

Festhalle Saarwellingen

Nachweis GEG 2024

Bericht Nr. B300450-01/TB01 Index B
30. September 2025

Auftraggeber:
Gemeinde Saarwellingen Bauamt
Schloßplatz 1
66793 Saarwellingen

Müller-BBM Building Solutions GmbH
www.mbbm-bso.com

Standort Rosenheim
Klepperstraße 11
83026 Rosenheim

Anna Rychly
☎ +49 89 3540486 56
anna.rychly@mbbm-bso.com



David Neu
Gemeinde Saarwellingen

M. Sc. Anna Rychly
Müller-BBM GmbH

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	3
2	Grundlagen	4
3	Angaben zum Objekt	5
3.1	Bauliche Situation	5
3.2	Definition der thermischen Gebäudehülle	6
3.3	Gebäudekenndaten	6
4	Anforderungen an das zu errichtende Gebäude.....	7
5	Bauphysikalische Grundlagen	8
5.1	Zonierung des Gebäudes	8
5.2	Bauphysikalische Randbedingungen	8
6	Haustechnisches Planungskonzept	9
6.1	Übersicht Konditionierung der Zonen	9
6.2	Beleuchtung	10
6.3	Raumlufttechnische Systeme	11
6.4	Klimakälte.....	13
6.5	Warmwasser	14

6.6	Heizungsanlage	14
6.7	Photovoltaik.....	16
7	Nachweise.....	17
7.1	Nachweis des Mindestwärmeschutzes	17
7.2	Jahres-Primärenergiebedarf Q_p	17
7.3	Nachweis der thermischen Hülle	17
7.4	Nachweis erneuerbare Energien der Heizungsanlage	18
7.5	Nachweis sommerlicher Wärmeschutz nach DIN 4108-2.....	18

Anlagenverzeichnis

- Anlage 1: Bauteilaufbauten (22 Seiten)
Anlage 2: GEG-Nachweis (37 Seiten)

Aufgrund einer IT-Umstellung hat sich unsere interne Projektnummer geändert. Die bisherige Projektnummer B160991 wurde durch B300450-01 ersetzt.

1 Zusammenfassung

Die Gemeinde Saarwellingen plant nach einem Entwurf von Bayer & Strobel Architekten angrenzend an das Schloss einen Neubau der Festhalle mit einem großen Veranstaltungsraum mit Bühne und Hinterbühnenbereich sowie einem Konferenzbereich.

Im folgenden Bericht wird für beide Bürogebäude der Nachweis zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien gemäß dem Gebäudeenergiegesetz (GEG 2024) dokumentiert und stellt damit die sog. „Erfüllungserklärung“ nach § 92 GEG dar. Die Ergebnisse können wie folgt zusammengefasst werden:

Tabelle 1. Zusammenfassung Ergebnisse und Standards.

Kennwert	Festhalle
Gebäudestandard	GEG 2024
Endenergiebedarf	163,9 kWh/m²a
CO2 Emissionen ¹	21,8 kg/m² a

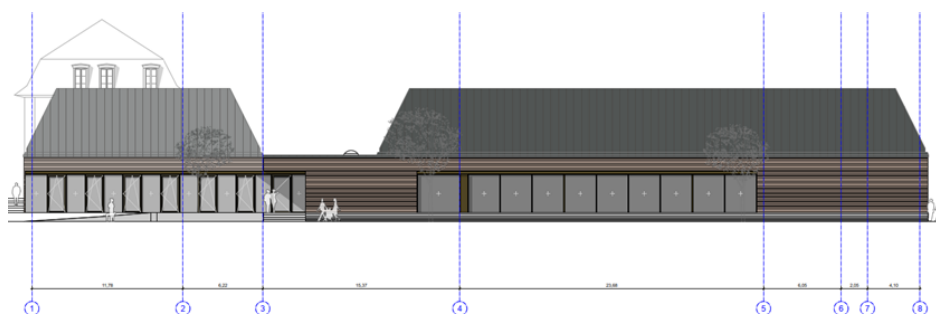


Abbildung 1. Ansicht Süd, Stand 22.09.2025, Bayer & Strobel Architekten

Der angestrebte Standard gemäß GEG 2024 werden mit dem Planstand [1] eingehalten. Dabei müssen ergänzend folgende Punkte berücksichtigt werden:

- Der Primärenergiefaktor des geplanten Nahwärmenetzes beträgt $f_p \leq 0,75$
- Die Ventilatorleistung muss der SFP-Klasse III oder besser entsprechen
- Für das Gebäude ist für die Nachweisführung eine Luftdichtheitsprüfung („Blower-Door-Test“) nicht erforderlich. Diese wird jedoch zur Qualitätssicherung der Bauausführung empfohlen.

Die Beantragung von Förderungen ist nicht geplant.

¹ Emissionen im Betrieb gem. GEG, Angabe auf Energieausweis

2 Grundlagen

Dem vorliegenden Bericht liegen zugrunde:

- [1] Planunterlagen (Grundrisse, Schnitte und Ansichten), Bayer & Strobel Architekten, Entwurfsplanung, Stand 22.09.2025
- [2] Angaben zur geplanten Hautechnik von Fa. FAMIS GmbH, per E-Mail erhalten am 28.05.2025 ff.
- [3] GEG 2024 - Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (Gebäudeenergiegesetz - GEG) in der Fassung vom 08. August 2020, zuletzt geändert am 16.10.2023
- [4] Mitgeltende Normen zum GEG, insbesondere DIN V 18599: „Energetische Bewertung von Gebäuden“, Teile 1 --11, Ausgabe 2018--09
- [5] DIN 4108-2 „Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden - Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz“, Ausgabe 2013-02
- [6] DIN 4108-3: „Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz; Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung“, Ausgabe 2018-10
- [7] DIN 4108-7: „Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 7: Luftdichtheit von Gebäuden – Anforderungen, Planungs- und Ausführungsempfehlungen sowie -beispiele“, Ausgabe 2011-01
- [8] DIN 4108 Beiblatt 2: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Beiblatt 2: Wärmebrücken – Planungs- und Ausführungsbeispiele, Ausgabe 2019-06
- [9] Software Dämmwerk 2024, Fa. KERN Ingenieurkonzepte, Version 2024-10-08

3 Angaben zum Objekt

3.1 Bauliche Situation

Der eingeschossige Konferenzbereich, situiert an der Nord-West-Seite des Gebäudes, schließt an den bestehenden Torbogen an und bildet dabei die städtebauliche Verbindung zum Schloss und dem Vorplatz. Der Zugang des Gebäudes erfolgt über den Vorplatz in das Foyer, über das die unterschiedlichen Nutzungsbereiche im Inneren, Saal und Konferenz, erschlossen werden. Ein Kellergeschoss ist nicht vorgesehen.

Das Gebäude soll in Massivbauweise errichtet werden. Die Fassade erhält eine gemauerte Vorsatzschale.

Das Dach soll als Flachdachkonstruktion, über dem Saal in Holzbauweise, die übrigen Dächer in Stahlbetonbauweise bzw. im Bereich des Technikumgangs im OG mit Trapezblech, erstellt werden.

Durch am Gebäuderand aufgesetzte Mansarden-Dächer werden die Nutzungsbereiche untergliedert und die Außenansicht des Gebäudes gestalterisch an das Schloss angelehnt. Das Mansarddach über dem Konferenzbereich wird auf dem gedämmten Flachdach aufgesetzt und ist somit „kalt“, das Mansarddach über dem Saal und seinen Bühnen- und Nebenräumen nimmt (niedrig-)beheizte Räume auf und wird damit wärmegeklämt.

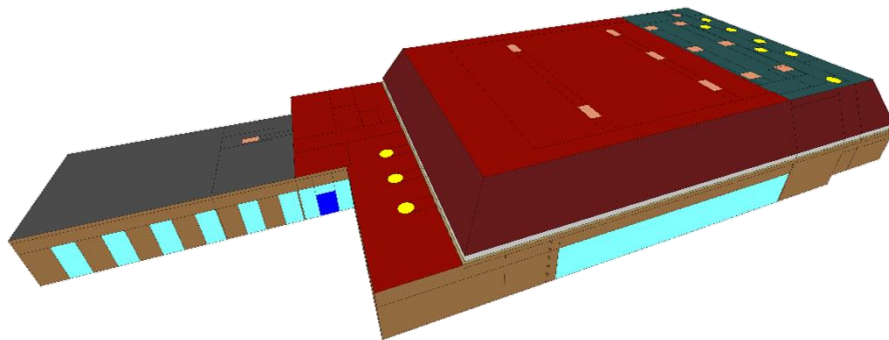


Abbildung 2. 3D-Modell für Massenermittlung, Ansicht Süd-West.

3.2 Definition der thermischen Gebäudehülle

Gemäß den aktuellen Festlegungen werden sämtliche oberirdische Gebäudebereiche auf normale Temperaturen beheizt ($\theta_i \geq 19 \text{ °C}$). Ausnahme hiervon sind die Technikräume im OG, welche auf niedrige Temperaturen von $12 \text{ °C} \leq \theta_i < 19 \text{ °C}$ temperiert (niedrig beheizt) werden.

Damit bilden

- die Bodenplatten im EG,
- die Außenwände,
- die Fenster und Außentüren,
- die Flach- bzw. Mansardendächer

die thermische Gebäudehülle. Die erforderlichen Wärmedämm-Maßnahmen im Bereich der wärmeübertragenden Gebäudehülle werden konsequent an diesen Konstruktionen angeordnet.

3.3 Gebäudekenndaten

Für das vorliegende Bauvorhaben wurden folgende relevante Bezugsgrößen ermittelt:

Tabelle 2. Bezugsgrößen Gebäude.

Kennwert	
Bruttovolumen V_e	11.156 m ³
Luftvolumen/Nettovolumen V	9.108 m ³
Netto-Raumfläche beheizt A_{NRF}^2	618 m ²
Thermische Hüllfläche A	4.449 m ²
A/V_e -Verhältnis	0,40

² Entspricht der Nettogrundfläche A_{NGF} gem. DIN 18599

4 Anforderungen an das zu errichtende Gebäude

Der Bauantrag für die Gebäude soll im Jahr 2025 (oder später) gestellt werden, demnach gilt für das Bauvorhaben das Gebäudeenergiegesetz – GEG 2024 [3]. Die Gebäude sind als Neubau von Nichtwohngebäuden einzustufen und entsprechend als Niedrigstenergiegebäude gem. § 10 GEG zu errichten. Hierbei sind folgende Anforderungen einzuhalten:

Tabelle 3. Zusammenfassung der Anforderungen – GEG 2024.

Kennwert	Anforderung GEG 2024
Gesamtenergieeffizienz (Primärenergiebedarf Q_P)	≤ 55 % des Referenzwerts
Thermische Hülle (mittlerer Wärmedurchgangs-koeffizient)	mittlere U -Werte gem. GEG Anlage 3
erneuerbare Energien	Wärmebereitstellung mit mind.65 % aus erneuerbaren Energien o. unvermeidbarer Abwärme

Ergänzend sind folgende Nebenanforderungen einzuhalten:

- Einhaltung des Mindestwärme- und Feuchteschutzes [5] [6] an allen Bauteilen und Detailpunkten
- Einhaltung des sommerlichen Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2 [5] in Aufenthaltsräumen
- Luftdichte und wärmebrückenarme Ausführung der thermischen Gebäudehülle nach den Regeln der Technik

5 Bauphysikalische Grundlagen

5.1 Zonierung des Gebäudes

Gemäß Gebäudeenergiegesetz § 21 ist das Gebäude in sogenannte Nutzungszonen zu unterteilen. Durch die Zonierung wird dem Umstand Rechnung getragen, dass sich aufgrund z. B. unterschiedlicher Nutzungszeiten oder unterschiedlicher Nutzungsrandbedingungen der Energieverbrauch der verschiedenen Zonen unterscheiden kann.

Die Zonenaufteilung des Gebäudes ist im Anhang B dargestellt und wird zur Beschreibung der Gebäudetechnik im Abschnitt 6 ergänzend aufgeführt.

5.2 Bauphysikalische Randbedingungen

Für die Gebäudeberechnung wurden folgende bauphysikalische Randbedingungen angesetzt. Diese sind zur Erfüllung des Nachweises einzuhalten.

Tabelle 4. Bauphysikalische Randbedingungen für die Energiebilanzierung.

Randbedingung	Wert
Wärmebrückenzuschlag dadurch einzuhaltende Kategorie der Wärmebrücken nach DIN 4108 Beiblatt 2	$\Delta U_{WB} = 0,10 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
Ausnutzungsgrad Wärmequellen (wirksame Wärmespeicherfähigkeit)	$C_{\text{wirk}} = 50 \text{ Wh/(m}^2\text{K)}$
Luftdichtheit des Gebäudes GEG-Nachweis ohne Ansatz erhöhter Dichtheit • Prüfung der Luftdichtheit notwendig? • kein Anforderungswert nach GEG	nein

Die Bauteilaufbauten der Bauteile der thermischen Gebäudehülle und die Berechnungen der Wärmedurchgangskoeffizienten sind dem Anhang A zu diesem Bericht zu entnehmen.

Die dort beschriebenen Bauteilaufbauten geben zum großen Teil nur die wärme-schutztechnisch relevanten Schichten wieder und sind daher keinesfalls als vollständige Konstruktionsbeschreibung im Sinne eines fachübergreifenden Bauteilkatalogs anzusehen.

6 Haustechnisches Planungskonzept

6.1 Übersicht Konditionierung der Zonen

Im Rahmen der vorliegenden Berechnungen zum Nachweis der energetischen Anforderungen wurde folgende Anlagentechnik/Gebäudeausrüstung angesetzt, die mit o. g. Fachplanerbüro [2] abgestimmt wurde. Nachfolgend werden die wichtigsten haustechnischen Angaben zusammenfassend dargestellt. Detaillierte Angaben sind dem Anhang C und D des vorliegenden Berichts zu entnehmen.

Tabelle 5. Übersicht Konditionierung der Zonen.

Zone	Nutzung	Beleuchtung	RLT	Kühlung	Warmwasser	Heizung
1	Saal ($R_H > 4$ m)	X	X	X	-	X
2	Flur, Treppenraum	X	X	X	-	X
3	Konferenzraum	X	X	X	-	X
4	Foyer	X	X	X	-	X
5	WC, Umkleiden	X	X	X	X	X
6	Technik, Lager	X	X	X	-	X
7	Sonstige Aufenthaltsräume	X	X	X	-	X
8	Küche, Lager	X	X	-	X	X
9	Technik, Lager (niedrig beheizt)	X	X	-	-	X

6.2 Beleuchtung

Folgende maßgebliche Beleuchtungssysteme sind nach Angaben des o.g. Fachplanerbüros [2] geplant:

Tabelle 6. Beleuchtungssysteme.

Zone	Nutzung	Lampentyp /-art	Reglung
1	Saal ($R_H > 4 \text{ m}$)	LED-Leuchten EVG Beleuchtungsart: direkt	Präsenzmelder nein Konstantlichtregelung nein Kontrolle: autark dimmend
2	Flur, Treppenraum	wie Zone 1	Präsenzmelder ja Konstantlichtregelung nein Kontrolle: autark abschaltend + wiedereinschaltend
3	Konferenzraum	wie Zone 1	wie Zone 1
4	Foyer	wie Zone 1	wie Zone 1
5	WC, Umkleiden	wie Zone 1	Präsenzmelder ja Konstantlichtregelung nein Kontrolle: autark abschaltend + wiedereinschaltend
6	Technik, Lager	wie Zone 1	Präsenzmelder nein Konstantlichtregelung nein Kontrolle: nein
7	Sonstige Aufenthaltsräume	wie Zone 1	wie Zone 1
8	Küche, Lager	wie Zone 1	wie Zone 6
9	Technik, Lager (niedrig beheizt)	wie Zone 1	wie Zone 6

6.3 Raumluftechnische Systeme

6.3.1 RLT-Anlagen

Die Klimatisierung bzw. Belüftung der einzelnen Zonen des Neubaus erfolgt über RLT-Anlagen mit den nachfolgend beschriebenen Anlagenkonfigurationen. Die für den Nachweis maßgeblichen Kenndaten und Eigenschaften der RLT-Anlagen und die mit der jeweiligen Anlage versorgten Bereiche können wie folgt beschrieben werden:

Tabelle 7. Raumluftechnische Anlagen.

Zone	Nutzung	System	Zulufttemperatur Heizen	Zulufttemperatur Kühlen	WRG	Befeuchtung	Reglung	Ventilatorleistung ¹⁾
1	Saal ($R_H > 4$ m)	Zu/Ab	22°C	18°C	75 % Rotations- WÜT	nein	zeit- und nutzungs- abhängig	Zuluft SFP III Abluft SFP III
2	Flur, Treppenraum	Zu/Ab	22°C	18°C	75 % Rotations- WÜT	nein	zeit- und nutzungs- abhängig	Zuluft SFP III Abluft SFP III
3	Konferenzraum	Zu/Ab	22°C	18°C	75 % Rotations- WÜT	nein	zeit- und nutzungs- abhängig	Zuluft SFP III Abluft SFP III
4	Foyer	Zu/Ab	22°C	18°C	75 % Rotations- WÜT	nein	zeit- und nutzungs- abhängig	Zuluft SFP III Abluft SFP III
5	WC, Umkleiden	Zu/Ab	22°C		75 %	nein	zeit- und nutzungs- abhängig	Zuluft SFP III Abluft SFP III
6	Technik, Lager	Zu/Ab	22°C		75 %	nein	zeit- und nutzungs- abhängig	Zuluft SFP III Abluft SFP III
7	Sonstige Aufenthaltsräume	Zu/Ab	22°C		75 %	nein	zeit- und nutzungs- abhängig	Zuluft SFP III Abluft SFP III
8	Küche, Lager	Abluft	22°C		75 %	nein	zeit- und nutzungs- abhängig	Zuluft SFP III

Zone	Nutzung	System	Zulufttemperatur Heizen	Zulufttemperatur Kühlen	WRG	Befeuchtung	Reglung	Ventilatorleistung ¹⁾
								Abluft SFP III
9	Technik, Lager (niedrig beheizt)	Zu/Ab	22°C		75 %	nein	zeit- und nutzungs- abhängig	Zuluft SFP III Abluft SFP III

6.3.2 Bedarfsabhängiger Außenluft-Volumenstromregelung

Nach GEG § 67 muss bei Einbau oder Erneuerungen der Zentralgeräte oder Luftkanalsysteme in Räumen / Zonen eine selbsttätigende Regelung der Volumenströme erfolgen, wenn der Zuluftvolumenstrom dieser Anlage je Quadratmeter versorgter Nettogrundfläche 9 m³/h überschreitet.

Tabelle 8. Bedarfsabhängiger Außenluft-Volumenstromregelung.

Zone	Nutzung	Regelung
1	Saal ($R_H > 4$ m)	manuelle. raumweise Steuerung
2	Flur, Treppenraum	manuelle. raumweise Steuerung
3	Konferenzraum	manuelle. raumweise Steuerung
4	Foyer	manuelle. raumweise Steuerung
5	WC, Umkleiden	Anlagenautomation ,mit Personenzahl
6	Technik, Lager	manuelle. raumweise Steuerung
7	Sonstige Aufenthaltsräume	manuelle. raumweise Steuerung
8	Küche, Lager	manuelle. raumweise Steuerung
9	Technik, Lager (niedrig beheizt)	manuelle. raumweise Steuerung

6.4 Klimakälte

Die wesentlichen Eigenschaften der Klimakältesysteme können wie folgt beschrieben werden:

Kälteerzeugung:	Raumklimasystem luftgekühlt, Nennkälteleistungszahl (EER): 2,6
Kältespeicher:	nicht vorhanden
Kälteverteilung:	Primärkreis und Hauptverteilung energetisch optimiert und optimal adaptiert, bedarfsgesteuert
Adiabatik	indirekte Verdunstungskühlung in den Zonen 1/ bis 4/
Sekundärventilatoren:	Kanäle und Luftdurchlässe in Zonen 1/ und 5/ 6/, 7/ und 9/ Deckenkassetten in Zonen 2/ bis 4/

Tabelle 9. Kühlsysteme/ -übergabe.

