/ 81	0/ 0	"
15 A 0106 FF West	1	42,52	17/ 117	0/ 0	"
21 A 0202 FF Ost	1	2,04	25/ 138	0/ 0	"
22 A 0204 FF West	1	2,04	17/ 117	0/ 0	"
		236,80			0/ 0

Strahlungsintensitäten für den Standort "4 Potsdam (Deutschland)"

Q_S = Strahlungsgewinn pro Tag = A * F_F * g_{eff} * I_S * t mit g_{eff} = f(F_S, F_w, g_l) (DIN V 18599-2 Gl.112)

verwendete Verglasungen und Sonnenschutzvorrichtungen

7103: aus dem Bauteilbezug, Außenjalousie 45° weiß

7100: aus dem Bauteilbezug, ohne Sonnenschutz Sonnenschutz-Aktivierung f = feststehend, m = manuell, z = zeitgesteuert, s = strahlungsabhängig

Berechnung von g_{tot,13363}-Werten nach EN 13363-1 mit τ_{e,B} und ρ_{e,B} nach DIN V 18599-2, Tab.8 sowie den Parametern

G1 = 5, G2 = 10 und G3 = 30

4.2 Solare Wärmeeinträge über opake Hüllflächen

nicht bilanziert

4.3 solare Wärmegewinne

Zone	Sep kWh	Okt kWh	Nov kWh	Dez kWh	Jan kWh	Feb kWh	Mär kWh	Jahr kWh
über Fenster ...								
<1> Neubau Sch	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-

5.0 Interne Wärme- und Kältequellen (DIN V 18599-2)

Zone	A_B m ²	$Q_{I,p}$ kWh/d	$Q_{I,fac}$ kWh/d	$Q_{I,g}$ kWh/d	Q_I kWh/d
<1> Neubau Schule	648	64,8	13,0	0,0	77,7
⇒ WE-Betrieb ...					
<1> Neubau Schule		-	-	0,0	0,0
ungeregelte Wärmeeinträge im Januar					
Zone	Leuchtenabluft m ³ /hW	$Q_{I,L}$ kWh/d	$Q_{I,h}$ kWh/d	$Q_{I,w}$ kWh/d	$Q_{I,r}$ kWh/d
<1> Neubau Schule	0,0	8,4	0,3	0,0	0,0

6.0 Ausnutzungsgrad für Wärmequellen (DIN V 18599-2)

Betrachtungsmonat Januar

Q_{source} im WE-Betrieb mit anteiligen Wärmeeinträgen aus dem Heizsystem nach Abs.6.5.6

Zone	ΣH_T W/K	ΣH_V W/K	$\Sigma H_{V,mech}$ W/K	Q_{sink} kWh/d	Q_{source} kWh/d	γ kWh/d
<1> Neubau Schule	1097	957	0	944	86	0,092
Zone	C_{wirk} Wh/(m ² K)	H W/K	τ_h	a	η	η_{WE}
<1> Neubau Schule	50	2054	15,77	1,99	0,992	1,000

7.0 Heizwärmebedarf (DIN V 18599-2)

Temperaturrandbedingungen

Außentemperaturen T_e im Monatsmittel für den Standort "4 Potsdam (Deutschland)"
 Bilanzinnentemperaturen T_i nach Zonen siehe Nutzungsrandbedingungen

	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
d/m	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
T_e °C	1,0	1,9	4,7	9,2	14,1	16,7	19,0	18,6	14,3	9,5	4,1	0,9
⇒ Zonen ...												
$T_{i,1}$ °C	19,5	19,5	19,8	20,1	20,5	20,7	20,8	20,8	20,5	20,1	19,7	19,5
⇒ WE-Betrieb ...												
$T_{i,1}$ °C	17,1	17,3	17,9	18,7	19,7	20,2	20,6	20,5	19,7	18,8	17,7	17,1

7.1 Zone <1> Neubau Schule

Ausnutzungsgrade für Wärmequellen η_{source} siehe Abs.6.0

Monatliche Heizzeiten t_h nach DIN V 18599-2,

D.2, bei mehreren Zonen im Heizbereich die maximale Heizzeit, siehe "Heizsysteme".

Der Übertrag gespeicherter Wärme zwischen Regel- und WE-Betrieb $\Delta Q_{C,b,WE}$ wird berücksichtigt

Regelbetrieb (54,8%) mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,5$ °C und $Q_I = 77,7$ kWh/d

Wochenendbetrieb (45,2%) mit $\vartheta_{h,Jan} = 17,1$ °C und $Q_I = 0,0$ kWh/d

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,948	0,979	0,989	0,992	0,992	0,992	0,989	0,932
$\eta_{\text{source,WE}}$		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	358	574	555	574	574	518	574	5.138
t_h	h	720	744	720	744	744	672	744	8.549
$Q_{h,b,RE}$	kWh	4.046	8.043	11.798	14.648	14.586	12.557	11.750	93.533
$Q_{h,b,WE}$	kWh	2.313	4.163	6.181	7.705	7.664	6.587	6.140	50.413
Q_T	kWh	4.607	8.170	11.619	14.280	14.209	12.257	11.581	95.821
Q_V	kWh	3.080	5.463	7.769	9.548	9.500	8.195	7.743	64.065
Q_S^*	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
Q_I^*	kWh	1.328	1.427	1.410	1.476	1.460	1.308	1.433	15.941

7.2 Summe Heizwärmebedarf

	Q_T kWh/a	Q_V kWh/a	Q_S^* kWh/a	Q_I^* kWh/a	$Q_{h,b}$ kWh/a	$Q_{h,b}$ kWh/(m²a)
<1> Neubau Schule	95.821	64.065	-	15.941	143.945	222,2
	95.821	64.065	-	15.941	143.945	222,2