Zone	Nutzung	RLT-Klimasystem	Raumklimasystem
1	Saal ($R_H > 4$ m)	Kühlregister innerhalb thermischer Hülle mit Kaltwasser 14/18 °C	Kaltwasser 6/12
2	Flur, Treppenraum	--	wie Zone 1
3	Konferenzraum	Kühlregister innerhalb thermischer Hülle mit Kaltwasser 8/14 °C	wie Zone 1
4	Foyer	wie Zone 3	wie Zone 1
5	WC, Umkleiden	--	wie Zone 1
6	Technik, Lager	--	wie Zone 1
7	Sonstige Aufenthaltsräume	--	wie Zone 1
8	Küche, Lager	--	--
9	Technik, Lager (niedrig beheizt)	--	wie Zone 1

6.5 Warmwasser

In den Berechnungen nach DIN V 18599 kann der Nutzenergiebedarf für Trinkwarmwasser vernachlässigt werden, wenn der tägliche Nutzenergiebedarf für Trinkwarmwasser weniger als 0,2 kWh je Person und Tag (entspricht etwas 5 l je Person und Tag bei einer Warmwassertemperatur von 45 °C) entspricht. Dieser Fall wird im vorliegenden Bauvorhaben berücksichtigt. Dies ist durch den Haustechnikplaner zu bestätigen.

6.6 Heizungsanlage

In den Berechnungen nach DIN V 18599 wird folgende Wärmeversorgung berücksichtigt:

Wärmeerzeugung	100 % Nahwärme erforderlicher Primärenergiefaktor $f_{P\,FW} \leq 0,75$
Verteileitungen	Zweirohrnetz, hydraulisch abgeglichen, mit innen liegenden und gedämmten Verteileitungen, Verteilungstyp: Etagen
Pumpen	Pumpenregelung: Δp konstant intermittierender Heizbetrieb intermittierender Pumpenbetrieb: Absenkung Pumpenleistung: unbekannt
Heizungspufferspeicher	nicht vorhanden

Tabelle 11. Heizsysteme/ -übergabe.

Zone	Nutzung	System	Reglung PI-Regler
1	Saal ($R_H > 4$ m)	Flächenheizung (Fußbodenheizung Nassystem) Mindestdämmung Vorlauf/Rücklauf 28/35 °C	P-Regler 2K
2	Flur, Treppenraum	Flächenheizung (Fußbodenheizung Nassystem) Mindestdämmung Vorlauf/Rücklauf 40/30 °C	PI-Regler
3	Konferenzraum	wie Zone 2	
4	Foyer	wie Zone 2	
5	WC, Umkleiden	freie Heizflächen (Heizkörper), Lage überwiegend vor Außenwand Vorlauf/Rücklauf 55/45°C	P-Regler 2K
6	Technik, Lager	wie Zone 5	
7	Sonstige Aufenthaltsräume	wie Zone 5	
8	Küche, Lager	wie Zone 5	

Zone	Nutzung	System	Reglung PI-Regler
9	Technik, Lager (niedrig beheizt)	wie Zone 5	

Eine Nacht- und Wochenendabsenkung der Heizungsanlage wurde in der Bilanzierung berücksichtigt (Vorgabe GEG § 25 „Berechnungsrandbedingungen“).

6.7 Photovoltaik

Folgende wesentlichen Eigenschaften der Photovoltaik-Anlage sind nach Angaben des Planungsbüros [2] geplant:

Tabelle 12. PV-Anlage.

Art des Moduls:	Monokristallines Silicium
Art der Gebäudeintegration:	mäßig belüftetes Modul
Fläche (netto, ohne Randeinbindung):	271,7 m ²
Ausrichtung:	Ost-West
Aufstellwinkel:	10 °
PV-Jahresertrag DIN V 18599	35.755 kWh/a

Der im unmittelbaren räumlichen Zusammenhang aus erneuerbaren Energien erzeugte Strom darf entsprechend der Regelungen nach § 23 des GEG vom berechneten Jahres-Primärenergiebedarf abgezogen werden. Die Berücksichtigung erfolgt dabei nach dem Monatsbilanzverfahren.

7 Nachweise

7.1 Nachweis des Mindestwärmeschutzes

Die Anforderungen an den Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2 und DIN 4108-3 werden von allen Bauteilen eingehalten (siehe Anhang A).

7.2 Jahres-Primärenergiebedarf Q_p

Der Primärenergiebedarf beschreibt den nicht erneuerbaren Energiebedarf des Gebäudes für Heizen, Warmwasser, Lüften, Kühlen und Beleuchtung inkl. des Energiebedarfs, der zur Bereitstellung der Energie nötig ist. Der Wert gilt als Maß für die energetische Gesamtqualität des Gebäudes.

Tabelle 13. Zusammenfassung energetische Kennwerte (Jahres-Primärenergiebedarf).

Kennwert	
Primärenergie Referenzwert	270,5 kWh/(m² a)
GEG-Anforderungswert	148,8 kWh/(m² a)
Geplantes Gebäude	144,1 kWh/(m² a)
Erzielbarer Standard	GEG 2024

Die Anforderung an den Jahres-Primärenergiebedarf nach GEG 2024 wird eingehalten.

7.3 Nachweis der thermischen Hülle

Zusätzlich zur energetischen Gesamtqualität muss, unabhängig von der Energieversorgung und Bereitstellung, die thermische Gebäudehüllfläche eine entsprechende Qualität aufweisen.

Die mittleren U -Werte des Gebäudes beschreiben dabei einen flächengewichteten Mittelwert des Wärmeverlusts über die Gebäudehülle.

Tabelle 14. Zusammenfassung wärmeschutztechnischer Kennwerte der Gebäudehülle

Bauteile	Max. \bar{U} – Wert gem. GEG 2024	Vorh. \bar{U} – Wert
Raum-Solltemperatur im Heizfall ($\theta_i \geq 19^\circ\text{C}$)		
Opake Bauteile	$\bar{U} = 0,28 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	$\bar{U} = 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Transparente Bauteile	$\bar{U} = 1,50 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	$\bar{U} = 0,93 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Glasdächer, Lichtbänder, Lichtkuppeln	$\bar{U} = 2,50 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	$\bar{U} = 1,30 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Raum-Solltemperatur im Heizfall ($12 \leq \theta_i < 19^\circ\text{C}$)		
Opake Bauteile	$\bar{U} = 0,50 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	$\bar{U} = 0,22 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Bewertung	Erfüllt	

Die Anforderungen an die mittleren U -Werte des GEG 2024 werden eingehalten.

7.4 Nachweis erneuerbare Energien der Heizungsanlage

Bei der Heizungsanlage im geplanten Gebäude handelt es sich um den Anschluss an ein Wärmenetz nach § 71b GEG.

Die Anforderungen des § 71 Absatz 1 GEG gilt für die geplante Anlage als erfüllt, wenn das Wärmenetz die zum Zeitpunkt der Beauftragung des Netzanschlusses jeweils geltenden rechtlichen Anforderungen an dieses Wärmenetz erfüllt. Der Wärmenetzbetreiber hat dem Verantwortlichen die Erfüllung der Voraussetzungen nach Satz 1 zum Zeitpunkt der Herstellung des Netzanschlusses schriftlich zu bestätigen.

7.5 Nachweis sommerlicher Wärmeschutz nach DIN 4108-2

Exemplarisch wird für einen kritischen Aufenthaltsraum der Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes nach DIN 4108-2 geführt: Konferenzraum, EG.

Bei der Berechnung werden folgende Randbedingungen berücksichtigt:

- Das geplante Gebäude wird unter Berücksichtigung des Standortes Saarwellingen in einer sommerkühlen Klimaregion erstellt (Klimaregion A nach DIN 4108-2).
- Der untersuchte Konferenzraum wird in mittlerer Bauart mit einer Wärmespeicherfähigkeit von $50 \text{ Wh}/(\text{K} \cdot \text{m}^2) \leq C_{\text{wirk}}/A_G \leq 130 \text{ Wh}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ erstellt.
- 3-Scheiben-Wärmeschutzisolierverglasung $g \leq 52 \%$
- außenliegender Sonnenschutz, solarer Abminderungsfaktor $F_c \leq 0,25$ an allen Fassaden mit Ost-, West- und Südorientierung.
- Erhöhte Nachtlüftung (gemäß DIN 4108-2 Luftwechsel $n \geq 2 \text{ h}^{-1}$ über die Lüftungsanlage)

Die Berechnungsergebnisse sind den nachfolgenden Tabellen zu entnehmen:

Tabelle 1 Ergebnisse sommerlicher Mindestwärmeschutz Tabellenverfahren.

Raum	Vorhandener Sonneneintragskennwert S_{vorh}	Zulässiger Sonneneintragskennwert S_{zul}	Bewertung $S_{\text{vorh}} / S_{\text{zul}}$
Konferenz	0,074	0,083	89 %

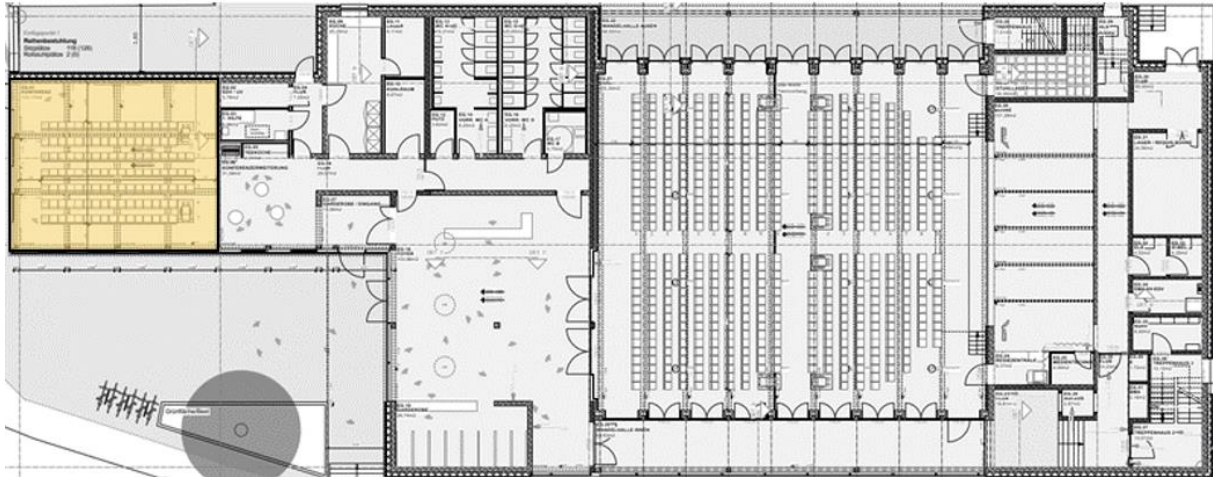


Abbildung 2. Grundriss Erdgeschoss mit dem untersuchten Raum.

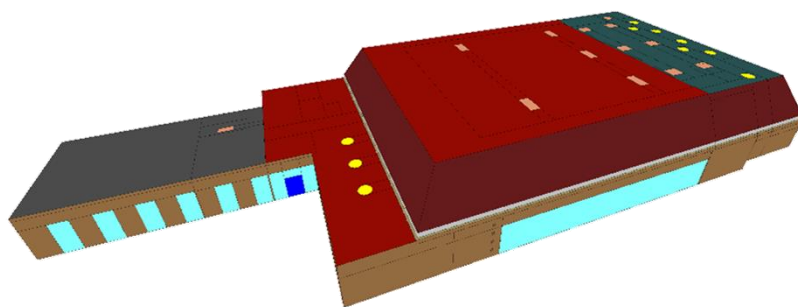
Die Untersuchungen zum sommerlichen Wärmeschutz wurden exemplarisch in thermisch „kritischen“ Räumen vorgenommen. Kritische Räume sind solche, die einen hohen Fensterflächenanteil, eine geringe Grundfläche und Fenster mit Süd-, Ost- oder Westausrichtung aufweisen.

Der formale Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes wird unter Berücksichtigung der o. g. baulichen Maßnahmen eingehalten. Die Berechnungen zum sommerlichen Wärmeschutz wurden mit der Software Dämmwerk [9] durchgeführt.

Anna Rychly

Anlage 1
Bauteilaufbauten

Bauteilübersichten

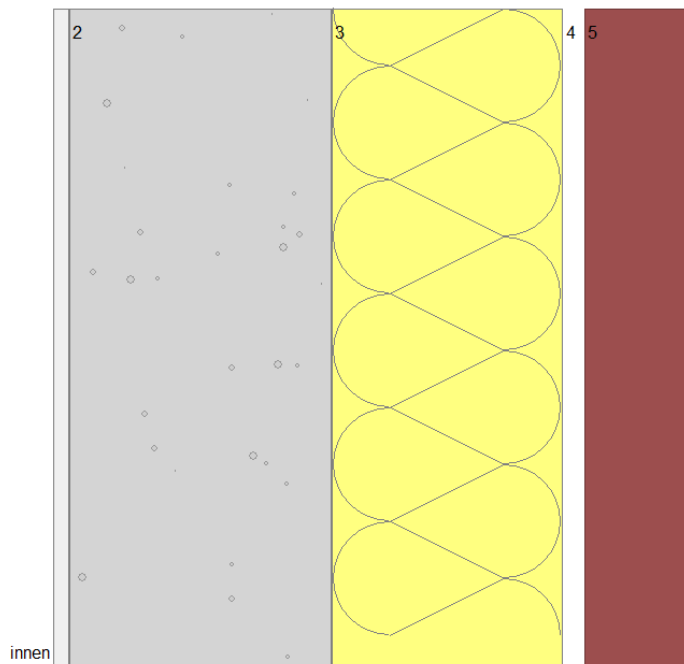


AW01
AW02a
AW02b
AW03
Adiabat
DA01a
DA01b
DA02a
DA02b
DA03
DE01

DOB01
DOB02
FE01
FE02
FE03
T01
T02

GB01
GB02
GB03
GB04
GB05
GW01
GW02

1.1 Bauteil: AW01 - Stahlbeton Naturstein



AW01 - Stahlbeton Naturstein

$U = 0,19 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

von innen

- 1 ggf. Anstrich oder Putz
- 2 Stahlbeton
- 3 Wärmedämmung MW WLG 035
- 4 Fingerspalt
- 5 Fassadenbekleidung

1.2 Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R _{si}					0,13
01 ggf. Anstrich oder Putz	1,50	-	-	-	-
02 Stahlbeton	25,00	2300	575,0	2,300	0,11
03 Wärmedämmung MW WLG 035	22,00	20	4,4	0,035	6,29
04 Fingerspalt	2,00	-	-	-	-
05 Fassadenbekleidung	10,00	-	-	-	-
R _{se}					0,04
<hr/>					
	d = 60,50	G =	579,4	R _T =	6,56

1.3 Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U_c = 0,152 + 0,040 = 0,19 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

0,040 Unterkonstruktion

U-Wert Gesamtkorrektur = 26%

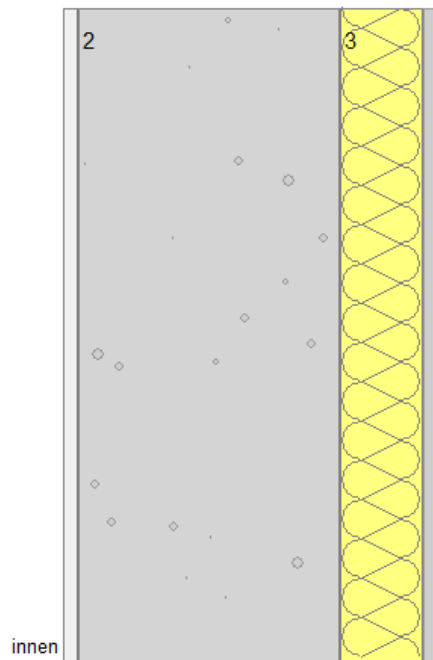
1.4 Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

Wände beheizter Räume gegen Außenluft, Erdreich, Tiefgaragen (DIN 4108-2:2013).

Mindestanforderungen nach Tab.3.

R 6,39 \geq 1,20 m²K/W erfüllt die Anforderungen

2.1 Bauteil: AW02a - Stahlbetonwand Mansarddach mit Regenrinne



AW02a - Stahlbetonwand Mansarddach mit Regenrinne

$$U = 0,39 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

von innen

1 ggf. Anstrich oder Putz

2 Stahlbeton

3 Wärmedämmung MW WLK 035

4 Außenschale, z.B. Holz

2.2 Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R _{si}					0,13
01 ggf. Anstrich oder Putz	1,50	-	-	-	-
02 Stahlbeton	25,00	2300	575,0	2,300	0,11
03 Wärmedämmung MW WLK 035	8,00	20	1,6	0,035	2,29
04 Außenschale, z.B. Holz	1,50	1800	27,0	-	-
R _{se}					0,04
d =	36,00	G =	603,6	R _T =	2,56

2.3 Wärmedurchgangskoeffizient

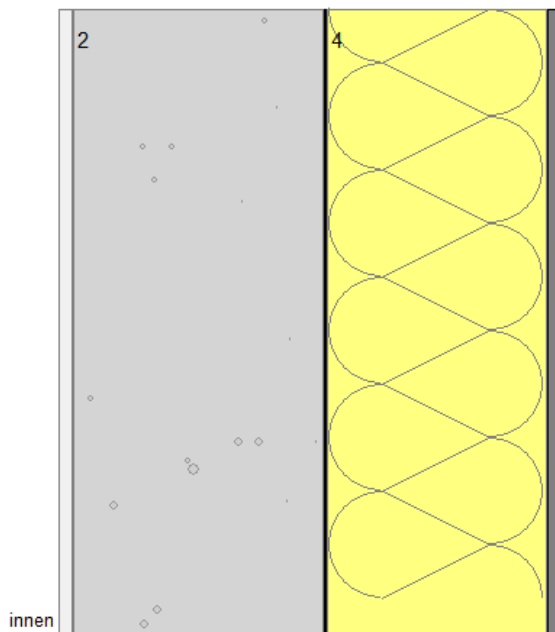
Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,39 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

2.4 Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

$$R \quad 2,39 \geq 1,20 \quad \text{m}^2\text{K/W} \quad \text{erfüllt die Anforderungen}$$

3.1 Bauteil: AW02b - Stahlbetonwand Mansarddach (Innenseite)



AW02b - Stahlbetonwand Mansarddach (Innenseite)
 $U = 0,15 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

von innen
1 ggf. Anstrich oder Putz
2 Stahlbeton
3 Dampfsperre
4 Wärmedämmung MW WLG 035
5 Abdichtung

3.2 Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R _{si}					0,13
01 ggf. Anstrich oder Putz	1,50	—	—	—	—
02 Stahlbeton	25,00	2300	575,0	2,300	0,11
03 Dampfsperre	0,10	—	—	—	—
04 Wärmedämmung MW WLG 035	22,00	20	4,4	0,035	6,29
05 Abdichtung	1,00	—	—	—	—
R _{se}					0,04
d =	49,60	G =	579,4	R _T =	6,56

3.3 Wärmedurchgangskoeffizient

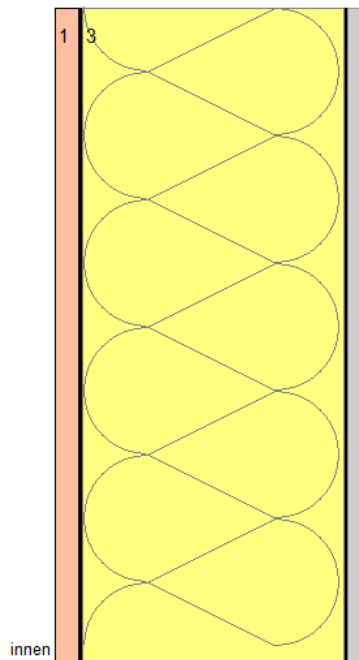
Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,15 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

3.4 Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

R $6,39 \geq 1,20 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

4.1 Bauteil: AW03 - Außenwand Innenseite Mansarde



AW03 - Außenwand Innenseite Mansarde

$$U = 0,24 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

von innen

1 Verkleidung

2 Dampfbremse

3 Zwischensparrend. WLG 035 Mineralfaser

4 Unterspannbahn

5 Außenschale, z.B. Holz

4.2 Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R _{si}					0,13
01 Verkleidung	2,40	-	-	-	-
02 Dampfbremse	0,20	-	-	-	-
03 Zwischensparrend. WLG 035 Minera	25,00	30	7,5	0,035	7,14
04 Unterspannbahn	0,20	-	-	-	-
05 Außenschale, z.B. Holz	1,50	1800	27,0	-	-
R _{se}					0,04
d =	29,30	G =	34,5	R _T =	7,31

$$U_{\text{Gefach}} = 0,14 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

Rahmenbereich

Rahmenbreite	Achsabstand	zusammengesetztes Bauteil			
- cm	- cm	30,0 %	77,3 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}					0,13
01 Verkleidung	2,40	-	-	-	-
02 Dampfbremse	0,20	-	-	-	-
03 Sparren	25,00	600	150,0	0,130	1,92
04 Unterspannbahn	0,20	-	-	-	-
05 Außenschale, z.B. Holz	1,50	1800	27,0	-	-
R _{se}					0,04
	29,30		177,0	R _T =	2,09

$$U_{(R)} = 0,48 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

$$R'_T = 1 / (70,00\% \cdot 1/7,313 + 30,00\% \cdot 1/2,093) = 4,18 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R''_T = 0,13 + 1/(0,700/7,143 + 0,300/1,923) + 0,04 = 4,11 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_T = (R'_T + R''_T)/2 = 4,15 \text{ m}^2\text{K/W} \text{ (maximaler Fehler} = R'_T - R''_T / 2 \cdot R_T = 1 \%)$$

$$U = 1 / R_T = 0,241 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

4.3 Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,24 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

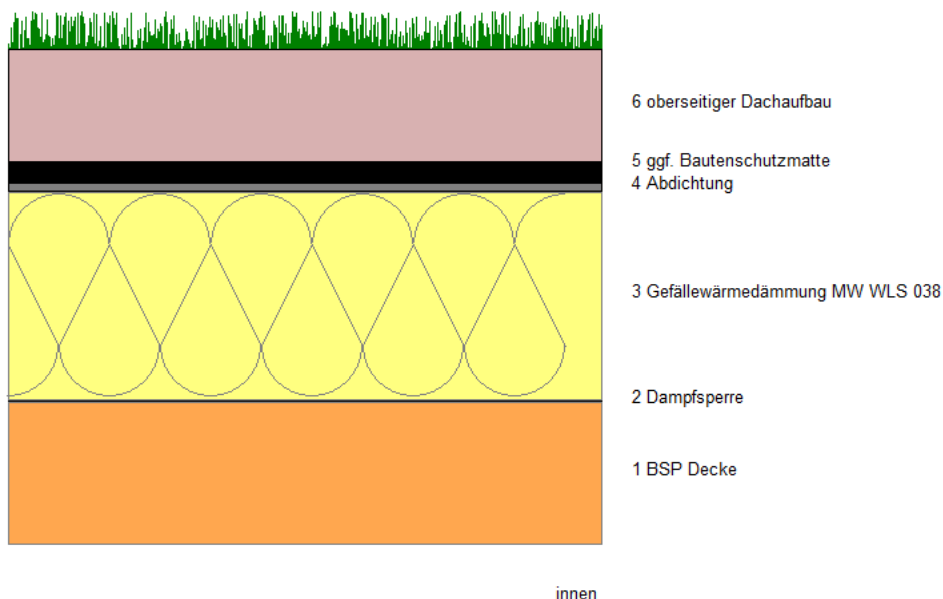
4.4 Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

Wärme gedämmte Dachschrägen (DIN 4108-2:2013). Erhöhte Anforderungen für leichte Bauteile mit einer flächenbezogenen Gesamtmasse $< 100 \text{ kg/m}^2$

$R_{(G)} \quad 7,14 \geq 1,75 \quad \text{m}^2\text{K/W} \quad \text{erfüllt die Anforderungen}$

$R \quad 3,98 \geq 1,00 \quad \text{m}^2\text{K/W} \quad \text{erfüllt die Anforderungen}$

5.1 Bauteil: DA01a - Flachdach Holz über Saal



DA01a - Flachdach Holz über Saal

$U = 0,15 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

5.2 Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R _{si}					0,10
01 BSP Decke	15,00	800	120,0	0,180	0,83
02 Dampfsperre	0,10	-	-	-	-
03 Gefällewärmedämmung MW WLS 038	22,00	20	4,4	0,038	5,79
04 Abdichtung	1,00	-	-	-	-
05 ggf. Bautenschutzmatte	2,00	-	-	-	-
06 oberseitiger Dachaufbau	12,00	-	-	-	-
R _{se}					0,04
	d = 52,10	G =	124,4	R _T =	6,76

5.3 Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,15 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

5.4 Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

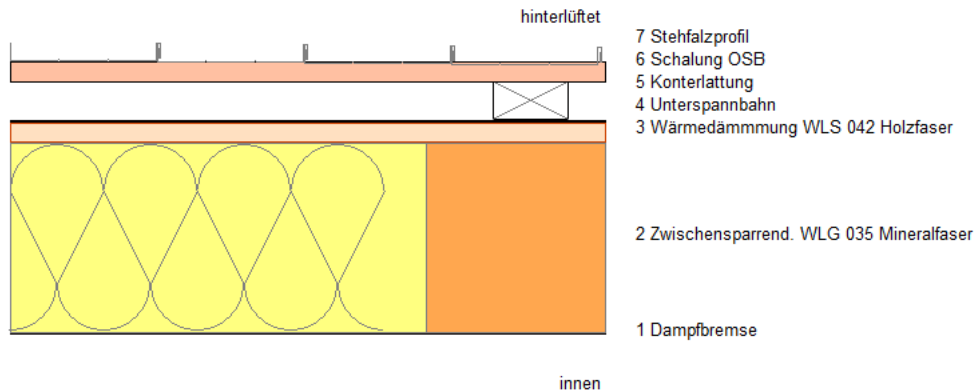
Decken beheizter Räume nach oben Außenluft (DIN 4108-2:2013). Mindestanforderungen nach Tab.3.

$R \quad 6,62 \geq 1,20 \quad \text{m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

Hinweis zur Dämmschichtdicke bei Gefälledämmungen:

Die oben angegebene Dicke der Dämmschicht bezeichnet die mittlere, energetisch wirksame Dicke gemäß DIN EN ISO 6946. Die Auslegung der Gefälledämmung hat vom Systemanbieter so zu erfolgen, dass der bezeichnete R-Wert [m²K/W] im Mittel erreicht wird. Hierfür ist i.d.R. im Entwurf (Schnitt) eine etwas größere mittlere Dicke der Dämmschicht (ca. 115 %) vorzusehen. An Tiefpunkten ist in jedem Fall der Mindestwärmeschutz mit einer Dämmschichtdicke von ca. 10 cm (bei WLS 038) einzuhalten.

6.1 Bauteil: DA01b - Dach Mansarde (Holz)



DA01b - Dach Mansarde (Holz)

$U = 0,25 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

6.2 Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/ (mK)	R m ² K/W
R _{si}					0,10
01 Dampfbremse	0,20	-	-	-	-
02 Zwischensparrend. WLG 035 Minera	20,00	30	6,0	0,035	5,71
03 Wärmedämmung WLS 042 Holzfaser	2,20	160	3,5	0,042	0,52
04 Unterspannbahn	0,20	-	-	-	-
05 Konterlattung	4,00	-	-	-	-
06 Schalung OSB	2,20	-	2,0	-	-
07 Stehfalzprofil	2,00	-	2,0	-	-
R _{se}					0,10
d =	30,80	G =	13,5	R _T =	6,44

$U_{\text{Gefach}} = 0,16 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Rahmenbereich

Rahmenbreite	Achsabstand	zusammengesetztes Bauteil				
- cm	- cm	30,0 %	47,7 kg/m²			
Rahmenanteil von innen	s cm	ρ kg/m³	kg/m²	λ W/ (mK)	R m²K/W	
R _{si}					0,10	
01 Dampfbremse	0,20	-	-	-	-	
02 Sparren	20,00	600	120,0	0,130	1,54	
03 Wärmedämmung WLS 042 Holzfaser	2,20	160	3,5	0,042	0,52	
04 Unterspannbahn	0,20	-	-	-	-	
05 Konterlattung	4,00	-	-	-	-	
06 Schalung OSB	2,20	-	2,0	-	-	
07 Stehfalzprofil	2,00	-	2,0	-	-	
R _{se}					0,10	
	30,80		127,5	R _T =	2,26	

$U_{(R)} = 0,44 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

$R'_T = 1 / (70,00\% \cdot 1/6,438 + 30,00\% \cdot 1/2,262) = 4,14 \text{ m}^2\text{K/W}$

$R''_T = 0,10 + 1/(0,700/5,714 + 0,300/1,538) + 1/(0,700/0,524 + 0,300/0,524) + 0,10 = 3,87 \text{ m}^2\text{K/W}$

$R_T = (R'_T + R''_T)/2 = 4,01 \text{ m}^2\text{K/W}$ (maximaler Fehler = $R'_T - R''_T / 2 \cdot R_T = 3\%$)

$$U = 1 / R_T = 0,249 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

6.3 Wärmedurchgangskoeffizient

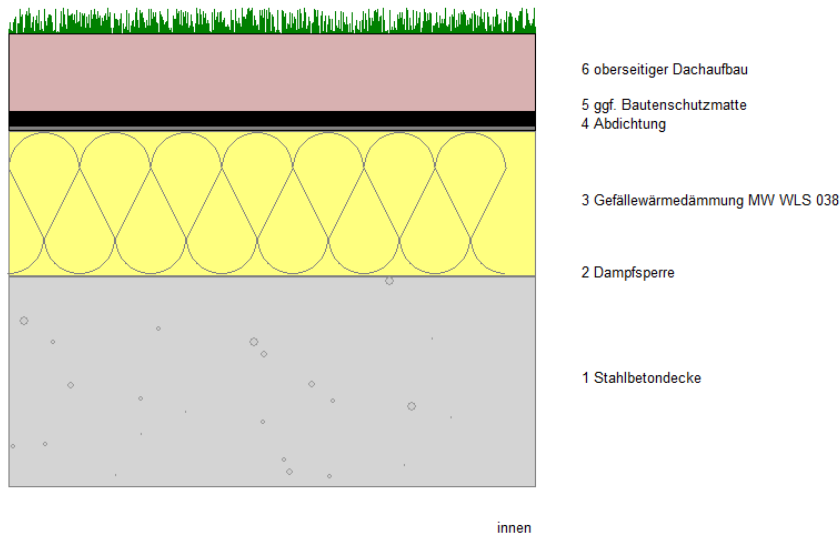
Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,25 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

6.4 Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

Wärme gedämmte Dachschrägen (DIN 4108-2:2013). Erhöhte Anforderungen für leichte Bauteile mit einer flächenbezogenen Gesamtmasse $< 100 \text{ kg/m}^2$

$R_{(G)}$	$6,24 \geq 1,75$	$\text{m}^2\text{K/W}$	erfüllt die Anforderungen
R	$3,81 \geq 1,00$	$\text{m}^2\text{K/W}$	erfüllt die Anforderungen

7.1 Bauteil: DA02a - Flachdach Stahlbeton über Foyer



DA02a - Flachdach Stahlbeton über Foyer
 $U = 0,16 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

7.2 Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R _{si}					0,10
01 Stahlbetondecke	32,00	2300	736,0	2,300	0,14
02 Dampfsperre	0,10	—	—	—	—
03 Gefällewärmedämmung MW WLS 038	22,00	20	4,4	0,038	5,79
04 Abdichtung	1,00	—	—	—	—
05 ggf. Bautenschutzmatte	2,00	—	—	—	—
06 oberseitiger Dachaufbau	12,00	—	—	—	—
R _{se}					0,04
<hr/>					
	d = 69,10	G = 740,4		R _T = 6,07	

7.3 Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,16 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

7.4 Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

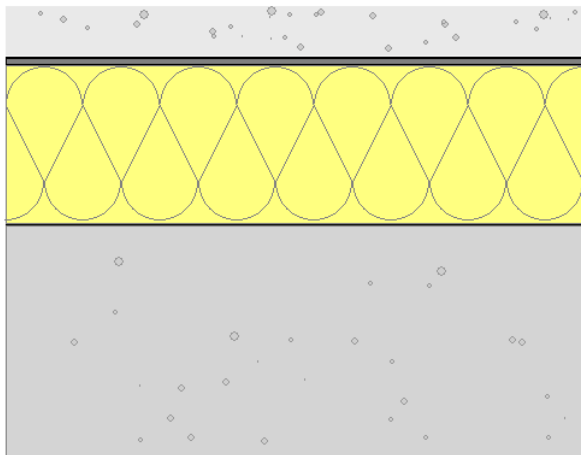
Decken beheizter Räume nach oben gegen Außenluft (DIN 4108-2:2013). Mindestanforderungen nach Tab.3.

R 5,93 \geq 1,20 m²K/W erfüllt die Anforderungen

Hinweis zur Dämmschichtdicke bei Gefälledämmungen:

Die oben angegebene Dicke der Dämmschicht bezeichnet die mittlere, energetisch wirksame Dicke gemäß DIN EN ISO 6946. Die Auslegung der Gefälledämmung hat vom Systemanbieter so zu erfolgen, dass der bezeichnete R-Wert [m²K/W] im Mittel erreicht wird. Hierfür ist i.d.R. im Entwurf (Schnitt) eine etwas größere mittlere Dicke der Dämmschicht (ca. 115 %) vorzusehen. An Tiefpunkten ist in jedem Fall der Mindestwärmeschutz mit einer Dämmschichtdicke von ca. 10 cm (bei WLS 038) einzuhalten.

8.1 Bauteil: DA02b - Flachdach Stahlbeton über Konferenz



6 Oberseitiger Dachaufbau
5 ggf. Bautenschutzmatte
4 Abdichtung

3 Gefällewärmedämmung MW WLS 038

2 Dampfsperre

1 Stahlbetondecke

innen

DA02b - Flachdach Stahlbeton über Konferenz

$U = 0,16 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

8.2 Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R _{si}					0,10
01 Stahlbetondecke	32,00	2300	736,0	2,300	0,14
02 Dampfsperre	0,10	—	—	—	—
03 Gefällewärmedämmung MW WLS 038	22,00	20	4,4	0,038	5,79
04 Abdichtung	1,00	—	—	—	—
05 ggf. Bautenschutzmatte	0,30	—	—	—	—
06 Oberseitiger Dachaufbau	7,00	—	2,0	—	—
R _{se}					0,04
<hr/>					
	d = 62,40	G =	742,4	R _T =	6,07

8.3 Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,16 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

8.4 Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

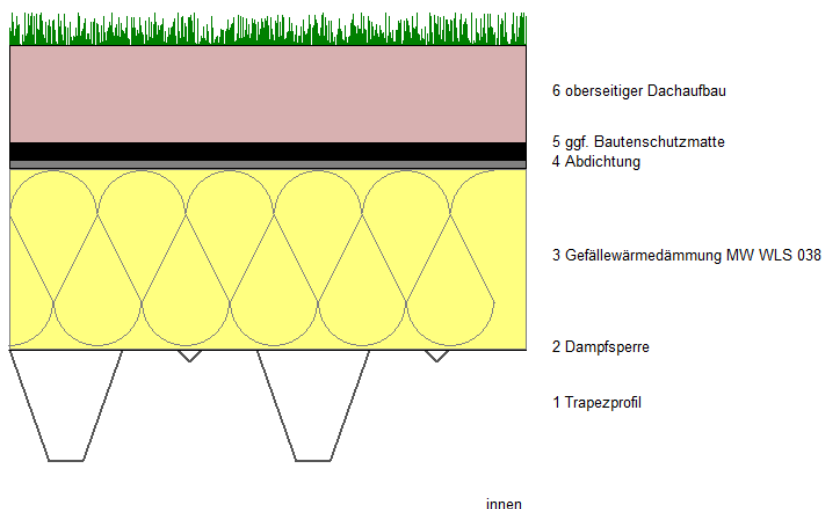
Decken beheizter Räume nach oben gegen Außenluft (DIN 4108-2:2013). Mindestanforderungen nach Tab.3.

R 5,93 \geq 1,20 m²K/W erfüllt die Anforderungen

Hinweis zur Dämmschichtdicke bei Gefälledämmungen:

Die oben angegebene Dicke der Dämmschicht bezeichnet die mittlere, energetisch wirksame Dicke gemäß DIN EN ISO 6946. Die Auslegung der Gefälledämmung hat vom Systemanbieter so zu erfolgen, dass der bezeichnete R-Wert [m²K/W] im Mittel erreicht wird. Hierfür ist i.d.R. im Entwurf (Schnitt) eine etwas größere mittlere Dicke der Dämmschicht (ca. 115 %) vorzusehen. An Tiefpunkten ist in jedem Fall der Mindestwärmeschutz mit einer Dämmschichtdicke von ca. 10 cm (bei WLS 038) einzuhalten.

9.1 Bauteil: DA03 - Flachdach Trapezblech über Technik



DA03 - Flachdach Trapezblech über Technik
 $U = 0,17 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

9.2 Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R _{si}					0,10
01 Trapezprofil	13,50	-	-	-	-
02 Dampfsperre	0,10	-	-	-	-
03 Gefällewärmedämmung MW WLS 038	22,00	20	4,4	0,038	5,79
04 Abdichtung	1,00	-	-	-	-
05 ggf. Bautenschutzmatte	2,00	-	-	-	-
06 oberseitiger Dachaufbau	12,00	-	-	-	-
R _{se}					0,04
d =	50,60	G =	4,4	R _T =	5,93

9.3 Wärmedurchgangskoeffizient

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

9.4 Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

Wärme gedämmte Dachschrägen (DIN 4108-2:2013). Erhöhte Anforderungen für leichte Bauteile mit einer flächenbezogenen Gesamtmasse $< 100 \text{ kg/m}^2$

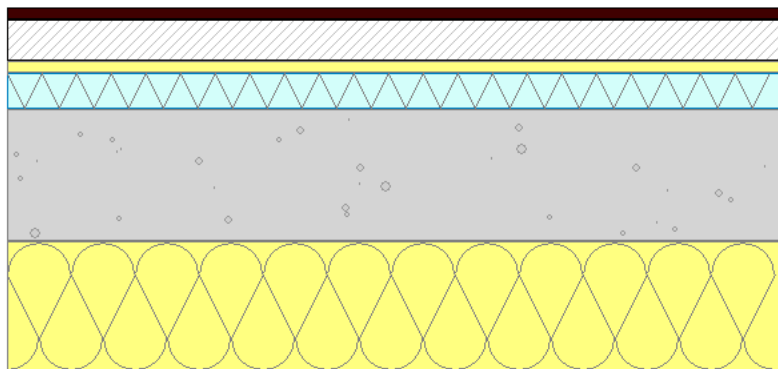
$R \quad 5,79 \geq 1,75 \quad \text{m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

Hinweis zur Dämmschichtdicke bei Gefälledämmungen:

Die oben angegebene Dicke der Dämmschicht bezeichnet die mittlere, energetisch wirksame Dicke gemäß DIN EN ISO 6946. Die Auslegung der Gefälledämmung hat vom Systemanbieter so zu erfolgen, dass der bezeichnete R-Wert [m²K/W] im Mittel erreicht wird. Hierfür ist i.d.R. im Entwurf (Schnitt) eine etwas größere mittlere Dicke der Dämmschicht (ca. 115 %) vorzusehen. An Tiefpunkten ist in jedem Fall der Mindestwärmeschutz mit einer Dämmschichtdicke von ca. 10 cm (bei WLS 038) einzuhalten.