10.0 Beleuchtungssysteme (DIN V 18599-4)

10.1 Tageslichtbereiche

Tageslichtbereiche an vertikalen Fassaden (8), mit Dachoberlichtern (1)
 Der Verbauungsindex wird nach DIN V 18599, T4, Abs. 5.5.2 berechnet

Tageslichtbereiche an vertikalen Fassaden

Tageslichtbereich	Zone	E_m lx	ATL m²	ARB m²	Tageslicht	CTL %
1 A 0101 FAW Süd	Süd 1	300	56,8	34,1	gut	89
2 A 0102 FAW Süd	Süd 1	300	31,5	3,1	gering	74
3 A 0103 FAW Süd	Süd 1	300	57,1	34,1	gut	89
4 A 0104 FAW Ost	Ost 1	300	45,0	60,8	gut	93
5 A 0105 FAW Nord	Nord 1	300	192,2	136,7	gut	97
6 A 0106 FAW West	West 1	300	45,0	60,8	gut	93
8 A 0202 FAW Ost	Ost 1	300	19,1	2,9	gering	63
9 A 0204 FAW West	West 1	300	19,1	2,9	gering	63

Tageslichtbereiche mit Dachoberlichtern

Tageslichtbereich	Zone	E_m lx	ATL m²	ARB m²	Tageslicht	CTL %
7 A 0107 FD	1	300	37,8	3,0	gering	83

tageslichtversorgte Flächen nach Zonen

Zone	ANGF [m²]	ATL [m²]	AKTL [m²]
<1> Neubau Schule	648	504	144

10.2 Teilbetriebsfaktoren Tageslicht

Bereich				CTL	CTL,kon	FTL	Jan %	Feb %	Mrz %	Apr %	Mai %	Jun %
1	A	0101	FAW Süd	1	89	60	55	48	44	40	38	38
2	A	0102	FAW Süd	1	74	50	68	64	61	58	57	56
3	A	0103	FAW Süd	1	89	60	55	48	44	40	38	38
4	A	0104	FAW Ost	1	93	60	53	46	41	37	35	35
5	A	0105	FAW Nord	1	97	60	50	43	38	35	32	32
6	A	0106	FAW West	1	93	60	53	46	41	37	35	35
7	A	0107	FD	1	83	50	69	62	56	52	49	49
8	A	0202	FAW Ost	1	63	50	73	69	66	64	63	63
9	A	0204	FAW West	1	63	50	73	69	66	64	63	63

Kontrollsystem(e): manuell (REF)

10.3 Kunstlichtversorgung

elektrische Anschlussleistung für Kunstlichtbereiche (10)
 Tabellenverfahren, monatlich berechnet (Januar)

Bereich				Zone	E_m lx	Lampen	p_j W/m ²	f_{Pra}	$t_{T,TL}$ h/m	$t_{T,KTL}$ h/a	t_N h/a	$Q_{l,b}$ h/a	kWh/m
1	A	0101	FAW Süd	1	300	9-1-1	3,6	0,88	57	1225	0	12	
2	A	0102	FAW Süd	1	300	9-1-1	3,6	0,88	71	1225	0	8	
3	A	0103	FAW Süd	1	300	9-1-1	3,6	0,88	57	1225	0	12	
4	A	0104	FAW Ost	1	300	9-1-1	3,6	0,88	55	1225	0	9	
5	A	0105	FAW Nord	1	300	9-1-1	3,6	0,88	52	1225	0	36	
6	A	0106	FAW West	1	300	9-1-1	3,6	0,88	55	1225	0	9	
7	A	0107	FD	1	300	9-1-1	3,6	0,88	72	1225	0	10	
8	A	0202	FAW Ost	1	300	9-1-1	3,6	0,88	76	1225	0	5	
9	A	0204	FAW West	1	300	9-1-1	3,6	0,88	76	1225	0	5	
10	A	in <1>	ohne TL	1	300	9-1-1	3,6	0,88	0	1225	0	53	

159

9-1-1 (0,49): LED-Leuchten, Vorschaltgerät EVG elektronisch, direkt, $A_{KL} = 648 \text{ m}^2$
 Präsenzmelder: nein, Konstantlichtregelung: nein

10.4 Endenergiebedarf für Beleuchtung $Q_{l,f}$

Zone	Sep kWh	Okt kWh	Nov kWh	Dez kWh	Jan kWh	Feb kWh	Mär kWh	Jahr kWh
<1> Neubau Sch	121	134	141	159	142	119	123	1.510
	121	134	141	159	142	119	123	1.510

11.0 Klimakältesysteme (DIN V 18599-7)

11.1 Kühlenergiebedarf

Ausnutzungsgrad für Wärmequellen (Kühlbilanz)
 Betrachtungsmonat Juli

Zone	Q_{sink}	Q_{source}	γ	c_{wirk}	τ	η
<1> Neubau Schule	148	84	0,571	50,000	15,77	0,826

Kühlenergiebedarf

Zone	Dez kWh	Jan kWh	Feb kWh	Mär kWh	Apr kWh	Mai kWh	Jun kWh	Jahr kWh
⇒ $Q_{c,b}$ (Raumklima)								
<1> Neubau Sch	10	10	9	13	22	55	103	777