10.1 Bauteil: DE01 - Decke nach unten zu Außenluft (FB B.NU.2)

innen



- 1 Bodenbelag
- 2 Zementestrich
- 3 Tackerplatte inkl. Trittschalldämmung
- 4 Ausgleichsdämmung WLG040

5 Stahlbetondecke 22 cm

6 Wärmedämmung (MW) WLG 035

7 Luftschicht belüftet

8 Abhangdecke

DE01 - Decke nach unten zu Außenluft (FB B.NU.2)

$U = 0,16 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

10.2 Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R _{si}					0,17
01 Bodenbelag	2,00	-	-	-	-
02 Zementestrich	7,00	2000	140,0	1,400	0,05
03 Tackerplatte inkl. Trittschalldä	2,00	-	-	0,040	0,50
04 Ausgleichsdämmung WLG040	6,00	30	1,8	0,040	1,50
05 Stahlbetondecke 22 cm	22,00	2300	506,0	2,300	0,10
06 Wärmedämmung (MW) WLG 035	22,00	20	4,4	0,035	6,29
07 Luftschicht belüftet	25,00	1	0,3	-	-
08 Abhangdecke	1,50	7800	117,0	-	-
R _{se}					0,17
d =	87,50	G =	769,4	R _T =	8,77

10.3 Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U_c = 0,114 + 0,050 = 0,16 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

0,050 Unterkonstruktion Abhangdecke

U-Wert Gesamtkorrektur = 44%

10.4 Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

Decke über Durchfahrt. Mindestanforderungen nach Tab.3.

R $8,43 \geq 1,75 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

11.1 Bauteil: DOB01 - Dachoberlichter

..

11.2 Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 1,30 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (manuell festgelegt)
(Fenster mit $A_g = 70\%$ Verglasung, Energiedurchlassgrad $g = 35\%$, Lichttransmissionsgrad $t_{D65} = 0,69$)

12.1 Bauteil: DOB02 - RWA opak

12.2 Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 1,30 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (manuell festgelegt)
(Fenster mit $A_g = 70\%$ Verglasung, Energiedurchlassgrad $g = 50\%$)

13.1 Bauteil: FE01 - Regelfenster (g = 40%)

13.2 Fenster

$U_W = 0,90 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ wird für die weiteren Berechnungen angenommen

14.1 Bauteil: FE02 - Regelfenster (g = 50%)

14.2 Fenster

$U_W = 0,90 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ wird für die weiteren Berechnungen angenommen

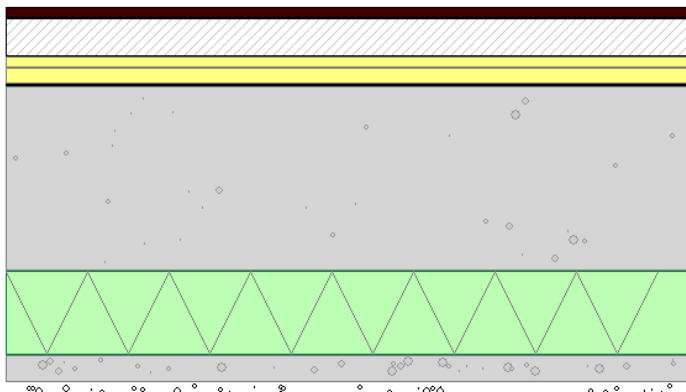
15.1 Bauteil: FE03 - gelochtes Mauerwerk

15.2 Fenster

$U_W = 0,90 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ wird für die weiteren Berechnungen angenommen

16.1 Bauteil: GB01 - Bodenplatte EG Saal (FB P.NU.1-H, FB P.NU.2-H)

innen



- 1 Bodenbelag n.A. Architekt
- 2 Fließestrich (Heizestrich)
- 3 Tackerplatte inkl. Trittschalldämmung, WLG040
- 4 Wärmedämmung MW WLG040
- 5 Trennlage, Abdichtung n.A. Arc

6 Stahlbetonplatte

7 Wärmedämmung XPS WLG 040

- 8 ggf. Trennlage
- 9 ggf. Sauberkeitsschicht

GB01 - Bodenplatte EG Saal (FB P.NU.1-H, FB P.NU.2-H)

$U = 0,18 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

16.2 Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R _{si}					0,17
01 Bodenbelag n.A. Architekt	2,00	-	-	-	-
02 Fließestrich (Heizestrich)	7,50	-	-	-	-
03 Tackerplatte inkl. Trittschalldä	2,00	-	-	0,040	0,50
04 Wärmedämmung MW WLG040	3,00	20	0,6	0,040	0,75
05 Trennlage, Abdichtung n.A. Arc	0,50	-	-	-	-
06 Stahlbetonplatte	35,00	2300	805,0	2,300	0,15
07 Wärmedämmung XPS WLG 040	16,00	25	4,0	0,040	4,00
08 ggf. Trennlage	0,01	-	-	-	-
09 ggf. Sauberkeitsschicht	5,00	-	-	-	-
R _{se}					0,00
d =	71,01	G =	809,6	R _T =	5,57

16.3 Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,18 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

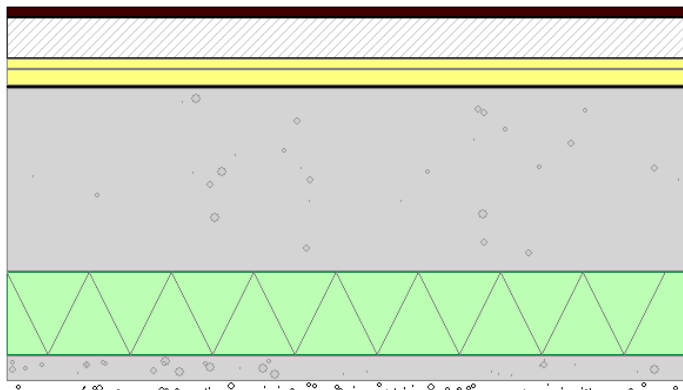
16.4 Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

R 5,40 \geq 0,90 m²K/W erfüllt die Anforderungen

17.1 Bauteil: GB02 - Bodenplatte EG Foyer (FB T.NU.1-H)

innen



- 1 Bodenbelag n.A. Architekt
- 2 Fließestrich (Heizestrich)
- 3 Tackerplatte inkl. Trittschalldämmung, WLG040
- 4 Wärmedämmung MW WLG040
- 5 Trennlage, Abdichtung n.A. Arc

6 Stahlbetonplatte

7 Wärmedämmung XPS WLG 040

- 8 ggf. Trennlage
- 9 ggf. Sauberkeitsschicht

GB02 - Bodenplatte EG Foyer (FB T.NU.1-H)

$U = 0,18 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

17.2 Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R _{si}					0,17
01 Bodenbelag n.A. Architekt	2,00	-	-	-	-
02 Fließestrich (Heizestrich)	8,00	-	-	-	-
03 Tackerplatte inkl. Trittschalldä	2,00	-	-	0,040	0,50
04 Wärmedämmung MW WLG040	3,00	20	0,6	0,040	0,75
05 Trennlage, Abdichtung n.A. Arc	0,50	-	-	-	-
06 Stahlbetonplatte	35,00	2300	805,0	2,300	0,15
07 Wärmedämmung XPS WLG 040	16,00	25	4,0	0,040	4,00
08 ggf. Trennlage	0,01	-	-	-	-
09 ggf. Sauberkeitsschicht	5,00	-	-	-	-
R _{se}					0,00
d =	71,51	G =	809,6	R _T =	5,57

17.3 Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,18 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

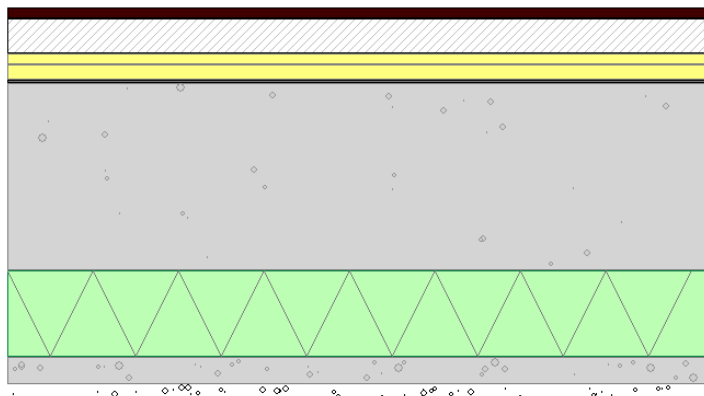
17.4 Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

R 5,40 \geq 0,90 m²K/W erfüllt die Anforderungen

18.1 Bauteil: GB03 - Bodenplatte EG Hinterbühne (FB B.NU.1, FB L.NU.1-H, FB L.NU.2)

innen



- 1 Bodenbelag n.A. Architekt
- 2 Zementestrich
- 3 Tackerplatte inkl. Trittschalldämmung, WLG040
- 4 Wärmedämmung MW WLG040
- 5 Trennlage, Abdichtung n.A. Arc

6 Stahlbetonplatte

7 Wärmedämmung XPS WLG 040

8 ggf. Trennlage

9 ggf. Sauberkeitsschicht

GB03 - Bodenplatte EG Hinterbühne (FB B.NU.1, FB L.NU.1-H, FB L.NU.2)

$U = 0,18 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

18.2 Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R _{si}					0,17
01 Bodenbelag n.A. Architekt	2,00	-	-	-	-
02 Zementestrich	6,50	-	-	-	-
03 Tackerplatte inkl. Trittschalldä	2,00	-	-	0,040	0,50
04 Wärmedämmung MW WLG040	3,00	20	0,6	0,040	0,75
05 Trennlage, Abdichtung n.A. Arc	0,50	-	-	-	-
06 Stahlbetonplatte	35,00	2300	805,0	2,300	0,15
07 Wärmedämmung XPS WLG 040	16,00	25	4,0	0,040	4,00
08 ggf. Trennlage	0,01	-	-	-	-
09 ggf. Sauberkeitsschicht	5,00	-	-	-	-
R _{se}					0,00
d =	70,01	G =	809,6	R _T =	5,57

18.3 Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,18 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

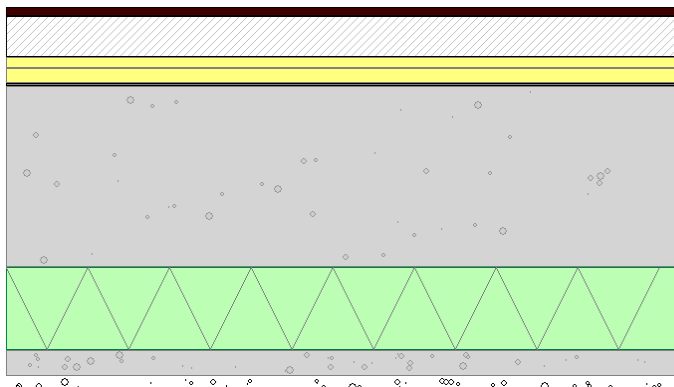
18.4 Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

R 5,40 \geq 0,90 m²K/W erfüllt die Anforderungen

19.1 Bauteil: GB04 - Bodenplatte EG WC, Küche (FB F.NU.2-H)

innen



- 1 Bodenbelag n.A. Architekt
- 2 Fließestrich (Heizestrich)
- 3 Tackerplatte inkl. Trittschalldämmung, WLG040
- 4 Wärmedämmung MW WLG035
- 5 Trennlage, Abdichtung n.A. Arc

6 Stahlbetonplatte

7 Wärmedämmung XPS WLG 040

- 8 ggf. Trennlage
- 9 ggf. Sauberkeitsschicht

GB04 - Bodenplatte EG WC, Küche (FB F.NU.2-H)

$U = 0,18 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

19.2 Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R _{si}					0,17
01 Bodenbelag n.A. Architekt	1,70	-	-	-	-
02 Fließestrich (Heizestrich)	8,00	-	-	-	-
03 Tackerplatte inkl. Trittschalldä	2,00	90	1,8	0,040	0,50
04 Wärmedämmung MW WLG035	3,00	20	0,6	0,035	0,86
05 Trennlage, Abdichtung n.A. Arc	0,50	-	-	-	-
06 Stahlbetonplatte	35,00	2300	805,0	2,300	0,15
07 Wärmedämmung XPS WLG 040	16,00	25	4,0	0,040	4,00
08 ggf. Trennlage	0,01	-	-	-	-
09 ggf. Sauberkeitsschicht	5,00	-	-	-	-
R _{se}					0,00
d =	71,21	G =	811,4	R _T =	5,68

19.3 Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,18 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

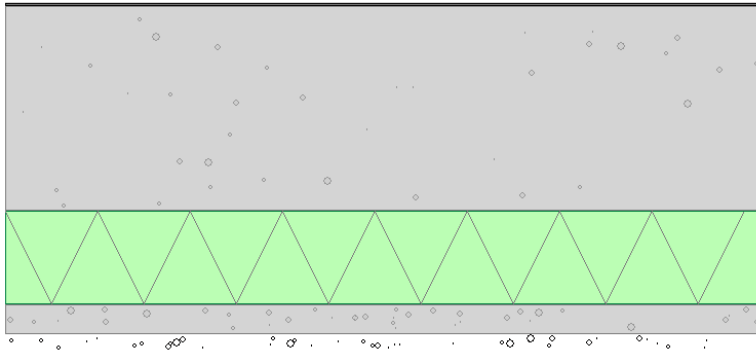
19.4 Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

R 5,51 \geq 0,90 m²K/W erfüllt die Anforderungen

20.1 Bauteil: GB05 - Bodenplatte Aufzugsunterfahrt

innen



1 Trennlage, Abdichtung n.A. Arc

2 Stahlbetonplatte

3 Wärmedämmung XPS WLK 040

4 ggf. Trennlage

5 ggf. Sauberkeitsschicht

GB05 - Bodenplatte Aufzugsunterfahrt

$U = 0,23 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

20.2 Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R _{si}					0,17
01 Trennlage, Abdichtung n.A. Arc	0,50	-	-	-	-
02 Stahlbetonplatte	35,00	2300	805,0	2,300	0,15
03 Wärmedämmung XPS WLK 040	16,00	25	4,0	0,040	4,00
04 ggf. Trennlage	0,01	-	-	-	-
05 ggf. Sauberkeitsschicht	5,00	-	-	-	-
R _{se}					0,00
<hr/>					
d =	56,51	G =	809,0	R _T =	4,32

20.3 Wärmedurchgangskoeffizient

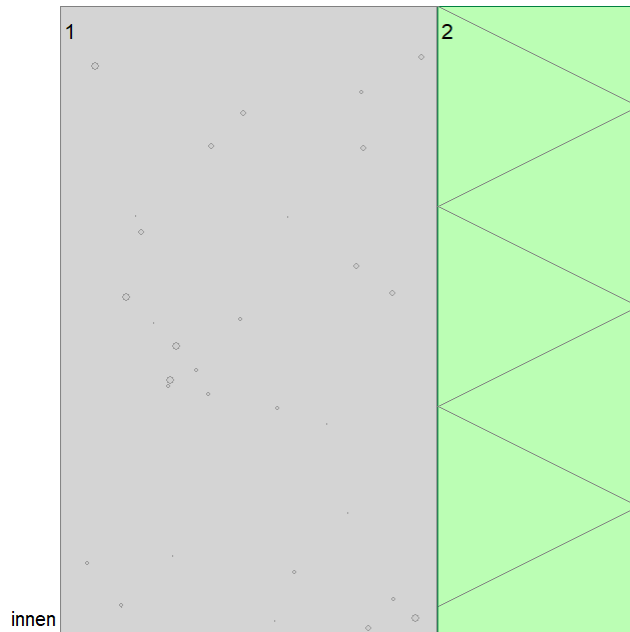
Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,23 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

20.4 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 4,15 \geq 0,90 m²K/W erfüllt die Anforderungen

21.1 Bauteil: GW01 - erdberührte Außenwand



GW01 - erdberührte Außenwand

$U = 0,23 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

von innen

1 Stahlbetonwand

2 Wärmedämmung XPS WLG 040

21.2 Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R _{si}					0,13
01 Stahlbetonwand	30,00	2300	690,0	2,300	0,13
02 Wärmedämmung XPS WLG 040	16,00	25	4,0	0,040	4,00
R _{se}					0,00
<hr/>					
	d = 46,00	G =	694,0	R _T =	4,26

21.3 Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,23 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

21.4 Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

Außenwand gegen Erdreich. Mindestanforderungen nach Tab.3.

R 4,13 \geq 1,20 m²K/W erfüllt die Anforderungen

22.1 Bauteil: T01 - Eingangstüren

22.2 Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 1,20 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (manuell festgelegt)

23.1 Bauteil: T02 - Außentür verglast

23.2 Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 1,60 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (manuell festgelegt)

Anlage 2

Bilanzierung nach DIN 18599

Energetische Bewertung von Gebäuden

Projekt: Festhalle Saarwellingen

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, Wärmetransfer über das Erdreich

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

1.1 Gebäudeberechnung "Gebäude-2025"

Nachweisverfahren

Regelverfahren für Nichtwohngebäude nach GEG 2020, §§ 18 und 19 und Anlage 2 zur Begrenzung des Jahres-Primärenergiebedarfs und der mittleren, bauteilbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten 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: Gebäude-2025-REF.dwe

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

1.2 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} m ²	V_i m ³
01 Saal	223 Zuschauerber	250	19,1	17,3	605	4647
02 Flur, Treppenraum	217 Sonstige Auf	250	19,9	17,2	212	807
03 Konferenzraum	204 Besprechung,	250	19,9	17,2	115	426
04 Foyer	224 Foyer (Theat	250	19,2	17,3	293	1071
05 WC, Umkleide	216 WC und Sanit	250	19,9	17,3	75	277
06 Technik, Lager	220 Lager, Techn	250	20,0	17,3	139	501
07 Sonstige Aufenthaltsraum	217 Sonstige Auf	250	19,9	17,3	62	236
08 Küche	214 Küchen in Ni	300	20,0	17,2	25	94
09 Technik, Lager (nie. beh	220 Lager, Techn	250	16,2	14,0	274	1050
					1.800	9.108

Gebäude, $A_{NGF} = 1800,2 \text{ m}^2$, $n_G = 2$ Geschosse (Bezugsfläche nach T1, Abs.8.2.1)

Typ = Nutzungstyp nach DIN V 18599-10

t_{nutz} = Nutzungstage / Jahr \Rightarrow Nutzungsanteile für den Regel- und Wochenendbetrieb

A_{NGF} = Nettogrundfläche, V_i = Nettoluftvolumen

ϑ_i = mittlere Innentemperatur für Januar, ggf. bei eingeschränktem Heizbetrieb

$\vartheta_{i,WE}$ = mittlere Innentemperatur im Wochenendbetrieb

$\vartheta_i = \vartheta_{i,h}$ unter Berücksichtigung einer Nachtabsenkung

ϑ_i Bilanz-Innentemperaturen für den Heizwärmebedarf nach DIN V 18599-2, Abs.6.1.2

1.3 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
Zone 1 Saal						
0101-0 GB01	1:0	463,8	0,179	0,60 Ffb	50 19 25 14	49,8
0102-0 AW01 Nord	1:0	48,1	0,192	1,00 FAW	50 02	9,2
0103-0 FE01 Nord	1:0	54,7	0,900	1,00 FF	50 02	49,2
0104-0 DA01a	1:0	441,1	0,148	1,00 FD	50 02	65,3
0105-0 DOB02	1:0	20,8	1,300	1,00 FF	72 50 02	27,0
0106-0 GB03	1:0	177,6	0,179	0,60 Ffb	50 19 25 14	19,1
0107-0 DA02a	1:0	94,7	0,165	1,00 FD	50 02	15,6
0108-0 GW01	1:0	15,5	0,235	0,75 Fwb	50 19 25 13	2,7
0109-0 AW01 Ost	1:0	12,4	0,192	1,00 FAW	50 02	2,4
0110-0 T01 Nord	1:0	5,0	1,200	1,00 FAW	50 02	6,0
Zone 2 Flur, Treppenraum						
0201-0 DA01a	2:0	36,0	0,148	1,00 FD	50 02	5,3
0202-0 T02 Süd	2:0	3,5	1,600	1,00 FF	50 02	5,6
0203-0 T02f Ost	2:0	4,7	1,600	1,00 FAW	02 50	7,5
0204-0 T02 Ost	2:0	3,4	1,600	1,00 FF	50 02	5,4
0205-0 GB03	2:0	42,3	0,179	0,60 Ffb	50 19 25 14	4,5
0206-0 AW01 West	2:0	10,8	0,192	1,00 FAW	50 02	2,1
0207-0 T01 Nord	2:0	6,4	1,200	1,00 FAW	50 02	7,7
0208-0 AW01 Nord	2:0	26,4	0,192	1,00 FAW	50 02	5,1
0209-0 T02f Nord	2:0	3,0	1,600	1,00 FAW	02 50	4,8
0210-0 T02 Nord	2:0	2,6	1,600	1,00 FF	50 02	4,2
0211-0 GB04	2:0	28,9	0,176	0,60 Ffb	50 19 25 14	3,1
0212-0 GB02	2:0	78,5	0,179	0,60 Ffb	50 19 25 14	8,4
0213-0 DA02b	2:0	45,3	0,165	1,00 FD	50 02	7,5
0214-0 AW01 Süd	2:0	39,9	0,192	1,00 FAW	50 02	7,7
0215-0 FE01 Süd	2:0	18,0	0,900	1,00 FF	50 02	16,2
0216-0 GW01	2:0	12,0	0,235	0,60 Fbw	50 25 13	1,7
0217-0 AW01 Ost	2:0	35,0	0,192	1,00 FAW	50 02	6,7
0218-0 DA03	2:0	3,5	0,169	1,00 FD	50 02	0,6
0219-0 AW02a Nord	2:0	2,1	0,390	1,00 FAW	50 02	0,8
0220-0 DA01b Süd	2:0	29,8	0,249	1,00 FD	50 02	7,4
0221-0 AW02a Süd	2:0	3,2	0,390	1,00 FAW	50 02	1,2
0222-0 DA01b Nord	2:0	20,2	0,249	1,00 FD	50 02	5,0
0223-0 DA02a	2:0	65,2	0,165	1,00 FD	50 02	10,8
0224-0 DOB02	2:0	1,1	1,300	1,00 FF	72 50 02	1,4
0225-0 DOB01	2:0	3,3	1,300	1,00 FF	72 50 02	4,3
0226-0 AW02a Ost	2:0	3,3	0,390	1,00 FAW	50 02	1,3
0227-0 DA01b Ost	2:0	25,2	0,249	1,00 FD	50 02	6,3
0228-0 DOB02 Ost	2:0	2,2	1,300	1,00 FF	72 50 02	2,9
Zone 3 Konferenzraum						
0301-0 AW01 Nord	3:0	53,7	0,192	1,00 FAW	50 02	10,3
0302-0 GB02	3:0	127,0	0,179	0,60 Ffb	50 19 25 14	13,6
0303-0 AW01 West	3:0	31,9	0,192	1,00 FAW	50 02	6,1
0304-0 AW01 Süd	3:0	35,9	0,192	1,00 FAW	50 02	6,9
0305-0 FE01 Süd	3:0	17,8	0,900	1,00 FF	50 02	16,0
0306-0 FE01 West	3:0	15,0	0,900	1,00 FF	50 02	13,5
0307-0 DA02b	3:0	127,0	0,165	1,00 FD	50 02	21,0
Zone 4 Foyer						
0401-0 GW01	4:0	7,7	0,235	0,69 Ffb	50 19 17 25	1,2
0402-0 GB05	4:0	4,3	0,231	0,60 Ffb	50 19 25 14	0,6
0403-0 GB02	4:0	321,9	0,179	0,60 Ffb	50 19 25 14	34,6
0404-0 AW01 West	4:0	58,1	0,192	1,00 FAW	50 02	11,2
0405-0 AW01 Süd	4:0	109,6	0,192	1,00 FAW	50 02	21,0
0406-0 DA01a	4:0	87,3	0,148	1,00 FD	50 02	12,9

0407-0 DOB01	4:0	3,3	1,300	1,00 FF	72 50 02	4,3
0408-0 FE01 Süd	4:0	70,7	0,900	1,00 FF	50 02	63,6
Zone 5 WC, Umkleide						
0501-0 GB04	5:0	80,5	0,176	0,60 Ffb	50 19 25 14	8,5
0502-0 AW01 Ost	5:0	12,7	0,192	1,00 FAW	50 02	2,4
0503-0 AW01 Nord	5:0	42,6	0,192	1,00 FAW	50 02	8,2
0504-0 DA01a	5:0	24,0	0,148	1,00 FD	50 02	3,6
0505-0 DA03	5:0	1,1	0,169	1,00 FD	50 02	0,2
0506-0 AW01 Süd	5:0	2,2	0,192	1,00 FAW	50 02	0,4
0507-0 AW02a Süd	5:0	2,8	0,390	1,00 FAW	50 02	1,1
0508-0 DA01b Süd	5:0	23,0	0,249	1,00 FD	50 02	5,7
0509-0 DA02a	5:0	7,9	0,165	1,00 FD	50 02	1,3
Zone 6 Technik, Lager						
0601-0 DA01a	6:0	25,8	0,148	1,00 FD	50 02	3,8
0602-0 GB04	6:0	25,8	0,176	0,60 Ffb	50 19 25 14	2,7
0603-0 AW01 Ost	6:0	45,0	0,192	1,00 FAW	50 02	8,6
0604-0 AW01 Nord	6:0	40,8	0,192	1,00 FAW	50 02	7,8
0605-0 GB03	6:0	97,6	0,179	0,60 Ffb	50 19 25 14	10,5
0606-0 DA02b	6:0	8,7	0,165	1,00 FD	50 02	1,4
0607-0 AW01 West	6:0	2,0	0,192	1,00 FAW	50 02	0,4
0608-0 GW01	6:0	13,4	0,235	0,60 Fbw	50 25 13	1,9
0609-0 DA03	6:0	2,5	0,169	1,00 FD	50 02	0,4
0610-0 AW02a Nord	6:0	3,9	0,390	1,00 FAW	50 02	1,5
0611-0 DA01b Nord	6:0	32,6	0,249	1,00 FD	50 02	8,1
0612-0 DE01	6:0	14,1	0,164	1,00 FAW	50 02	2,3
0613-0 DA02a	6:0	25,2	0,165	1,00 FD	50 02	4,2
0614-0 AW02a Ost	6:0	2,3	0,390	1,00 FAW	50 02	0,9
0615-0 DA01b Ost	6:0	17,5	0,249	1,00 FD	50 02	4,4
Zone 7 Sonstige Aufentha						
0701-0 GB04	7:0	8,4	0,176	0,60 Ffb	50 19 25 14	0,9
0702-0 DA02b	7:0	7,4	0,165	1,00 FD	50 02	1,2
#0703-0 DOB02	7:0	1,0	1,300	1,00 FF	72 50 02	1,3
0704-0 DA03	7:0	2,9	0,169	1,00 FD	50 02	0,5
0705-0 AW01 Ost	7:0	5,6	0,192	1,00 FAW	50 02	1,1
0706-0 AW02a Ost	7:0	7,1	0,390	1,00 FAW	50 02	2,8
0707-0 DA02a	7:0	32,0	0,165	1,00 FD	50 02	5,3
0708-0 DA01b Ost	7:0	68,2	0,249	1,00 FD	50 02	17,0
0709-0 DOB01	7:0	4,4	1,300	1,00 FF	72 50 02	5,7
Zone 8 Küche						
0801-0 AW01 West	8:0	17,3	0,192	1,00 FAW	50 02	3,3
0802-0 AW01 Nord	8:0	12,6	0,192	1,00 FAW	50 02	2,4
0803-0 GB04	8:0	33,2	0,176	0,60 Ffb	50 19 25 14	3,5
0804-0 FE03 Nord	8:0	4,4	0,900	1,00 FF	50 02	4,0
0805-0 DA01a	8:0	33,2	0,148	1,00 FD	50 02	4,9
Zone 9 Technik, Lager, n						
0901-0 AW02a West	9:0	14,7	0,390	1,00 FAW	50 02	5,7
0902-0 DE01	9:0	69,7	0,164	1,00 FAW	50 02	11,4
0903-0 AW01 Nord	9:0	11,0	0,192	1,00 FAW	50 02	2,1
0904-0 DA03	9:0	16,5	0,169	1,00 FD	50 02	2,8
0905-0 AW01 Süd	9:0	11,0	0,192	1,00 FAW	50 02	2,1
0906-0 AW02a Nord	9:0	13,9	0,390	1,00 FAW	50 02	5,4
0907-0 AW02a Süd	9:0	13,9	0,390	1,00 FAW	50 02	5,4
0908-0 DA01b Nord	9:0	129,7	0,249	1,00 FD	50 02	32,3
0909-0 DA01b West	9:0	113,1	0,249	1,00 FD	50 02	28,2
0910-0 DA01b Süd	9:0	129,7	0,249	1,00 FD	50 02	32,3
0911-0 DA01a	9:0	173,8	0,148	1,00 FD	50 02	25,7

$$\Sigma A \text{ [m}^2\text{]} = 4.449,4$$

$$\Sigma H_T \text{ [W/K]} = 926,5$$

Bodenplattenmaß B' (25) = $A_G / (0.5 P) = 1489,00 / 101,34 = 14,69 \text{ m}$

keine weiteren Bodenplatten

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).
- 13 Wand des beheizten Kellers.
- 14 Bodenplatte auf Erdreich ohne Randdämmung.
- 17 Bodenplatte auf Erdreich im fließenden Grundwasser / Korrekturfaktoren um 15% erhöht.
- 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.
- 72 Lichtkuppel

1.3.1 Wärmebrücken

Berechnung mit pauschalen Zuschlägen (siehe Hüllflächentabelle)

Wärmebrückenzuschläge ohne Temperaturkorrektur

$H_{T,WB} = 444,9 \text{ W/K}$ (48,0 %, 0,100 W/(m²K)), Bilanzierung im Abschnitt "2.2 Transferkoeffizienten"

1.3.2 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
01 Saal	308	72	0	380	0	0
02 Flur, Treppenraum	183	18	0	201	0	0
03 Konferenzraum	115	14	0	128	0	0
04 Foyer	179	36	0	216	0	0
05 WC, Umkleide	43	9	0	51	0	0
06 Technik, Lager	80	15	0	95	0	0
07 Sonstige Aufenthaltsrä	49	1	0	49	0	0
08 Küche	25	4	0	28	0	0
09 Technik, Lager (nie. b	223	0	0	223	0	0
	1204	167		1371		

$H_{T,D} = \Sigma A_j \cdot U_j + \Delta U_{WB} \cdot \Sigma A =$ Wärmetransferkoeffizient zur Außenluft, Bauteile + Wärmebrücken

$H_{T,s} = \Sigma F_X \cdot A_j \cdot U_j =$ Wärmetransferkoeffizient über das Erdreich, alternativ L_S -Wert aus der Bauteilberechnung

$H_{T,iu} = \Sigma F_X \cdot A_j \cdot U_j =$ Wärmetransferkoeffizient zum unbeheizten Bereich

$H_{T,iz} = \Sigma A_j \cdot U_j =$ Wärmetransferkoeffizient zu angrenzenden Gebäudezonen

spezifischer, auf die Umfassungsflächen bezogener Transmissionswärmeflusskoeffizient

$H'_{T,vorh} = (H_{T,D} + F_X \cdot H_{T,iu} + F_X \cdot H_{T,s}) / A = 1.371,4 / 4.449,4 = 0,31 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

1.3.3 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 $T_i \geq 19^\circ\text{C}$	0,15	0,93		1,30
Zonen $T_i < 19^\circ\text{C}$	0,22			

Die Höchstwerte für Wärmedurchgangskoeffizienten werden eingehalten, **Nachweis erbracht**

kleinste Grenzwertunterschreitung: $U = 0,93 \text{ W/(m}^2\text{K)} = 1,50 \text{ W/(m}^2\text{K)} -37,7\%$

1.3.4 Wärmeverluste der thermischen Gebäudehülle

U-Wert U/ U_{EnEV} Fläche A H_T

Bauteil	W/ (m²K)		m²		W/K	
AW01 - Stahlbeton Naturste	0,192		665	15 %	128	14 %
AW02a - Stahlbetonwand Man	0,390		67	2 %	26	3 %
DA01a - Flachdach Holz übe	0,148	62 %	821	18 %	122	13 %
DA01b - Dach Mansarde (Hol	0,249	104 %	589	13 %	147	16 %
DA02a - Flachdach Stahlbet	0,165		225	5 %	37	4 %
DA02b - Flachdach Stahlbet	0,165		188	4 %	31	3 %
DA03 - Flachdach Trapezble	0,169	70 %	27	1 %	4	0 %
DE01 - Decke nach unten zu	0,164		84	2 %	14	1 %
DOB01 - RWA, Dachoberlicht	1,300		11	0 %	14	2 %
DOB02 - RWA opak	1,300		25	1 %	33	4 %
FE01 - Regelfenster (g = 4	0,900		176	4 %	159	17 %
FE03 - gelochtes Mauerwerk	0,900		4	0 %	4	0 %
GB01 - Bodenplatte EG Saal	0,179		464	10 %	50	5 %
GB02 - Bodenplatte EG Foyer	0,179		527	12 %	57	6 %
GB03 - Bodenplatte EG Hint	0,179		318	7 %	34	4 %
GB04 - Bodenplatte EG WC,	0,176		177	4 %	19	2 %
GB03 - Bodenplatte Aufzugs	0,231		4	0 %	1	0 %
GW02 - erdberührte Außenwa	0,235		49	1 %	8	1 %
T01 - Eingangstüren	1,200		11	0 %	14	1 %
T02 - Außentür verglast	1,600		17	0 %	28	3 %
			4449	100 %	926	100 %

Interne Berechnung mit reellen Zahlen, Zwischenergebnisse sind auf ganze Zahlen gerundet.

1.4 Lüftungswärmetransfer (DIN V 18599-2)

Gebäudedichtheit Regelwert, Kategorie II, ohne Dichtheitsprüfung (T2, Tab.7), $n_{50} = 4,00 \text{ h}^{-1}$

Nettoraumvolumen $> 1.500 \text{ m}^3 \Rightarrow n_{50} = q_{50} \cdot \Sigma A / V = 6 \cdot 4449 / 9108 = 2,93 \text{ (Gl.68)}$

Windschutzkoeffizienten für mittlere Abschirmung, mehr als eine exponierte Fassade

$e_{\text{wind}} = 0,07$ $f_{\text{wind}} = 15$ (EN ISO 13790 Tab.G4)

Gebäude ohne Außenluftdurchlässe

Mit bedarfsabhängiger Außenluft-Volumenstromregelung nach T7, Abs.5.8 (Anlagenautomation mit Personenzählern) für die Zonen 05 WC Umkleide
und mit bedarfsabhängiger Außenluft-Volumenstromregelung (manuelle, raumweise Steuerung) für die Zonen 01 Saal, 02 Flur Treppenraum, 03 Konferenzraum, 04 Foyer, 06 Technik Lager, 07 Sonstige Aufenthaltsräume, 08 Küche, 09 Technik Lager (nie. beh.)

Luftaustausch zwischen Gebäudezonen nicht relevant

Zone	ALD	n_{50} h^{-1}	V_A/V_{dc} $\text{m}^3 / (\text{m}^2 \text{h})$	Luftwechsel		Fenster	Lüftungsanlage	
				n_{nutz} h^{-1}	n_{inf} h^{-1}	n_{win} h^{-1}	$n_{\text{m,ZUL}}$ h^{-1}	$t_{\text{v,m}}$ h/d
01 Saal	-	1,72	40,00	5,20	0,12	0,10	5,20	6
02 Flur, Treppenra	-	4,13	6,10	1,60	0,29	0,10	1,60	13
03 Konferenzraum	-	5,75	8,75	2,37	0,40	0,10	2,37	13
04 Foyer	-	3,71	25,00	6,84	0,26	0,10	6,84	6
05 WC, Umkleide	-	4,27	8,00	2,17	0,30	0,10	2,17	13
06 Technik, Lager	-	4,28	0,15	0,04	0,30	0,10	0,04	13
07 Sonstige Aufent	-	3,49	6,10	1,61	0,24	0,10	1,60	13
08 Küche	-	6,44	90,00	24,37	0,45	0,10	24,32	15
09 Technik, Lager	-	3,98	0,15	0,04	0,28	0,10	0,04	13
\Rightarrow WE-Betrieb ...								
01 Saal			0,00	0,00	0,12	0,10		
02 Flur, Treppenraum			0,00	0,00	0,29	0,10		
03 Konferenzraum			0,00	0,00	0,40	0,10		
04 Foyer			0,00	0,00	0,26	0,10		
05 WC, Umkleide			0,00	0,00	0,30	0,10		
06 Technik, Lager			0,00	0,00	0,30	0,10		

07 Sonstige Aufenthaltsräume	0,00	0,00	0,24	0,10
08 Küche	0,00	0,00	0,45	0,10
09 Technik, Lager (nie. beh.)	0,00	0,00	0,28	0,10

Zone <1> RLT-Anlage (203) mit VSUP/ETA = 24183 / 24183 m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, WRG75
 Zone <2> RLT-Anlage (203) mit VSUP/ETA = 1294 / 1294 m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, WRG75
 Zone <3> RLT-Anlage (203) mit VSUP/ETA = 1008 / 1008 m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, WRG75
 Zone <4> RLT-Anlage (203) mit VSUP/ETA = 7322 / 7322 m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, WRG75
 Zone <5> RLT-Anlage (203) mit VSUP/ETA = 602 / 602 m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, WRG75
 Zone <6> RLT-Anlage (203) mit VSUP/ETA = 21 / 21 m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, WRG75
 Zone <7> RLT-Anlage (203) mit VSUP/ETA = 379 / 379 m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, WRG75
 Zone <8> RLT-Anlage (201) mit VSUP/ETA = 2286 / 2286 m³/h, nutzungsabhängig, balanciert
 Zone <9> RLT-Anlage (203) mit VSUP/ETA = 41 / 41 m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, WRG75

n_{50} = Luftwechselzahl bei 50 Pa Druckdifferenz, V_A = Mindest-Außenluftvolumenstrom
 n_{nutz} = Mindestaußenluftwechsel = $V_A \cdot \text{ANGF} / V$ während der Nutzungsstunden (Nichtwohngebäude)
 n_{inf} = Infiltrationsluftwechsel = $n_{50} \cdot e_{\text{wind}} \cdot f_{\text{ATD}}$ mit f_{ATD} = Bewertungsfaktor für ALD oder mit RLT
 $n_{\text{inf}} = n_{50} \cdot e_{\text{wind}} \cdot f_{\text{ATD}} \cdot (1 + (1 - f_e) \cdot t_{V,\text{mech}} / 24)$ mit f_e = Faktor für nicht balancierte RLT-Anlagen (Gl.65)
 n_{win} = Fenster- / Türluftwechsel = $n_{\text{win,min}} + \Delta n_{\text{win}} \cdot t_{\text{nutz}} / 24$, mit RLT = $n_{\text{win,min}} + \Delta n_{\text{win,mech}} \cdot t_{V,\text{mech}} / 24$
 mit $n_{\text{win,min}} = 0.1$, in Wohngebäuden $n_{\text{win,min}}$ = saisonal nach Gl.77
 $\Delta n_{\text{win}} = n_{\text{nutz}} - (n_{\text{nutz}} - 0.2) \cdot n_{\text{inf}} - 0.1$ (ohne RLT), falls $n_{\text{nutz}} > 1.2 \Rightarrow \Delta n_{\text{win}} = n_{\text{nutz}} - n_{\text{inf}} - 0.1$
 n_{mech} = $n_{\text{mech,ZUL}}$ = Zuluft-Luftwechselzahl mechanisch während der Nutzungsstunden
 Hinweis: n_{inf} und n_{win} sind die Luftwechsel im Tagesmittel (Nutzungs- und Nichtnutzungsstunden)
 Volumenströme V_{mech} und V^* (Auslegung, zonenweise) siehe Abschnitt "RLT-Systeme"

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	θ _{V,Jan} °C
01 Saal	4.647	0	190	158	348	2056	22,0
02 Flur, Treppenraum	807	0	79	27	107	238	22,0
03 Konferenzraum	426	0	58	14	73	186	22,0
04 Foyer	1.071	0	95	36	131	622	22,0
05 WC, Umkleide	277	0	28	9	38	111	22,0
06 Technik, Lager	501	0	51	17	68	4	22,0
07 Sonstige Aufentha	236	0	20	8	28	70	22,0
08 Küche	94	0	14	3	18	485	2,8
09 Technik, Lager (n	1.050	0	100	36	135	8	22,0

0 635 310 945 3779

⇒ WE-Betrieb ...