Kühlenergiebedarf der Raumklimasysteme $Q_{c,b}$

$Q_{c,b} = (1 - \eta) * Q_{\text{source}}$ mit $Q_{\text{source}} = (Q_T + Q_V + Q_S + Q_I)_{\text{source}}$ (T2, Gl.2, nur Regelbetrieb)

berechnet mit $\theta_{i,c} = \theta_{i,c,\text{soll}} - 2K$ (T2 Gl.39), c_{wirk} und Zeitkonstante τ siehe Abschnitt 6.0

11.2 Maximal erforderliche Kälteleistung $Q_{c,\text{max}}$

$Q_{c,\text{max}}$ nach DIN V 18599-2, Anhang C

Zone	$t_{c,\text{op,d}}$ h/d	$Q_{c,\text{max,Juli}}$	$Q_{c,\text{max,Sept}}$ kW	techn. kW	gekühlt
<1> Neubau Schule	9	12,0	12,0	2,3	nein

12.0 Warmwassersysteme (DIN V 18599-8)

12.1 Nutzenergiebedarf Warmwasser

Zone	Nutzung	$q_{w,b}$ kWh/d je	Menge	$Q_{w,b,\text{Jan}}$ kWh/M
<1> Neubau Schule	vernachlässigt			- b

$Q_{w,b} = q_{w,b} * d_{\text{mth}} * d_{\text{nutz}} / 365 * \text{Menge}$ [kWh/Monat] (DIN V 18599-10)

b) Beträgt der tägliche Nutzenergiebedarf für Trinkwarmwasser weniger als 0,2 kWh je Person und Tag bzw. weniger als 0,2 kWh je Beschäftigte und Tag (entspricht etwa 5 l je Person und Tag bzw. 5 l je Beschäftigte und Tag bei einer Warmwassertemperatur von 45°C) darf der Nutzenergiebedarf für Trinkwarmwasser vernachlässigt werden. Dies ist z.B. der Fall bei Bürogebäuden oder Schulen mit einzelnen Trinkwarmwasser-Zapfstellen (Handwaschbecken, Teeküche, Getränkeausgabe, Putzraum).

13.0 Heizsysteme (DIN V 18599-5)

13.1 Maximal erforderliche Heizleistung $Q_{h,max}$

nach T2, Anhang B, Bemessungsmonat = Januar mit $\theta_{i,h,min}$ zonenbezogen und $\theta_{e,min} = -12^\circ\text{C}$

Zone	$Q_{T,max}$ kW	$Q_{V,max}$ kW	V_{mech} m^3/h	$Q_{V,mech}$ kW	$\Phi_{h,max}$ kW
<1> Neubau Schule	35,1	15,3	0	0,0	50,4

13.2 Eingesetzte Heizsysteme

Anlage	Versorgungsbereich	Zone(n)	$Q_{h,b}$ kWh/Jahr	$\Phi_{h,max}$ kW	$Q_{N,h}$ kW
1 Fußbodenheizung Nasssystem		1/	143.946	50,4	48,2
2					

<1> hydraulischer Abgleich statisch mit
 Gruppenabgleich, $n \leq 10$, System Nasssystem,
 Raumtemperaturregelung P-Regler nicht
 zertifiziert, intermittierender Heizbetrieb
 nein, Einzelraumregelsystem ohne

Heizwärmebedarf nach Heizbereichen

Monat	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,b,<1>}$ kWh	6.359	12.206	17.979	22.352	22.250	19.144	17.890	143.946

Nutz-Heizwärmebedarf $Q_{h,b}$ nach T2, maximale

Heizleistung $\Phi_{h,max}$ (T2, Anhang B) und

Kesselnennleistung $Q_{N,h}$ nach T5, 5.4

13.3 Heizzeiten

(1) Bereich "Fußbodenheizung Nasssystem", Leitzone <1> Neubau Schule

Monat	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$t_{h,<1>}$ h/m	720	744	720	744	744	672	744	8.549
$t_{h,rL,d,<1>}$ h/d	9	9	13	15	15	15	13	
$d_{h,rB,<1>}$ d/m	17	20	22	24	24	21	22	233
$t_{h,rL,<1>}$ h/m	151	186	285	370	367	312	282	2.704

13.4 Heizwärmeübergabe

(1) Fußbodenheizung Nasssystem

hydraulischer Abgleich statisch mit
 Gruppenabgleich, $n \leq 10$, System Nasssystem,
 Raumtemperaturregelung P-Regler nicht
 zertifiziert, intermittierender Heizbetrieb
 nein, Einzelraumregelsystem ohne

Summe der Temperaturschwankungen $\Delta\theta_{ce} = 0+1,2+(0,7+0,5)/2+0+0,2+0 = 2,00^\circ\text{K}$ (T5 Gl.35)

$Q_{h,ce} = Q_{h,b} \cdot \Delta\theta_{ce} / (T_{i,h} - T_e)$ (Gl.34) (17,5%)

Hilfsenergie der Wärmeübertragungsprozesse:

Stellantriebe nicht relevant / bereits enthalten
 (0,0 Watt)

Nutzwärmebedarf, Verluste und Hilfsenergie der Wärmeübergabe

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
(1) Fußbodenheizung Nasssystem									
$Q_{h,b}$	kWh	6.359	12.206	17.979	22.352	22.250	19.144	17.890	143.946
$Q_{h,ce}$	kWh	2.055	2.298	2.303	2.408	2.409	2.170	2.376	25.170
$\Sigma Q_{h,b+ce}$	kWh	8.414	14.504	20.282	24.760	24.659	21.314	20.267	169.115

13.5 Heizwärmeverteilung

Leitungslängen der Verteilung (V), der Stränge (S) und der Anbindeleitungen (A) nach Abs. 6.3