01 Saal	0	190	158	348
02 Flur, Treppenraum	0	79	27	107
03 Konferenzraum	0	58	14	73
04 Foyer	0	95	36	131
05 WC, Umkleide	0	28	9	38
06 Technik, Lager	0	51	17	68
07 Sonstige Aufenthaltsraum	0	20	8	28
08 Küche	0	14	3	18
09 Technik, Lager (nie. beh	0	100	36	135
	0	635	310	945

$H_{V,z} = V \cdot 0.34$ [W/K] = Wärmetransferkoeffizient Lüftung zu angrenzenden Zonen, monatlich, temperaturgewichtet

H_V = Wärmetransferkoeffizient Lüftung = $n \cdot V \cdot c_{p,a} \cdot \rho_a = n \cdot V \cdot 0.34$ [W/K]

$H_{V,\text{win,ohne RLT}} = f_{\text{win,seasonal}} \cdot H_{V,\text{win}} = (0.04 \cdot \theta_e + 0.8) \cdot H_{V,\text{win}}$ [W/K] (Fensterlüftung saisonal)

$\Sigma H_V = H_{V,z,\text{Jan}} + H_{V,\text{inf}} + H_{V,\text{win}}$. Transferkoeffizienten ohne RLT

θ_V = Zulufttemperatur der RLT-Anlage für Januar, sh. "RLT-Systeme"

Summenbildung unter Berücksichtigung der Zonen-Nutzungsanteile für Regel- und WE-Betrieb

1.5 Solare Wärmequellen (DIN V 18599-2)

1.5.1 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 Q_S , Jan/Jul kWh/d	Zone	A_g m ²	I_S , Jan/Jul W/m ²	g_{eff} , Jan/Jul %	
0103-0 FE01 Nord 28,2	1	38,29	10/ 81	38/ 38	7104m 3,5/
0105-0 DOB02 27,8	1	14,56	29/ 210	38/ 38	7100 3,8/
0202-0 T02 Süd 2,5	2	2,45	59/ 113	38/ 38	" 1,3/
0204-0 T02 Ost 3,0	2	2,38	25/ 138	38/ 38	" 0,5/
0210-0 T02 Nord 1,3	2	1,82	10/ 81	38/ 38	7116m 0,2/
0215-0 FE01 Süd 4,3	2	12,60	59/ 113	38/ 13	7104s 6,8/
0224-0 DOB02 1,5	2	0,77	29/ 210	38/ 38	7100 0,2/
0225-0 DOB01 4,4	2	2,31	29/ 210	38/ 38	" 0,6/
0228-0 DOB02 Ost 2,5	2	1,54	30/ 179	38/ 38	" 0,4/
0305-0 FE01 Süd 4,3	3	12,46	59/ 113	38/ 13	7104s 6,7/
0306-0 FE01 West 4,7	3	10,50	17/ 117	38/ 16	" 1,6/
0407-0 DOB01 4,4	4	2,31	29/ 210	38/ 38	7100 0,6/
0408-0 FE01 Süd 17,0	4	49,49	59/ 113	38/ 13	7104s 26,6/
0703-0 DOB02 1,3	7	0,70	29/ 210	38/ 38	7100 0,2/
0709-0 DOB01 5,9	7	3,08	29/ 210	38/ 38	" 0,8/
0804-0 FE03 Nord 2,3	8	3,08	10/ 81	38/ 38	7104m 0,3/
—		158,40			54/
115					

Strahlungsintensitäten für den Standort "4 Potsdam (Deutschland)"

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

verwendete Verglasungen und Sonnenschutzvorrichtungen

7104: aus dem Bauteilbezug, Außenjalousie 45° grau

7100: aus dem Bauteilbezug, ohne Sonnenschutz

7116: aus dem Bauteilbezug, Textil-Rollo grau

Sonnenschutz-Aktivierung f = feststehend, m = manuell, z = zeitgesteuert, s = strahlungsabhängig

Berechnung von $g_{tot,13363}$ -Werten nach EN 13363-1 mit $\tau_{e,B}$ und $\rho_{e,B}$ nach DIN V 18599-2, Tab.8 sowie den Parametern $G1 =$

5, $G2 = 10$ und $G3 = 30$

$g_{eff} = F_S \cdot F_W \cdot F_V \cdot g_{tot}$ = wirksamer Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung

g_{tot} = g -Wert der Verglasung inklusive Sonnenschutz (Tab.8, ohne Sonnenschutz gilt $g_{tot} = g_{\perp}$)

Bewegliche Sonnenschutzvorrichtungen in Nichtwohnzonen werden parallel zur baulichen Verschattung mit

$g_{eff} = F_W \cdot F_V \cdot (a \cdot g_{tot} + (1-a) \cdot g_{\perp})$ bewertet (Gl. 115), der kleinere Wert g_{eff} ist maßgebend

a_{Wi} / a_{So} = Parameter (0..1) für die zeitliche Aktivierung der Sonnenschutzvorrichtung nach Tab A.4 / A.5

1.5.2 Solare Wärmeeinträge über opake Hüllflächen

Hüllfläche	Zone	A m ²	U W/ (m ² K)	α	h_r W/ (m ² K)	I_S , Jul W/m ²	Q_S , Jul kWh/d
------------	------	-----------------------	------------------------------	----------	--------------------------------	---------------------------------	----------------------

0102-0	AW01 Nord	N	1	48,1	0,19	0,50	4,50	81	0,2
0104-0	DA01a	-	1	441,1	0,15	0,50	4,50	210	3,8
0107-0	DA02a	-	1	94,7	0,16	0,50	4,50	210	0,9
0109-0	AW01 Ost	O	1	12,4	0,19	0,50	4,50	138	0,1
0110-0	T01 Nord	N	1	5,0	1,20	0,50	4,50	81	0,1
0201-0	DA01a	-	2	36,0	0,15	0,50	4,50	210	0,3
0203-0	T02f Ost	O	2	4,7	1,60	0,50	4,50	138	0,3
0206-0	AW01 West	W	2	10,8	0,19	0,50	4,50	117	0,1
0207-0	T01 Nord	N	2	6,4	1,20	0,50	4,50	81	0,1
0208-0	AW01 Nord	N	2	26,4	0,19	0,50	4,50	81	0,1
0209-0	T02f Nord	N	2	3,0	1,60	0,50	4,50	81	0,1
0213-0	DA02b	-	2	45,3	0,16	0,50	4,50	210	0,4
0214-0	AW01 Süd	S	2	39,9	0,19	0,50	4,50	113	0,3
0217-0	AW01 Ost	O	2	35,0	0,19	0,50	4,50	138	0,3
0218-0	DA03	-	2	3,5	0,17	0,50	4,50	210	0,0
0219-0	AW02a Nord	N	2	2,1	0,39	0,50	4,50	81	0,0
0220-0	DA01b Süd	S	2	29,8	0,25	0,50	4,50	172	0,5
0221-0	AW02a Süd	S	2	3,2	0,39	0,50	4,50	113	0,0
0222-0	DA01b Nord	N	2	20,2	0,25	0,50	4,50	113	0,2
0223-0	DA02a	-	2	65,2	0,16	0,50	4,50	210	0,6
0226-0	AW02a Ost	O	2	3,3	0,39	0,50	4,50	138	0,1
0227-0	DA01b Ost	O	2	25,2	0,25	0,50	4,50	179	0,4
0301-0	AW01 Nord	N	3	53,7	0,19	0,50	4,50	81	0,2
0303-0	AW01 West	W	3	31,9	0,19	0,50	4,50	117	0,2
0304-0	AW01 Süd	S	3	35,9	0,19	0,50	4,50	113	0,2
0307-0	DA02b	-	3	127,0	0,16	0,50	4,50	210	1,2
0404-0	AW01 West	W	4	58,1	0,19	0,50	4,50	117	0,4
0405-0	AW01 Süd	S	4	109,6	0,19	0,50	4,50	113	0,7
0406-0	DA01a	-	4	87,3	0,15	0,50	4,50	210	0,7
0502-0	AW01 Ost	O	5	12,7	0,19	0,50	4,50	138	0,1
0503-0	AW01 Nord	N	5	42,6	0,19	0,50	4,50	81	0,1
0504-0	DA01a	-	5	24,0	0,15	0,50	4,50	210	0,2
0505-0	DA03	-	5	1,1	0,17	0,50	4,50	210	0,0
0506-0	AW01 Süd	S	5	2,2	0,19	0,50	4,50	113	0,0
0507-0	AW02a Süd	S	5	2,8	0,39	0,50	4,50	113	0,0
0508-0	DA01b Süd	S	5	23,0	0,25	0,50	4,50	172	0,3
0509-0	DA02a	-	5	7,9	0,16	0,50	4,50	210	0,1
0601-0	DA01a	-	6	25,8	0,15	0,50	4,50	210	0,2
0603-0	AW01 Ost	O	6	45,0	0,19	0,50	4,50	138	0,4
0604-0	AW01 Nord	N	6	40,8	0,19	0,50	4,50	81	0,1
0606-0	DA02b	-	6	8,7	0,16	0,50	4,50	210	0,1
0607-0	AW01 West	W	6	2,0	0,19	0,50	4,50	117	0,0
0609-0	DA03	-	6	2,5	0,17	0,50	4,50	210	0,0
0610-0	AW02a Nord	N	6	3,9	0,39	0,50	4,50	81	0,0
0611-0	DA01b Nord	N	6	32,6	0,25	0,50	4,50	113	0,3
0612-0	DE01	-	6	14,1	0,16	0,50	4,50	210	0,2
0613-0	DA02a	-	6	25,2	0,16	0,50	4,50	210	0,2
0614-0	AW02a Ost	O	6	2,3	0,39	0,50	4,50	138	0,0
0615-0	DA01b Ost	O	6	17,5	0,25	0,50	4,50	179	0,3
0702-0	DA02b	-	7	7,4	0,16	0,50	4,50	210	0,1
0704-0	DA03	-	7	2,9	0,17	0,50	4,50	210	0,0
0705-0	AW01 Ost	O	7	5,6	0,19	0,50	4,50	138	0,0
0706-0	AW02a Ost	O	7	7,1	0,39	0,50	4,50	138	0,1
0707-0	DA02a	-	7	32,0	0,16	0,50	4,50	210	0,3
0708-0	DA01b Ost	O	7	68,2	0,25	0,50	4,50	179	1,1
0801-0	AW01 West	W	8	17,3	0,19	0,50	4,50	117	0,1
0802-0	AW01 Nord	N	8	12,6	0,19	0,50	4,50	81	0,0
0805-0	DA01a	-	8	33,2	0,15	0,50	4,50	210	0,3
0901-0	AW02a West	W	9	14,7	0,39	0,50	4,50	117	0,2
0902-0	DE01	-	9	69,7	0,16	0,50	4,50	210	0,9
0903-0	AW01 Nord	N	9	11,0	0,19	0,50	4,50	81	0,0
0904-0	DA03	-	9	16,5	0,17	0,50	4,50	210	0,2
0905-0	AW01 Süd	S	9	11,0	0,19	0,50	4,50	113	0,1
0906-0	AW02a Nord	N	9	13,9	0,39	0,50	4,50	81	0,1
0907-0	AW02a Süd	S	9	13,9	0,39	0,50	4,50	113	0,2
0908-0	DA01b Nord	N	9	129,7	0,25	0,50	4,50	113	1,1
0909-0	DA01b West	W	9	113,1	0,25	0,50	4,50	157	1,5
0910-0	DA01b Süd	S	9	129,7	0,25	0,50	4,50	172	2,0
0911-0	DA01a	-	9	173,8	0,15	0,50	4,50	210	1,5

2.684,8

25,1

$$Q_{S,op} = R_{se} * U * A * (\alpha * I_S - F_f * h_r * \Delta\theta_{er}) * t \text{ (DIN V 18599-2, Gl.117)}$$

α = Strahlungs-Absorptionsgrad (Tab.9), abhängig von der Bauteiloberfläche

I_S = globale Sonneneinstrahlung, jahreszeit-, neigungs- und orientierungsabhängig [W/m²]

F_f = Formfaktor zwischen Bauteil und Himmel (bis 45° Neigung = 1, über 45° = 0.50)

h_r = äußerer Abstrahlungskoeffizient, Regelwert = 5 * Emissionsgrad = 5 * 0.9 = 4.5 W/(m²K)

$\Delta\theta_{er}$ = scheinbare, mittlere Temperaturdifferenz zwischen Bauteil und Himmel (10 °K)

1.5.3 solare Wärmegewinne

Zone	Sep kWh	Okt kWh	Nov kWh	Dez kWh	Jan kWh	Feb kWh	Mär kWh	Jahr kWh
über Fenster ...								
01 Saal	933	586	259	145	227	339	733	11.214
02 Flur, Trepp	731	597	217	156	311	256	599	6.288
03 Konferenzra	645	512	187	134	258	213	522	4.478
04 Foyer	1.742	1.530	546	416	842	618	1.431	12.078
05 WC, Umkleid	-	-	-	-	-	-	-	-
06 Technik, La	-	-	-	-	-	-	-	-
07 Sonstige Au	131	82	32	18	31	42	103	1.535
08 Küche	34	22	11	6	9	14	27	427
09 Technik, La	-	-	-	-	-	-	-	-
über opake ...								
01 Saal	44	0	-	-	-	-	9	800
02 Flur, Trepp	50	21	-	-	4	1	27	673
03 Konferenzra	22	6	-	-	1	0	9	316
04 Foyer	36	19	-	-	4	1	20	384
05 WC, Umkleid	15	8	-	-	2	1	9	180
06 Technik, La	18	4	-	-	-	-	9	298
07 Sonstige Au	21	7	-	-	-	-	12	289
08 Küche	4	0	-	-	-	-	1	71
09 Technik, La	117	55	-	-	9	5	69	1.427
	4.543	3.451	1.252	876	1.698	1.490	3.582	40.457

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

Zone	AB m²	qI,p kWh/d	qI,fac kWh/d	QI,g kWh/d	QI kWh/d
01 Saal	605	113,1	-	0,0	113,1
02 Flur, Treppenraum	212	19,7	1,7	0,0	21,4
03 Konferenzraum	115	10,7	0,9	0,0	11,6
04 Foyer	293	25,8	-	0,0	25,8
05 WC, Umkleide	75	-	-	0,0	0,0
06 Technik, Lager	139	-	-	0,0	0,0
07 Sonstige Aufenthaltsräume	62	5,8	0,5	0,0	6,3
08 Küche	25	1,4	45,7	0,0	47,1
09 Technik, Lager (nie. beh.)	274	-	-	0,0	0,0
⇒ WE-Betrieb ...					
01 Saal		-	-	0,0	0,0
02 Flur, Treppenraum		-	-	0,0	0,0
03 Konferenzraum		-	-	0,0	0,0
04 Foyer		-	-	0,0	0,0
05 WC, Umkleide		-	-	0,0	0,0
06 Technik, Lager		-	-	0,0	0,0
07 Sonstige Aufenthaltsräume		-	-	0,0	0,0
08 Küche		-	-	0,0	0,0
09 Technik, Lager (nie. beh.)		-	-	0,0	0,0

ungeregelte Wärmeeinträge im Januar

Zone	Leuchtenabluft m³/hW	Q _{I,L} kWh/d	Q _{I,h} kWh/d	Q _{I,w} kWh/d	Q _{I,rv} kWh/d
01 Saal	0,0	7,5	2,6	0,0	0,0
02 Flur, Treppenraum	0,0	3,9	0,9	0,0	0,0
03 Konferenzraum	0,0	4,1	0,5	0,0	0,0
04 Foyer	0,0	2,8	1,2	0,0	0,0
05 WC, Umkleide	0,0	2,5	0,3	0,0	0,0
06 Technik, Lager	0,0	0,6	3,2	0,0	0,0
07 Sonstige Aufenthaltsräume	0,0	2,0	1,4	0,0	0,0
08 Küche	0,0	1,9	0,1	0,0	0,0
09 Technik, Lager (nie. beh.)	0,0	1,1	6,2	0,0	0,0

AB = Bezugsfläche für die internen Wärmequellen / -senken

q_{I,p} = durchschnittliche, tägliche Wärmeabgabe von Personen (Gl.125)

q_{I,fac} = durchschnittliche, tägliche Wärmeabgabe von Geräten und Maschinen

Q_{I,g} = Q_{I,goods} = täglicher Wärmeeintrag durch Stofftransporte

Q_I = Summe der internen Wärmequellen / -senken, Tageswert

Leuchtenabluft = Volumenstrom des Leuchten-Abluftsystems (0 = ohne Abluft)

Q_{I,L} = Wärmeeinträge durch künstliche Beleuchtung, berücksichtigt vorhandene Abluftsysteme

Q_{I,h} = unregelmäßige Wärmeeinträge der Heizungsanlage, siehe Heizsysteme

Q_{I,w} = unregelmäßige Wärmeeinträge der Warmwasserversorgung, siehe Warmwassersysteme

Q_{I,rv} = unregelmäßige Wärmeeinträge durch die Lüftungsanlage

1.7 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	Σ H _T W/K	Σ H _V W/K	Σ H _{V,mech} W/K	Q _{sink} kWh/d	Q _{source} kWh/d	γ
01 Saal	380	348	2056	345	130	0,376
02 Flur, Treppenraum	201	107	238	150	36	0,242
03 Konferenzraum	128	73	186	96	25	0,256
04 Foyer	216	131	622	163	57	0,349
05 WC, Umkleide	51	38	111	43	3	0,066
06 Technik, Lager	95	68	4	80	4	0,052
07 Sonstige Aufenthaltsräume	49	28	70	38	11	0,285
08 Küche	28	18	485	223	49	0,222
09 Technik, Lager (nie. beh.)	223	135	8	142	8	0,060

Zone	C _{wirk} Wh/(m²K)	H W/K	τ h	a -	η -	η _{WE}
01 Saal	50	2784	10,86	1,68	0,870	1,000
02 Flur, Treppenraum	50	546	19,43	2,21	0,967	1,000
03 Konferenzraum	50	387	14,89	1,93	0,945	0,998
04 Foyer	50	969	15,11	1,94	0,912	0,997
05 WC, Umkleide	50	199	18,87	2,18	0,997	1,000
06 Technik, Lager	50	167	41,72	3,61	1,000	1,000
07 Sonstige Aufenthaltsräume	50	147	21,17	2,32	0,961	1,000
08 Küche	50	531	2,39	1,15	0,857	1,000
09 Technik, Lager (nie. beh.)	50	366	37,39	3,34	1,000	1,000

Σ H_T = H_{T,D} + H_{T,s} + H_{T,iu} = Transmissionswärme-Transferkoeffizienten, H_{T,iu} siehe Q_{sink}

Σ H_V = Lüftungswärme-Transferkoeffizienten aus Infiltration und Fensterlüftung

Σ H_{V,mech} = Transferkoeffizient aus mechanischer Lüftung mit WRG ohne Kühlfunktion

Q_{sink} = Summe der Wärmesenken aus Transmission und Lüftung in der Gebäudezone

Q_{source} = Summe der solaren und internen Wärmequellen in der Gebäudezone

γ = Q_{source} / Q_{sink} = Verhältnis zwischen Wärmequellen und Wärmesenken

C_{wirk} = wirksame Wärmespeicherfähigkeit, Standardwert 50 bis maximal 130 Wh/(m²K) bei schweren Bauweisen mit normalen

Raumhöhen und ohne Innenverkleidungen, bezogen auf einen m² Grundfläche

τ = Zeitkonstante = C_{wirk} / H mit H = Transferkoeffizient der Gebäudezone aus Transmission und Lüftung

a = a₀ + τ / τ₀ = 1 + τ / 16 = numerischer Parameter

η = Ausnutzungsgrad = $(1 - \gamma^a) / (1 - \gamma^{a+1})$, bei $\gamma=1$ gilt $\eta = a / (1+a)$, DIN V 18599-2 Gl. 142 / 143
 η_{WE} = Ausnutzungsgrad im Wochenendbetrieb

1.8 Heizwärmebedarf (DIN V 18599-2)

1.8.1 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
T_e	d/m °C	31 1,0	28 1,9	31 4,7	30 9,2	31 14,1	30 16,7	31 19,0	31 18,6	30 14,3	31 9,5	30 4,1	31 0,9
⇒ Zonen ...													
$T_{i, 1}$	°C	19,1	19,2	19,5	19,9	20,4	20,6	20,8	20,8	20,4	19,9	19,4	19,1
$T_{i, 2}$	°C	19,9	19,9	20,1	20,3	20,6	20,8	20,9	20,9	20,6	20,4	20,1	19,9
$T_{i, 3}$	°C	19,9	19,9	20,1	20,3	20,6	20,8	20,9	20,9	20,6	20,4	20,1	19,9
$T_{i, 4}$	°C	19,2	19,2	19,5	19,9	20,4	20,6	20,8	20,8	20,4	19,9	19,4	19,2
$T_{i, 5}$	°C	19,9	19,9	20,1	20,3	20,6	20,8	20,9	20,9	20,6	20,4	20,1	19,9
$T_{i, 6}$	°C	20,0	20,0	20,2	20,4	20,7	20,8	20,9	20,9	20,7	20,4	20,1	20,0
$T_{i, 7}$	°C	19,9	20,0	20,1	20,4	20,6	20,8	20,9	20,9	20,6	20,4	20,1	19,9
$T_{i, 8}$	°C	20,0	20,1	20,2	20,4	20,7	20,8	20,9	20,9	20,7	20,4	20,2	20,0
$T_{i, 9}$	°C	16,2	16,2	16,4	16,6	16,9	17,0	17,1	17,1	16,9	16,6	16,3	16,2
⇒ WE-Betrieb ...													
$T_{i, 1}$	°C	17,3	17,4	18,0	18,8	19,7	20,2	20,6	20,6	19,7	18,9	17,8	17,2
$T_{i, 2}$	°C	17,2	17,4	17,9	18,8	19,7	20,2	20,6	20,5	19,7	18,8	17,8	17,2
$T_{i, 3}$	°C	17,2	17,4	17,9	18,7	19,7	20,2	20,6	20,5	19,7	18,8	17,8	17,2
$T_{i, 4}$	°C	17,3	17,4	18,0	18,8	19,7	20,2	20,6	20,6	19,8	18,9	17,8	17,3
$T_{i, 5}$	°C	17,3	17,4	18,0	18,8	19,7	20,2	20,6	20,6	19,8	18,9	17,8	17,3
$T_{i, 6}$	°C	17,3	17,4	18,0	18,8	19,7	20,2	20,6	20,6	19,8	18,9	17,9	17,3
$T_{i, 7}$	°C	17,3	17,4	18,0	18,8	19,7	20,2	20,6	20,6	19,7	18,8	17,8	17,2
$T_{i, 8}$	°C	17,2	17,3	17,9	18,7	19,7	20,2	20,6	20,5	19,7	18,8	17,8	17,2
$T_{i, 9}$	°C	14,0	14,2	14,7	15,5	16,5	16,9	17,4	17,3	16,5	15,6	14,6	14,0

1.8.2 Zone 01 Saal

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 (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,1$ °C und $Q_I = 113,1$ kWh/d

Wochenendbetrieb (31,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 17,3$ °C und $Q_I = 0,0$ kWh/d

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,750	0,743	0,840	0,874	0,870	0,856	0,809	0,766
$\eta_{source, WE}$		0,985	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	0,999	0,893
$\Delta Q_{C,b, WE}$	kWh	324	536	518	536	536	484	536	5.413
t_h	h	634	744	720	744	744	672	744	7.013
$Q_{h,b, RE}$	kWh	2.501	41	1.201	1.993	1.922	1.488	874	20.828
$Q_{h,b, WE}$	kWh	266	807	1.649	2.197	2.152	1.782	1.444	10.954
Q_T	kWh	1.607	2.850	4.054	4.982	4.957	4.276	4.040	33.431
Q_V	kWh	3.882	442	1.105	1.558	1.544	1.289	1.064	29.879
Q_S^*	kWh	805	483	231	133	207	305	645	8.958
Q_I^*	kWh	1.918	1.982	2.155	2.314	2.303	2.047	2.145	23.835

$\eta_{\text{source}} / \eta_{\text{source,WE}}$ = Ausnutzungsgrade für solare und interne Wärmegewinne im Regel- / WE-Betrieb

$\Delta Q_{C,b,WE}$ = Übertrag gespeicherter Wärme zwischen Regel- und WE-Betrieb (tnutz < 365)

monatliche Heizzeit t_h nach Anhang D, Transmissionsverluste Q_T und Lüftungsverluste Q_V

solare Wärmegewinne $Q_{S^*} = Q_{S^*} \eta$ und interne Wärmegewinne $Q_{I^*} = Q_{I^*} \eta$

Heizwärmebedarf $Q_{h,b} = Q_T + Q_V - Q_{S^*} \eta - Q_{I^*} \eta$ mit dem Ausnutzungsgrad η

1.8.3 Zone 02 Flur, Treppenraum

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,9^\circ\text{C}$ und $Q_I = 21,4 \text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (31,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 17,2^\circ\text{C}$ und $Q_I = 0,0 \text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,775	0,879	0,963	0,975	0,967	0,965	0,925	0,835
$\eta_{\text{source,WE}}$		0,895	0,986	1,000	1,000	1,000	1,000	0,994	0,879
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	116	188	182	188	188	170	188	1.981
t_h	h	720	744	720	744	744	672	744	7.573
$Q_{h,b,RE}$	kWh	557	845	1.745	2.297	2.179	1.869	1.471	13.427
$Q_{h,b,WE}$	kWh	43	290	712	948	888	760	564	4.437
Q_T	kWh	875	1.553	2.208	2.714	2.700	2.329	2.201	18.210
Q_V	kWh	774	626	946	1.186	1.179	1.012	938	10.208
Q_{S^*}	kWh	635	564	211	153	307	251	593	5.642
Q_{I^*}	kWh	417	491	526	555	546	489	516	5.468

1.8.4 Zone 03 Konferenzraum

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,9^\circ\text{C}$ und $Q_I = 11,6 \text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (31,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 17,2^\circ\text{C}$ und $Q_I = 0,0 \text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,731	0,832	0,940	0,959	0,945	0,945	0,884	0,823
$\eta_{\text{source,WE}}$		0,822	0,963	0,999	1,000	0,998	0,998	0,980	0,894
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	63	102	99	102	102	92	102	1.023
t_h	h	716	744	720	744	744	672	744	8.059
$Q_{h,b,RE}$	kWh	359	486	1.083	1.439	1.360	1.169	883	8.645
$Q_{h,b,WE}$	kWh	11	178	470	628	583	500	352	2.920
Q_T	kWh	558	989	1.407	1.729	1.721	1.484	1.402	11.603
Q_V	kWh	557	406	620	780	775	665	614	6.988
Q_{S^*}	kWh	506	452	179	131	249	205	486	3.962
Q_{I^*}	kWh	238	286	320	345	330	292	298	3.302

1.8.5 Zone 04 Foyer

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,2^\circ\text{C}$ und $Q_I = 25,8 \text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (31,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 17,3^\circ\text{C}$ und $Q_I = 0,0 \text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,722	0,733	0,915	0,944	0,912	0,919	0,824	0,813
$\eta_{\text{source,WE}}$		0,701	0,919	0,999	1,000	0,997	0,998	0,972	0,868
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	387	259	251	259	259	234	259	3.147
t_h	h	408	737	720	744	744	672	744	6.858
$Q_{h,b,RE}$	kWh	835	213	1.204	1.735	1.477	1.310	746	11.844
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	48	652	933	789	704	363	3.532

Q _T	kWh	914	1.621	2.306	2.834	2.820	2.432	2.298	19.016
Q _V	kWh	1.288	333	618	820	814	689	605	11.383
Q _S [*]	kWh	1.272	1.226	515	400	795	584	1.264	10.107
Q _I [*]	kWh	446	470	571	610	589	535	530	6.141

1.8.6 Zone 05 WC, Umkleide

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,9\text{ °C}$ und $Q_I = 0,0\text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (31,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 17,3\text{ °C}$ und $Q_I = 0,0\text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,977	0,992	0,997	0,998	0,997	0,997	0,996	0,972
$\eta_{source,WE}$		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,999
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	40	67	64	67	67	60	67	592
t_h	h	720	744	720	744	744	672	744	7.302
Q _{h,b,RE}	kWh	230	403	605	754	747	642	591	4.760
Q _{h,b,WE}	kWh	63	124	212	274	271	231	204	1.605
Q _T	kWh	223	395	562	690	687	592	560	4.631
Q _V	kWh	142	198	307	388	385	330	304	2.361
Q _S [*]	kWh	15	8	-	-	2	1	9	173
Q _I [*]	kWh	58	61	60	62	62	56	61	702

1.8.7 Zone 06 Technik, Lager

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 20,0\text{ °C}$ und $Q_I = 0,0\text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (31,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 17,3\text{ °C}$ und $Q_I = 0,0\text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,999
$\eta_{source,WE}$		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	74	123	119	123	123	111	123	1.094
t_h	h	720	744	720	744	744	672	744	8.760
Q _{h,b,RE}	kWh	537	976	1.348	1.633	1.622	1.401	1.330	10.897
Q _{h,b,WE}	kWh	116	225	378	487	482	410	365	2.894
Q _T	kWh	414	735	1.045	1.284	1.278	1.102	1.041	8.618
Q _V	kWh	297	525	747	918	914	788	744	6.154
Q _S [*]	kWh	18	4	-	-	-	-	9	298
Q _I [*]	kWh	41	60	87	111	110	94	84	779

1.8.8 Zone 07 Sonstige Aufenthaltsräume

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,9\text{ °C}$ und $Q_I = 6,3\text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (31,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 17,3\text{ °C}$ und $Q_I = 0,0\text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,691	0,881	0,949	0,964	0,961	0,954	0,918	0,744
$\eta_{source,WE}$		0,949	0,997	1,000	1,000	1,000	1,000	0,998	0,882
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	33	55	53	55	55	50	55	502
t_h	h	578	744	720	744	744	672	744	5.936
Q _{h,b,RE}	kWh	64	203	398	527	512	426	338	2.747
Q _{h,b,WE}	kWh	14	80	170	226	219	181	138	1.067
Q _T	kWh	215	382	543	668	665	573	542	4.481

Q _V	kWh	107	155	237	298	296	254	235	1.848
Q _S *	kWh	117	82	31	18	30	41	109	1.218
Q _I *	kWh	126	173	193	212	211	186	191	1.769

1.8.9 Zone 08 Küche

Regelbetrieb (82,2%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 20,0\text{ °C}$ und $Q_I = 47,1\text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (17,8%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 17,2\text{ °C}$ und $Q_I = 0,0\text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,541	0,738	0,828	0,859	0,857	0,849	0,815	0,596
$\eta_{source,WE}$		0,988	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,949
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	14	22	22	22	22	20	22	211
t_h	h	720	744	720	744	744	672	744	8.063
$Q_{h,b,RE}$	kWh	599	1.957	3.536	4.696	4.601	3.908	3.313	24.929
$Q_{h,b,WE}$	kWh	11	30	58	76	75	63	52	394
Q _T	kWh	126	223	318	390	389	335	317	2.620
Q _V	kWh	1.162	2.702	4.282	5.455	5.360	4.602	4.091	31.032
Q _S *	kWh	24	17	9	5	8	12	24	254
Q _I *	kWh	654	923	1.003	1.076	1.072	959	1.019	8.727

1.8.10 Zone 09 Technik, Lager (nie. beh.)

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 16,2\text{ °C}$ und $Q_I = 0,0\text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (31,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 14,0\text{ °C}$ und $Q_I = 0,0\text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,988	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,777
$\eta_{source,WE}$		0,992	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,778
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	60	171	235	242	242	219	242	1.648
t_h	h	720	744	720	744	744	672	744	6.552
$Q_{h,b,RE}$	kWh	349	1.323	2.274	2.891	2.854	2.436	2.171	15.838
$Q_{h,b,WE}$	kWh	72	310	603	838	822	686	548	4.188
Q _T	kWh	393	1.128	1.878	2.421	2.406	2.051	1.850	13.742
Q _V	kWh	223	663	1.117	1.445	1.436	1.223	1.099	8.087
Q _S *	kWh	116	55	-	-	9	5	69	813
Q _I *	kWh	79	117	171	219	216	184	166	1.352

1.8.11 Summe Heizwärmebedarf

	Q _T	Q _V	Q _S *	Q _I *	Q _{h,b}	Q _{h,b}
	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/(m² a)
01 Saal	33.431	29.879	8.958	23.835	31.782	52,6
02 Flur, Treppenrau	18.210	10.208	5.642	5.468	17.864	84,2
03 Konferenzraum	11.603	6.988	3.962	3.302	11.565	100,4
04 Foyer	19.016	11.383	10.107	6.141	15.376	52,5
05 WC, Umkleide	4.631	2.361	173	702	6.364	84,6
06 Technik, Lager	8.618	6.154	298	779	13.791	99,2
07 Sonstige Aufenth	4.481	1.848	1.218	1.769	3.814	61,4
08 Küche	2.620	31.032	254	8.727	25.324	997,0
09 Technik, Lager (13.742	8.087	813	1.352	20.026	73,2
	116.351	107.940	31.424	52.075	145.905	81,0

1.9 RLT-Systeme (DIN V 18599-3)

1.9.1 Gewählte RLT-Anlagen

Betrachtungsmonat Januar, $\theta_e = 1,0^\circ\text{C}$

Zone	Feuchteanf.	No Anlage	Komponenten	$\theta_{\text{SUP, Jan}}$ $^\circ\text{C}$
01 Saal	-	203 RLT-Anlage	VE LH LK rec75	22,0
02 Flur, Treppenraum	-	203 RLT-Anlage	VE LH LK rec75	22,0
03 Konferenzraum	-	203 RLT-Anlage	VE LH LK rec75	22,0
04 Foyer	-	203 RLT-Anlage	VE LH LK rec75	22,0
05 WC, Umkleide	-	203 RLT-Anlage	VE LH rec75	22,0
06 Technik, Lager	-	203 RLT-Anlage	VE LH rec75	22,0
07 Sonstige Aufenthaltsraum	-	203 RLT-Anlage	VE LH rec75	22,0
08 Küche	-	201 RLT-Anlage	VE	2,8
09 Technik, Lager (nie. beh	-	203 RLT-Anlage	VE LH rec75	22,0

Anlagen unterstützt mit indirekter Verdunstungskühlung in den Zonen: 01 Saal / 02 Flur, Treppenraum / 03 Konferenzraum / 04 Foyer

Zone <1> RLT-Anlage (203) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 24183 / 24183 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec75

Zone <2> RLT-Anlage (203) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 1294 / 1294 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec75

Zone <3> RLT-Anlage (203) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 1008 / 1008 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec75

Zone <4> RLT-Anlage (203) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 7322 / 7322 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec75

Zone <5> RLT-Anlage (203) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 602 / 602 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec75

Zone <6> RLT-Anlage (203) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 21 / 21 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec75

Zone <7> RLT-Anlage (203) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 379 / 379 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec75

Zone <8> RLT-Anlage (201) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 2286 / 2286 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert

Zone <9> RLT-Anlage (203) mit $V_{\text{SUP}}/\text{ETA} = 41 / 41 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, rec75

Feuchteanforderung $\text{mT} / \text{oT} = \text{mit} / \text{ohne Toleranz}$ (Nutzungsrandbedingung)

RLT-Anlagen nach DIN V 18599-3, Tabellen A.2 bis A.13 mit den Anlagenkomponenten

VE = Ventilator, LH = Luftheizer, LK = Luftkühler, LBv / LBd = Verdunstungsbefeuchter / Dampfbefeuchter

rec.% = Anlage mit ..% Wärmerückgewinnung, rec+ = Rückgewinnung Wärme + Feuchte

θ_{SUP} mittlere Zulufttemperatur im Betrachtungsmonat nach Tab. 5/6

1.9.2 Strombedarf der Ventilatoren

	$V_{\text{mech, m}}$ m^3/h	$t_v \cdot d_v$ h/m	PV, SUP kW	PV, ETA kW	W_v, Jan kWh
01 Saal	24183	127	8,40	5,04	1.711
02 Flur, Treppenraum	1294	276	0,45	0,27	198
03 Konferenzraum	1008	276	0,35	0,21	155
04 Foyer	7322	127	2,54	1,53	518
05 WC, Umkleide	602	276	0,21	0,13	92
06 Technik, Lager	21	276	0,01	0,00	3
07 Sonstige Aufenthaltsraum	379	276	0,13	0,08	58
08 Küche	2286	382	0,79	0,48	485
09 Technik, Lager (nie. beh	41	276	0,01	0,01	6

monatliche Werte W_v [kWh]

	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
01 Saal	1.656	1.711	1.656	1.711	1.711	1.546	1.711	20.151
02 Flur, Treppe	192	198	192	198	198	179	198	2.336
03 Konferenzraum	150	155	150	155	155	140	155	1.820
04 Foyer	501	518	501	518	518	468	518	6.101
05 WC, Umkleide	89	92	89	92	92	83	92	1.085
06 Technik, Lag	3	3	3	3	3	3	3	36
07 Sonstige Auf	56	58	56	58	58	52	58	682
08 Küche	470	485	470	485	485	438	485	5.715
09 Technik, Lag	6	6	6	6	6	6	6	75
	3.124	3.227	3.124	3.227	3.227	2.916	3.227	38.002

$V_{\text{mech,m}}$ = Zuluft- / Abluft-Volumenstrom, Regelwert = Luftwechselzahl * Luftvolumen
 $t_v \cdot d_v$ = monatliche Betriebsstunden der RLT-Anlage = h/Tag * Tage * Nutzungsanteil im Regelbetrieb
 $P_{V,\text{SUP}} / P_{V,\text{ETA}}$ = elektrische Leistungsaufnahme [kW] der Zuluft- und Abluft-Ventilatoren
 W_V = Endenergiebedarf für die Luftförderung im Betrachtungsmonat (Hilfsenergie)

1.9.3 Zuluftkonditionierung (DIN V 18599-3)

Energiebedarfskennwerte für den Standort Deutschland (Potsdam)