Hilfsenergiebedarf $W_{h,d}$ der Heizungspumpe

(1) Fußbodenheizung Nasssystem
 System: (DIN V 18599-5:2018) Nutzungstyp "2
 Schulen, Veranstaltungshallen", Netztyp 2
 Etagenverteiltertyp, Flächenheizung,
 Leitungslängen nach Abs.6.3 mit
 $A_{Nutz,Heizbereich} = 647,7 \text{ m}^2$, Geschosshöhe i.M.
 = 3,20 m, 1 Geschosse.
 Vor- / Rücklauftemperatur (Auslegung) $\theta_{VA} = 38$
 $^{\circ}\text{C}$ / $\theta_{RA} = 28 \text{ }^{\circ}\text{C}$, $T_{i,Soll,<1>} = 21,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$
 Wärmedurchgangszahlen U_i nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

Heizungspumpe: Differenzdruck des Verteilsystems
 = 49 kPa (aus Rohrleitung, Erzeuger,
 Wärmemengenzähler, Strangarmaturen)
 Korrekturfaktoren $f_{hydr. Abgleich} = 1,00$,
 $f_{Netzform} = 1,00$, $f_{d,Pumpenmanagement} = 1,00$
 Heizungspumpe Δp konstant, bedarfsgerecht,
 P_{Pumpe} unbekannt

	Verteilung (V)	Stränge (S)	Anbindung (A)
(1) Fußbodenheizung Nasssystem			
Leitungslängen l_i	133,5 m	10,0 m	- m
Wärmedurchgangszahlen U_i	0,200 W/(mK)	0,255 W/(mK)	0,255 W/(mK)
Umgebungstemperaturen $\theta_{i,i}$	13,0 $^{\circ}\text{C}$	20,0 $^{\circ}\text{C}$	20,0 $^{\circ}\text{C}$

Mittlere Heizkreistemperaturen $\theta_{VL,av}$ (Vorlauf)
 und $\theta_{RL,av}$ (Rücklauf), Verluste der Verteilung
 $Q_{h,d}$, daraus resultierende, unregelmäßige
 Wärmeeinträge $Q_{l,h,d}$ und Hilfsenergiebedarf
 $Q_{h,d,aux}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
(1) Fußbodenheizung Nasssystem									
$\beta_{h,d}$		0,23	0,39	0,56	0,66	0,66	0,63	0,54	
$\theta_{VL,av}$	$^{\circ}\text{C}$	25,5	28,2	31,0	32,7	32,6	32,2	30,7	
$\theta_{RL,av}$	$^{\circ}\text{C}$	22,9	24,0	25,1	25,8	25,8	25,6	25,0	
$Q_{h,d}$	kWh	47	68	121	169	167	139	118	917
$W_{h,d}$	kWh	50	66	79	91	91	80	80	766
$Q_{l,h,d}$	kWh	2	3	6	9	9	7	6	48

Leitungsverluste $Q_{h,d} = 0,5 \%$, unregelmäßige Wärmeeinträge $Q_{l,h,d} = 0,0 \%$
 Aufteilung $Q_{l,h,d}$: nach Grundflächenanteilen

13.6 Nutzwärmebedarf der Erzeugung

(1) Fußbodenheizung Nasssystem									
Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,out}$	kWh	8.461	14.572	20.402	24.929	24.826	21.453	20.384	170.032

$Q_{h,out} = Q_{h,b} + Q_{h,ce} + Q_{h,d}$ in [kWh]

13.7 Heizwärmepufferspeicher

nicht vorgesehen

13.8 solare Heizungsunterstützung

nicht vorgesehen

13.9 Heizungswärmepumpen

Heizbereiche (1)

(1) Fußbodenheizung Nasssystem
 Wärmepumpe 1, Luft-Wasser WP (Standard) ab 2010
 Heizungswärmepumpe, 44,6 kW
 Energieträger Strom-Mix, maximale Laufzeit 20 h/d

Leistungszahl im Prüfstand $COP = 3,1$ bei A7/W38
 Die Leistungszahlen (COP) werden für die
 mittleren, monatlichen Vorlauftemperaturen
 $\theta_{VL}(\beta_h)$ (Gl.14) und stundenanteilig für die
 Temperaturklassen $-7 / 2 / 7 / 20$ °C korrigiert
 Stundensummen in den Temperaturklassen nach DIN V 18599-5, Tab.31
 COP-Koeffizienten durch Inter- / Extrapolation aus tabellierten Werten (Normwerte / Herstellerangaben)
 Nachheizung mit elektrischem Heizstab

$Q_{h,outg} = Q_{h,b} + Q_{h,d} + Q_{h,s} - Q_{h,sol} =$ Nutzwärmeabgabe für Heizung, monatlich
 Nutzwärmeabgabe und Laufzeiten für die WW-Bereitung siehe "Warmwassersysteme"
 $COP =$ Leistungszahl der Wärmepumpe, monatlich, $t_{ON} =$ tägliche Laufzeit
 $Q_{h,f} =$ Endenergiebedarf der WP, $Q_{h,f,bu} =$ Nutz- / Endenergiebedarf der Nachheizung
 $Q_{h,in} =$ regenerativer Energieertrag (Gl.149), $W_{h,gen} =$ Hilfsendenergiebedarf

Wärmepumpe 1, Jahresarbeitszahl $_{Hzg} = 3,36$									
Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,outg}$	kWh	8.461	14.572	20.402	24.929	24.826	21.453	20.384	170.032
COP		2,74	3,07	3,39	3,58	3,57	3,58	3,42	
$t_{ON,g,d}$	h/d	5,9	9,3	15,2	18,2	17,3	17,7	15,0	
$Q_{h,f}$	kWh	2.815	4.134	5.645	6.238	5.898	5.509	5.635	46.573
$Q_{h,f,bu}$	kWh	-	1.503	1.082	2.714	3.765	1.691	837	13.321
$Q_{h,f,sum}$	kWh	2.815	5.637	6.727	8.952	9.663	7.200	6.471	59.893
$Q_{h,in}$	kWh	5.646	8.935	13.675	15.977	15.163	14.253	13.913	110.139

13.10 Konventionelle Heizwärmeerzeuger

nicht vorgesehen

13.11 Endenergie Heizwärme

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Q _{h,f}	kWh	2.815	5.637	6.727	8.952	9.663	7.200	6.471	59.893
W _h	kWh	50	66	79	91	91	80	80	767
Strom-Mix	kWh	2.815	5.637	6.727	8.952	9.663	7.200	6.471	59.893
Q _{l,h,<1>}	kWh/d	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2	

14.0 Energiebedarf (DIN V 18599-1)

14.1 Stromerzeugende Systeme

Eine BHKW-Anlage ist nicht vorgesehen

Stromgutschrift für Strom aus erneuerbaren Energiequellen
 Stromangebot aus Photovoltaikanlage nach GEG 2024 und DIN V 18599-9:2018
 Peakleistung 50 kWp, quadratmeterbezogen 50,00 / (647,7) = 0,077 kWp/m²
 PV-Module Süd 15° Standort Deutschland (Potsdam)

$Q_{f,prod,PV} = E_{sol} * P_{pk} * f_{perf} / I_{ref}$, DIN V 18599-9:2018, Gl.64

Q_{f,nutz,PV} durch monatliche Aufrechnung
 MIN(Q_{f,prod,PV} / Q_{Bedarf}) (anrechenbar)

Strombedarf für Heizwärme Beleuchtung

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Strombedarf	kWh	2.936	5.771	6.868	9.111	9.805	7.318	6.595	61.403
Stromangebot	kWh	3.815	2.762	996	653	1.256	1.247	3.038	40.892
anrechenbar	kWh	2.936	2.762	996	653	1.256	1.247	3.038	25.710

Jahres-Stromproduktion = 40.892 kWh/a, Strombedarf = 61.403 kWh/a, anrechenbar = 25.710 kWh/a

14.2 Energiebedarf nach Energieträgern

Energieträger	Prozessbereich	Zonen	Endenergie kWh/a	f _P	f _{Hs/Hi}	Q _P kWh/a
Strom-Mix	Heizwärme	1/	59.893	1,80	1,00	107.808
Strom-Mix	Beleuchtung	1/	1.510	1,80	1,00	2.718
Strom-Mix	Hilfsenergie		767	1,80	1,00	1.380
Strom-Mix	Stromgutschrift		-25.710	1,80	1,00	-46.278
Σ [kWh/Jahr]			36.460			65.628

$Q_P = \sum Q_{f,i} * f_{P,i} / f_{Hs/Hi,i}$ (DIN V 18599-1, Gl.22)

Jahres-Primärenergiebedarf q_P = 65.628 / 648 = **101,3 kWh/(m²a)** (Σ_{ANGF} = 648 m²)

Endenergie brennwertbezogen = 36.460 kWh/a = Jahressummen aus den Prozessbereichen

f_P = Primärenergiefaktoren energieträgerbezogen nach DIN V 18599-1, Tab.A.1

Endenergiebedarf: Hilfsenergie 1,2 kWh/(m²a), Strom-Mix 94,8 kWh/(m²a), Stromgutschrift [Strom-Mix] -39,7 kWh/(m²a)

Treibhausgasemissionen (CO₂)

Energieträger	Endenergie kWh/a	Emissionsfaktor g CO ₂ /kWh	Emissionen kg/a	kg/(m ² a)
Strom-Mix	59.893	560	33.540	
Strom-Mix	1.510	560	846	
Strom-Mix	767	560	429	
Strom aus PV	-	560	-14.398	
	62.170		20.418	31,5

Emissionsfaktoren nach GEG 2020, Anlage 9, Endenergiebedarf heizwertbezogen
 Gutschrift für PV-Strom = - 34815,1 / 62170,0 * 25710 = -14.398 kWh/a (GEG A9, Abs.1g)

14.3 Endenergiebedarf nach Zonen

siehe Abschnitt Zone	m ²	RLT 9 kWh/a	Beleucht. 10 kWh/a	Klima 11 kWh/a	Warmwasser 12 kWh/a	Heizung 13 kWh/a	Summe kWh/a
<1> Neubau Schule	648	-	1.510	-	-	59.896	61.407
Gebäude	648	-	1.510	-	-	59.896	61.407

14.4 Aufteilung des Energiebedarfs für den Energieausweis

	RLT kWh/m ² a	Beleucht. kWh/m ² a	Klima kWh/m ² a	Warmwasser kWh/m ² a	Heizung kWh/m ² a	Summe kWh/m ² a
Nutzenergiebedarf	0,0	2,3	0,0	0,0	222,2	224,6
Endenergiebedarf	0,0	2,3	0,0	0,0	93,6	96,0
Primärenergiebedarf	0,0	4,2	0,0	0,0	168,6	172,8

Energiebedarf für den Energieausweis mit Hilfsenergie (Ventilator-, Pumpenstrom, ...)

4.1 Nachweis Primärnergiebedarf und thermische Hülle

für ein neu errichtetes Gebäude
Referenzberechnung = "LP4-Wärmeschutznachweis 240715-Referenz2020"

15.1 Nachweis der thermischen Hülle

Grenzwerte für Nichtwohngebäude nach GEG '20 siehe "2.3 Begrenzung der U-Werte"
Die Höchstwerte für Wärmedurchgangskoeffizienten werden eingehalten, **Nachweis erbracht**

15.2 Nachweis des Primärenergiebedarfs

Höchstwert des grundflächenbezogenen Jahres-Primärenergiebedarfs nach GEG '20, § 18
zul $q_{P,REF} = 258,9 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$, aus der Referenzberechnung
zul $q_{P,REF} = \text{zul } q_{P,REF} - 10\% = 233,0$ vereinfachtes Einzonenmodell GEG §32
zul $q_P = 233,0 - 45\% = 128,2 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$, geforderte Unterschreitung nach GEG §18 und
GEG-Novelle 2023 / 2024
vorh $q_P = 65.628 / 647,7 = 101,3 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

vorh $q_P = 101,3 \leq 128,2 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$, **Grenzwert wird eingehalten**

4.2 Nachweis der Nutzung erneuerbarer Energien

Anforderungen an die Heizungsanlage nach GEG 2024, §71
Heizungsanlagen müssen die benötigte Wärme zu mindestens 65% aus erneuerbaren
Energien erzeugen

benötigte Wärme im Gebäude 170.033 kWh/a

genutzte erneuerbare Energien	
1. aus thermischen Solaranlagen	- kWh/a
2. aus elektrischen Wärmepumpen	170.033 kWh/a
3. aus gasmotorischen Wärmepumpen	- kWh/a
4. aus Stromdirektheizung	- kWh/a
5. aus unvermeidbarer Abwärme	- kWh/a
6. aus Wärmenetzen	- kWh/a
7. aus Biomasse / Wasserstoff	- kWh/a

Summe erneuerbare Energien	170.033 kWh/a	100 %
----------------------------	---------------	-------

erzielter Deckungsanteil für erneuerbare Energie $DA_{EE} = 170032,5/170032,5 \cdot 100 = 100\%$
(Bbl.2 Gl.5)

Die Anforderungen an die Heizungsanlage nach GEG 2024, §71 (65,0% erneuerbar)
werden erfüllt.

5. Nachbemerungen

Gemäß §67 Abs.5 bzw. §68 Abs.9 BauO NRW ist eine Bescheinigung über die stichprobenhafte Kontrolle des Wärmeschutzes während der Bauzeit erforderlich!

Für die stichprobenhafte Kontrolle des Wärmeschutznachweises während der Bauausführung ist eine getrennte Beauftragung durch den Bauherrn erforderlich.

Die Bescheinigung eines staatlich anerkannten Sachverständigen kann nur erfolgen, wenn die im Wärmeschutznachweis bzw. in einem entsprechenden Bauteilkatalog angegebenen Wärmedurchgangskoeffizienten der einzelnen Bauteile auch eingehalten werden.

Bei der Ausführungsplanung des Architekten ist hierauf unbedingt zu achten.

Gleichwertige Bauteilausführungen hinsichtlich des Wärmedurchgangskoeffizienten liegen im Verantwortungsbereich des Ausführungsplaners.

6. Anlagen

Anlage 1: H2301.2 Übersicht für den sommerlichen Wärmeschutz

aufgestellt:



Dipl.-Ing. Architektin Carolin Buszynski




Dipl.-Ing. M. Eng. Dieter Röber
s.a. SV f. Schall- und Wärmeschutz

Herne, 15.07.2024

H2301.2
Quinoa-Schule Herne
Drögenkamp 10
44653 Herne

Stand RI 15.07.2024

Grundlage: Stand OP 17.05.2024

Inhalt:
Anlage 1 zum Wärmeschutznachweis H2301.2 Übersicht Sonnenschutz-
einrichtungen und g-Werte Verglasungen
Erdgeschoss



Legende:

$g = 0,35$ (SSV); $F_c = 1,0$ (ohne Sonnenschutzvorrichtungen)

$g = 0,35$ (SSV); $F_c = 0,2$ (außenl. Sonnenschutz, 10° Lamellenstellung)

$g = 0,40$ (SSV); $F_c = 0,2$ (außenl. Sonnenschutz, 10° Lamellenstellung)

$g = 0,40$ (SSV); $F_c = 0,3$ (außenl. Sonnenschutz, 45° Lamellenstellung)

$g = 0,60$; $F_c = 0,85$ (innenliegende Vorhänge dunkel)



INHALT: DRÜCK: DRÜCKEN:
a) 17.05.2024 Präsentation



PROJEKT: 1014
Neubau Schulerweiterung und
brandschutztechnisches Gesamtkonzept
der Quinoa Schule, Herne

BAUBEREIT: 1014
Stadt Herne,
Fachbereich 26
Gebäudemanagement

PLANUNG: ARCHITEKTUR dtl
Fronsen Konhaus Stralmann
Architekten BDA Part mbB

FACHPLANUNG / STATIK & BAUPHYSIK:
Röber Ingenieure

FACHPLANUNG / FACHBEREICH:
HI-Plan Ingenieurbüro GmbH

FACHPLANUNG / FACHBEREICH:
plancom GmbH

FACHPLANUNG / BRANDSCHUTZ:
Brandschutzbüro Hahnen

DRUCK: 1014
Stadt Herne,
Fachbereich 26
Gebäudemanagement

PLANUNG: ARCHITEKTUR dtl
Fronsen Konhaus Stralmann
Architekten BDA Part mbB

FACHPLANUNG / STATIK & BAUPHYSIK:
Röber Ingenieure

FACHPLANUNG / FACHBEREICH:
HI-Plan Ingenieurbüro GmbH

FACHPLANUNG / FACHBEREICH:
plancom GmbH

FACHPLANUNG / BRANDSCHUTZ:
Brandschutzbüro Hahnen

ANSCHL: Drögenkamp 10, 44653 Herne

ANSCHL: Langekampstraße 36, 44652 Herne

ANSCHL: Hoher Wall 15, 44137 Dortmund
T. 0231 - 53 23 063 0
post@dtl.eu

ANSCHL: Westring 303, 44269 Herne
T. 02323 - 95 35 0

ANSCHL: Lobbericher Straße 79, 47929 Greifarth
T. 02158 - 40 84 0

ANSCHL: Hamminkeler Str. 30, 46499 Hamminkeln
T. 02856 - 90 996 0

ANSCHL: Luisenstr. 3, 46459 Rees
T. 02851 - 96 15 13

DRUCK: 1014
Stadt Herne,
Fachbereich 26
Gebäudemanagement

PLANUNG: ARCHITEKTUR dtl
Fronsen Konhaus Stralmann
Architekten BDA Part mbB

FACHPLANUNG / STATIK & BAUPHYSIK:
Röber Ingenieure

FACHPLANUNG / FACHBEREICH:
HI-Plan Ingenieurbüro GmbH

FACHPLANUNG / FACHBEREICH:
plancom GmbH

FACHPLANUNG / BRANDSCHUTZ:
Brandschutzbüro Hahnen

PLAN: 1014
Stadt Herne,
Fachbereich 26
Gebäudemanagement

PLANUNG: ARCHITEKTUR dtl
Fronsen Konhaus Stralmann
Architekten BDA Part mbB

FACHPLANUNG / STATIK & BAUPHYSIK:
Röber Ingenieure

FACHPLANUNG / FACHBEREICH:
HI-Plan Ingenieurbüro GmbH

FACHPLANUNG / FACHBEREICH:
plancom GmbH

DRUCK: 1014
Stadt Herne,
Fachbereich 26
Gebäudemanagement

PLANUNG: ARCHITEKTUR dtl
Fronsen Konhaus Stralmann
Architekten BDA Part mbB

FACHPLANUNG / STATIK & BAUPHYSIK:
Röber Ingenieure

FACHPLANUNG / FACHBEREICH:
HI-Plan Ingenieurbüro GmbH

FACHPLANUNG / FACHBEREICH:
plancom GmbH

Inhalt:
Anlage 1 zum Wärmeschutznachweis H2301.2 Übersicht Sonnenschutz-
einrichtungen und g-Werte Verglasungen
1. Obergeschoss

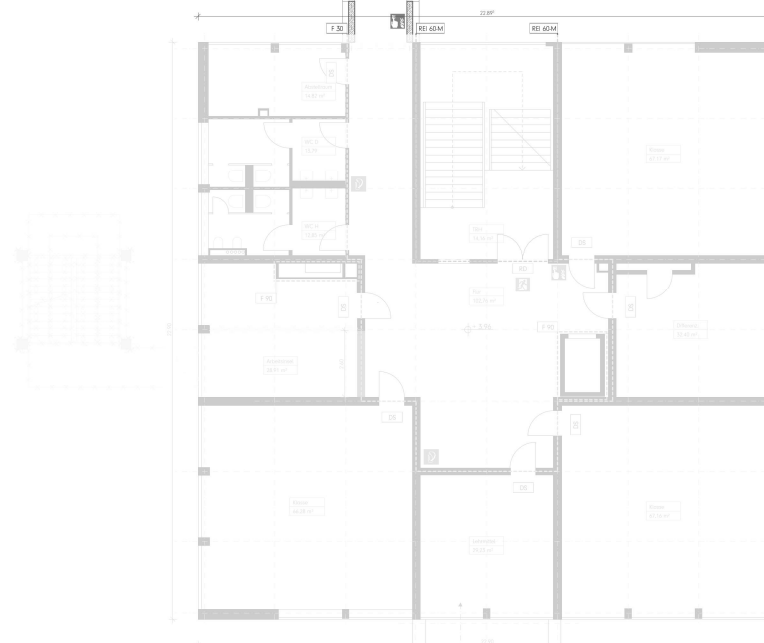
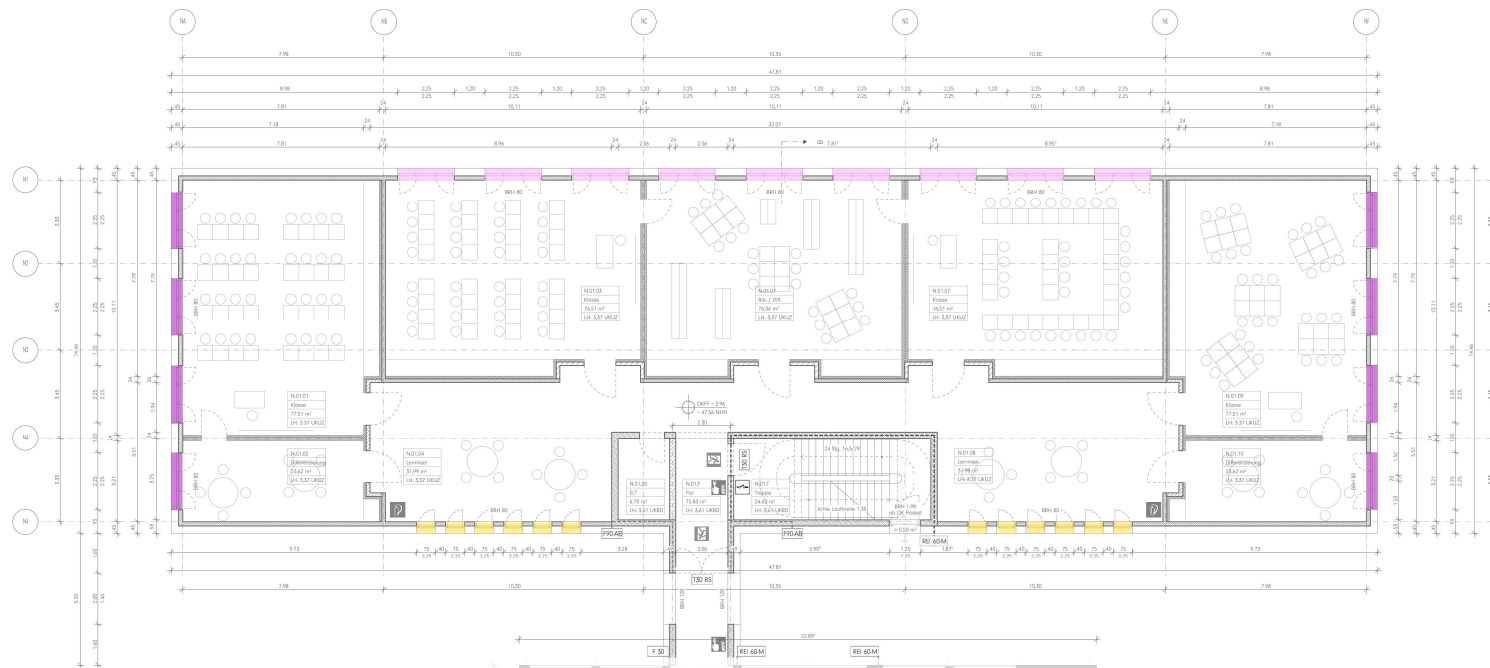
$g = 0,60$; $F_c = 0,85$ (innenliegende Vorhänge dunkel)

BAUGESCHICHTEN FORTSCHREIBEN.

Dafany/Boukharin*in

PLANART:
Genehmigungsplanung

DATEIN / STATUS:
17.05.2024



Inhalt:
Anlage 1 zum Wärmeschutznachweis H2301.2
Übersicht Sonnenschutzeinrichtungen und g-Werte Verglasungen
2. Obergeschoss

Legende:

$g = 0,35$ (SSV); $F_c = 0,3$ (außenl. Sonenschutz, 45 ° Lamellenstellung)

$g = 0,40$ (SSV); $F_c = 0,3$ (außenl. Sonenschutz, 45 ° Lamellenstellung)

$g = 0,60$; $F_c = 0,85$ (innenliegende Vorhänge dunkel)

Finnendetails und Ausführungszeichnungen geben nur mit dem Freigabevermerk des Architekten.

Höhenangaben beziehen sich auf CHFF, sofern nicht anders vermerkt.

$\pm 0,00 = \text{CHFF EG} = 45,40 \text{ ü. NNH}$

N.00.01 Bauteil / Geschoss / Raumnummer

	Druckkopfmelder		1. Rettungsweg / Notausgang
	Feuertisch-Gerät		2. Rettungsweg / Notausgang
	Brandschutzzanforderung an Bauteile		Bedienvorrichtung Rauchabf.
	Brandwiderstandsklasse T120		Abtisch
	Brandwiderstandsklasse RS		Neubau
	Dichtschleifend		Bestand



BAUSCHUTZTECHNISCHES FORSCHEN

INHALT: **BAUTEIL** **GESCHOSS** **RAUMNUMMER**
a) 17.05.2024 Farnstellung



PROJEKT 1018
Neubau Schulerweiterung und
brandschutztechnisches Gesamtkonzept
der Quinoa Schule, Herne

BAUREFERENT
Stadt Herne,
Fachbereich 26
Gebäudemanagement

PLANUNG:
ARCHITEKTUR dlx
Fronssen Konhaus Stralmann
Architekten BDA Part mbB

FACHPLANUNG / STATIK & TRAGWERK:
Röber Ingenieure

FACHPLANUNG / FACHBEREICH:
HI-Plan Ingenieurbüro GmbH

FACHPLANUNG / ELEKTROTECHNIK:
plancom GmbH

FACHPLANUNG / BRANDSCHUTZ:
Brandschutzbüro Hahnen

GRUNDRISSNEHMUNG:
Grundriss 2. Obergeschoss

PLAN MAßSTAB:
4:120 a / 1:100

DATUM / STAND:
17.05.2024

ANSICHT:
Drögenkamp 10, 44653 Herne

ANSICHT:
Langenkampstraße 36, 44652 Herne

ANSICHT:
Hohler Wall 15, 44137 Dortmund

ANSICHT:
T. 0251 - 53 23 063 0
post@dlx.eu

ANSICHT:
Westring 303, 44269 Herne

ANSICHT:
T. 02323 - 95 35 0

ANSICHT:
Lobbericher Straße 79, 47929 Greifath

ANSICHT:
T. 02158 - 40 84 0

ANSICHT:
Hamminkeler Str. 30, 46499 Hamminkeln

ANSICHT:
T. 02856 - 90 996 0

ANSICHT:
Luisenstr. 3, 46459 Rees

ANSICHT:
T. 02851 - 96 15 13

ANSICHT:
Genehmigungsplanung