Kennwerte für Zuluftvorwärmung im Januar

	θ_{HC} °C	$q_{H,12h}$ Wh/m ³	f_H	q_H Wh/m ³	$Q_{V,H}$ kWh	$A_{K,A}$ m ²
01 Saal	23,4	942	0,95	306	7.411	0,0
02 Flur, Treppenraum	23,4	942	1,01	706	914	0,0
03 Konferenzraum	23,4	942	1,01	706	712	0,0
04 Foyer	23,4	942	0,95	306	2.244	0,0
05 WC, Umkleide	23,4	942	1,01	706	425	0,0
06 Technik, Lager	23,4	942	1,01	706	15	0,0
07 Sonstige Aufenthaltsrä	23,4	942	1,01	706	268	0,0
09 Technik, Lager (nie. b	23,4	942	1,01	706	29	0,0

Kennwerte für Zuluftkühlung im Juli

	Alt	$q_{C,12h}$ Wh/m ³	f_C	q_C Wh/m ³	$Q_{V,C}$ kWh	$A_{K,A}$ m ²
01 Saal	indir	268	1,07	98	2.375	0,0
02 Flur, Treppenraum	indir	268	0,98	195	252	0,0
03 Konferenzraum	indir	268	0,98	195	196	0,0
04 Foyer	indir	268	1,07	98	719	0,0

Indizierungen (i) für die Bilanzgrößen: H = Heizen, C = Kühlen, St = Befeuchten

Alt = Klimaprozesse mit alternativer Kälteerzeugung nach DIN V 18599-3:2018 mit

"indir" = Kühlbetrieb mit indirekter Verdunstungskühlung nach Abs 7.6.2,

θ_{HC} = korrigierte, mittlere Zulufttemperatur (berücksichtigt unterschiedliche Ventilatorabwärme)

$q_{i,12h} / q_i$ = Kennwerte für den Nutzenergiebedarf = F(Anlage-No, Bilanzgröße, Monat) nach Anhang A

f_i = Korrekturfaktor für die tägliche Anlagenbetriebszeit nach Gl.37

$Q_{V,i}$ = monatlicher Nutzenergiebedarf für die Bilanzgröße i

$A_{K,A}$ = Oberfläche der Luftleitungen außerhalb der thermischen Hülle

1.9.4 Energiebedarf für Zuluftvorwärmung

Zone 01 Saal

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{V,H}$	kWh	-	3.289	5.877	7.592	7.411	6.334	5.492	35.995
$t_{h^*,op}$	h	-	13	12	13	13	12	13	75
$Q_{h^*,b}$	kWh	-	3.618	6.465	8.352	8.153	6.967	6.041	39.594
		-	3.618	6.465	8.352	8.153	6.967	6.041	39.594

Zone 02 Flur, Treppenraum

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{V,H}$	kWh	-	405	724	936	914	781	677	4.437
$t_{h^*,op}$	h	-	28	27	28	28	25	28	162
$Q_{h^*,b}$	kWh	-	446	797	1.029	1.005	859	745	4.880
		-	4.063	7.262	9.381	9.157	7.826	6.785	44.475

Zone 03 Konferenzraum

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{V,H}$	kWh	-	316	564	729	712	608	527	3.456
$t_{h^*,op}$	h	-	28	27	28	28	25	28	162
$Q_{h^*,b}$	kWh	-	347	621	802	783	669	580	3.802

		-	4.411	7.883	10.183	9.940	8.495	7.365	48.277
--	--	---	-------	-------	--------	-------	-------	-------	--------

Zone 04 Foyer

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Q _{V,H}	kWh	-	996	1.779	2.299	2.244	1.918	1.663	10.898
t _{h*,op}	h	-	13	12	13	13	12	13	75
Q _{h*,b}	kWh	-	1.095	1.957	2.529	2.468	2.109	1.829	11.988
		-	5.506	9.840	12.712	12.409	10.604	9.194	60.265

Zone 05 WC, Umkleide

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Q _{V,H}	kWh	-	189	337	435	425	363	315	2.064
t _{h*,op}	h	-	28	27	28	28	25	28	162
Q _{h*,b}	kWh	-	207	371	479	467	399	346	2.270
		-	5.714	10.211	13.190	12.876	11.003	9.541	62.535

Zone 06 Technik, Lager

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Q _{V,H}	kWh	-	7	12	15	15	13	11	72
t _{h*,op}	h	-	28	27	28	28	25	28	162
Q _{h*,b}	kWh	-	7	13	17	16	14	12	79
		-	5.720	10.224	13.207	12.892	11.017	9.553	62.614

Zone 07 Sonstige Aufenthaltsräume

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Q _{V,H}	kWh	-	119	212	274	268	229	198	1.299
t _{h*,op}	h	-	28	27	28	28	25	28	162
Q _{h*,b}	kWh	-	131	233	302	294	252	218	1.429
		-	5.851	10.457	13.509	13.187	11.269	9.771	64.043

Zone 09 Technik, Lager (nie. beh.)

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Q _{V,H}	kWh	-	13	23	30	29	25	21	141
t _{h*,op}	h	-	28	27	28	28	25	28	162
Q _{h*,b}	kWh	-	14	25	33	32	27	24	155
		-	5.865	10.482	13.541	13.219	11.296	9.795	64.198

Nutzwärmebedarf Q_{V,H} nach Heizbereichen [kWh]

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
1 Fußbodenheiz		-	2.096	3.746	4.839	4.724	4.037	3.500	22.941
2 freie Heizflä		-	151	272	351	342	293	254	1.663
3 Fußbodenheiz		-	3.618	6.465	8.352	8.153	6.967	6.041	39.595
		-	5.865	10.482	13.541	13.219	11.296	9.795	64.198

Wärmeerzeugung siehe Abs.13 Heizsysteme

mit Q_{V,H} = Nutzwärmebedarf der Zuluftvorwärmung, t_{h*,op} = Bedarfszeit der Heizregister und Q_{h*,b} = Nutzwärmebedarf der Heizregister

t_{h*,op} = t_{H,r} * t_{V,mech} * d_{V,mech} * b_{V,mth} / b_{Vh,a}, max. t_{V,mech} * d_{V,mech,m} (DIN V 18599-7, Gl.4)

Q_{h*,b} nach DIN V 18599-7, Gl.1, Übergabeverluste pauschal 10% (5.4.2)

Leitungsverluste mit A_{K,A} und f_{Vh,d} = 16 W/m²

1.9.5 Energiebedarf für Zuluftkühlung

Zone 01 Saal

		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
Q _{V,C}	kWh	-	-	-	-	142	824	1.568	9.092
t _{C*,op}	h	-	-	-	-	3	96	123	534
Q _{C*,b}	kWh	-	-	-	-	142	824	1.568	9.092
		-	-	-	-	142	824	1.568	9.092

Zone 02 Flur, Treppenraum

		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
Q _{V,C}	kWh	-	-	-	-	15	88	167	965
t _{C*,op}	h	-	-	-	-	7	192	267	1.131
Q _{C*,b}	kWh	-	-	-	-	15	88	167	965
		-	-	-	-	157	912	1.735	10.057

Zone 03 Konferenzraum

		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
Q _{V,C}	kWh	-	-	-	-	12	68	130	752
t _{C*,op}	h	-	-	-	-	7	192	267	1.131
Q _{C*,b}	kWh	-	-	-	-	12	68	130	752
		-	-	-	-	169	980	1.865	10.809

Zone 04 Foyer

		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
Q _{V,C}	kWh	-	-	-	-	43	250	475	2.753
t _{C*,op}	h	-	-	-	-	3	96	123	534
Q _{C*,b}	kWh	-	-	-	-	43	250	475	2.753
		-	-	-	-	211	1.229	2.340	13.562

Kälteerzeugung siehe Abs. 11 Klimakältesysteme

mit Q_{V,C} = Nutzkältebedarf der Zuluftkühlung und Q_{C*,b} = Nutzkältebedarf der Kühlregister

Bedarfszeiten der zentralen Kühlregister t_{C*,op} nach DIN V 18599-7, Gl.10

Korrekturfaktoren für die Kühlregister-Bedarfszeiten:

f_{T,c,T3} Abs.7.3,<1> = 1,067 f_{T,IEC,Tab.B3,<1>} = 0,850 (indirekte Verdunstungskühlung)

f_{T,c,T3} Abs.7.3,<2> = 0,984 f_{T,IEC,Tab.B3,<2>} = 0,850 (indirekte Verdunstungskühlung)

f_{T,c,T3} Abs.7.3,<3> = 0,984 f_{T,IEC,Tab.B3,<3>} = 0,850 (indirekte Verdunstungskühlung)

f_{T,c,T3} Abs.7.3,<4> = 1,067 f_{T,IEC,Tab.B3,<4>} = 0,850 (indirekte Verdunstungskühlung)

Q_{C*,b} nach DIN V 18599-7, Gl.7, Leitungsverluste mit A_{K,A} und f_{VC,d} = 9 W/m²

1.9.6 Energiebedarf für Dampfbefeuchtung

nicht vorgesehen

1.10 Beleuchtungssysteme (DIN V 18599-4)

1.10.1 Tageslichtbereiche

Tageslichtbereiche an vertikalen Fassaden (9), mit Dachoberlichtern (3)

Bezüge siehe DIN V 18599-4

Der Verbauungsindex wird nach GEG '20, §25 vereinfacht mit I_V = 0.9 angenommen

Tageslichtbereiche an vertikalen Fassaden

Tageslichtbereich	Zone	E _m lx	ATL m²	ARB m²	Tageslicht	C _{TL} %
1 0103-0 FF FE01 Nord	Nord 1	300	124,5	54,7	gut	92
2 0202-0 FAW T02 Süd	Süd 2	300	3,6	3,5	gut	89
3 0204-0 FAW T02 Ost	Ost 2	300	8,8	3,4	gut	88

4	0210-0	FAW T02 Nord	Nord	2	300	6,5	2,6	gut	90
5	0215-0	FF FE01 Süd	Süd	2	300	44,7	18,0	gut	87
7	0305-0	FF FE01 Süd	Süd	3	500	46,2	17,8	gut	79
8	0306-0	FF FE01 West	West	3	500	40,1	15,0	gut	77
10	0408-0	FF FE01 Süd	Süd	4	300	70,0	70,7	gut	89
12	0804-0	FF FE03 Nord	Nord	8	500	16,3	4,4	mittel	66

Tageslichtbereiche mit Dachoberlichtern

Tageslichtbereich			Zone	Em lx	ATL m ²	ARB m ²	Tageslicht	CTL %
6	0225-0	FF DOB01	2	300	27,0	3,3	gering	85
9	0407-0	FF DOB01	4	300	42,4	3,3	gering	84
11	0709-0	FF DOB01	7	300	4,0	4,4	gut	95

tageslichtversorgte Flächen nach Zonen

Zone	ANGF [m ²]	ATL [m ²]	AKTL [m ²]
01 Saal	605	125	480
02 Flur, Treppenraum	212	91	122
03 Konferenzraum	115	86	29
04 Foyer	293	112	180
05 WC, Umkleide	75	-	75
06 Technik, Lager	139	-	139
07 Sonstige Aufenthaltsr	62	4	58
08 Küche	25	16	9
09 Technik, Lager (nie.	274	-	274

ATL = tageslichtversorgte Fläche = $\alpha_{TL} \cdot b_{TL}$, bei Dachoberlichtern manueller Ansatz

mit α_{TL} = Tiefe des Tageslichtbereichs = $2.5 \cdot (h_{St} - h_{Ne})$, max. Raumtiefe, h_{St} = Sturzhöhe der Rohbauöffnungen, h_{Ne}

= Höhe der Nutzebene über dem Fußboden, und b_{TL} = Breite des Tageslichtbereichs

ARB = Fensterfläche (Rohbaumaße), E_m = Wartungswert der Beleuchtungsstärke (Zonenrandbedingung)

Tageslichtquotient $DR_b = \max[4.13 + 20 \cdot I_{Tr} - 1.36 \cdot I_{Rt} \cdot I_V; 0]$ (Gl.30),

bei Dachoberlichtern $D_j = D_a \cdot \tau_{D65} \cdot k \cdot ARB / ATL \cdot \eta_R$ (Gl. 35), mit D_a = Außentageslichtquotient nach Tab.17, η_R = Raumwirkungsgrad nach Tab. 18 / 19

c_{TL} = Tageslichtversorgungsfaktor = $c_{TL,Vers,SNA} \cdot (1 - t_{rel,TL,SA}) + c_{TL,Vers,SA} \cdot t_{rel,TL,SA}$ (Gl.31)

c_{TL} bei Dachoberlichtern nach Tab.23/24, abhängig von der Dachneigung und Flächenorientierung

1.10.2 Teilbetriebsfaktoren Tageslicht

Bereich			CTL	CTL, kon	F _{TL}					
					Jan %	Feb %	Mrz %	Apr %	Mai %	Jun %
1	0103-0	FF FE01 Nor	1	92	73	43	35	29	25	21
2	0202-0	FAW T02 Süd	2	89	81	39	30	23	19	16
3	0204-0	FAW T02 Ost	2	88	81	40	31	25	21	17
4	0210-0	FAW T02 Nor	2	90	81	38	29	23	18	15
5	0215-0	FF FE01 Süd	2	87	81	40	32	26	21	18
6	0225-0	FF DOB01	2	85	50	69	61	55	51	47
7	0305-0	FF FE01 Süd	3	79	75	50	43	37	34	31
8	0306-0	FF FE01 Wes	3	77	75	51	44	39	35	32
9	0407-0	FF DOB01	4	84	65	60	50	42	37	33
10	0408-0	FF FE01 Süd	4	89	73	45	37	31	27	24
11	0709-0	FF DOB01	7	95	73	49	36	26	20	14
12	0804-0	FF FE03 Nor	8	66	52	71	67	64	61	60

Kontrollsystem(e): autark nicht ausschaltend, autark ausschaltend + wiedereinschaltend, manuell (REF)

CTL_{kon} = Korrekturfaktor zur Berücksichtigung des tageslichtabhängigen Kontrollsystems interpoliert nach Tab.25

F_{TL} = Teilbetriebsfaktoren Tageslicht (Betriebszeitanteil Kunstlicht) nach Gl.39

$F_{TL} = \max[1 - v_{Monat} \cdot CTL \cdot CTL_{kon}; 0]$, Verteilungsschlüssel v_{Monat} nach Tab.26 / 27

1.10.3 Kunstlichtversorgung

elektrische Anschlussleistung für Kunstlichtbereiche (9)
Tabellenverfahren, monatlich berechnet (Januar)

Bereich	Zone	E_m lx	Lampen lx	p_j W/m ²	$f_{Prä}$	$t_{T,TL}$ h/m	$t_{T,KTL}$ h/a	t_N h/a	$Q_{l,b}$ kWh/m
1 01 Saal	1	300	9-1-1	3,1	1,00	2	59	941	160
2 02 Flur, Treppenr	2	300	9-1-1	4,0	0,53	54	1335	109	82
3 03 Konferenzraum	3	500	9-1-1	6,6	0,75	81	1907	155	87
4 04 Foyer	4	300	9-1-1	3,2	0,75	2	44	706	60
5 05 WC, Umkleide	5	300	9-1-1	5,4	0,55	0	1399	114	53
6 06 Technik, Lager	6	200	9-1-1	5,3	0,07	0	175	14	12
7 07 Sonstige Aufen	7	300	9-1-1	4,0	0,75	79	1907	155	42
8 08 Küche	8	500	9-1-1	6,4	1,00	145	2411	1489	47
9 09 Technik, Lager	9	200	9-1-1	5,3	0,07	0	175	14	23

566

9-1-1 (0,49): LED-Leuchten, Vorschaltgerät EVG elektronisch, direkt, $A_{KL} = 1.800 \text{ m}^2$
Präsenzmelder: Zonen 2/5/, Konstantlichtregelung: nein

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

Zone	Sep kWh	Okt kWh	Nov kWh	Dez kWh	Jan kWh	Feb kWh	Mär kWh	Jahr kWh
01 Saal	155	160	155	160	160	144	160	1.881
02 Flur, Trepp	74	80	80	87	82	71	76	915
03 Konferenzra	75	83	87	97	87	73	76	930
04 Foyer	58	60	58	60	60	54	60	701
05 WC, Umkleid	51	53	51	53	53	48	53	618
06 Technik, La	12	12	12	12	12	11	12	140
07 Sonstige Au	40	42	40	42	42	38	41	487
08 Küche	44	47	46	49	47	42	46	543
09 Technik, La	23	23	23	23	23	21	23	275
	530	557	551	583	566	501	546	6.490

p_j = elektrische Bewertungsleistung = $p_{j,lx} \cdot E_m \cdot k_{WF} \cdot k_A \cdot k_L \cdot k_{VB}$ W/m² (Gl.11)

mit $k_{WF} / k_A / k_L / k_{VB}$ = Anpassungsfaktoren für Wartungszyklen / Sehaufgabe / Lampenart / Beleuchtung vert. Flächen

$t_{T,TL} / t_{T,KTL}$ = Betriebszeit der Beleuchtung mit / ohne Tageslichtversorgung zur Tagzeit

t_N = Betriebszeit der Beleuchtung zur Nachtzeit, t_{Nacht} / t_{Tag} siehe DIN V 18599-10

$Q_{l,b}$ = Nutzenergiebedarf für Beleuchtung = $p_j \cdot [A_{TL} \cdot (t_{Tag,TL} + t_{Nacht}) + A_{KTL} \cdot (t_{Tag,KTL} + t_{eff,Nacht})]$ (Gl.2)

$Q_{l,f} = \sum F_{t,n} \cdot \sum Q_{l,b} = Q_{l,L,elektr}$ = Endenergiebedarf für Beleuchtung nach Zonen (Gl.1)

1.11 Klimakältesysteme (DIN V 18599-7)

1.11.1 Kühlenergiebedarf

Ausnutzungsgrad für Wärmequellen (Kühlbilanz)
Betrachtungsmonat Juli

Zone	Q_{sink}	Q_{source}	γ	c_{wirk}	τ	η
01 Saal	181	182	1,005	50,000	10,86	0,625
02 Flur, Treppenraum	37	48	1,303	50,000	19,43	0,594
03 Konferenzraum	26	26	0,991	50,000	14,89	0,662
04 Foyer	64	52	0,812	50,000	15,11	0,726
05 WC, Umkleide	6	3	0,536	50,000	18,87	0,862
06 Technik, Lager	12	2	0,210	50,000	41,72	0,997
07 Sonstige Aufenthaltsräume	6	17	3,079	50,000	21,17	0,308
08 Küche	3	52	15,687	50,000	2,39	0,061
09 Technik, Lager (nie. beh.)	26	9	0,340	50,000	37,39	0,982

Kühlenergiebedarf

Zone	Dez kWh	Jan kWh	Feb kWh	Mär kWh	Apr kWh	Mai kWh	Jun kWh	Jahr kWh
⇒ Q _{C,b} (Raumklima)								
01 Saal	470	494	507	798	618	1.002	1.246	10.157
02 Flur, Trepp	18	28	24	76	173	203	306	1.972
03 Konferenzra	21	31	27	86	175	98	138	1.298
04 Foyer	64	126	96	325	472	189	240	3.272
05 WC, Umkleid	0	0	0	0	1	3	11	75
06 Technik, La	-	-	-	-	-	-	0	0
07 Sonstige Au	6	7	8	20	53	146	241	1.193
08 Küche	171	173	166	229	340	635	1.007	6.928
09 Technik, La	-	-	-	-	-	0	1	6
⇒ Q _{C*,b} (RLT)								
01 Saal	-	-	-	-	142	824	1.568	9.092
02 Flur, Trepp	-	-	-	-	15	88	167	965
03 Konferenzra	-	-	-	-	12	68	130	752
04 Foyer	-	-	-	-	43	250	475	2.753

Kühlenergiebedarf der Raumklimasysteme Q_{C,b} und der RLT-Kühlregister Q_{C*,b}

Q_{C,b} = (1 - η) * Q_{source} mit Q_{source} = (Q_T + Q_V + Q_S + Q_I)_{source} (T2, Gl.2, nur Regelbetrieb)

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

1.11.2 Maximal erforderliche Kälteleistung Q_{C,max}

Q_{C,max} nach DIN V 18599-2, Anhang C

Zone	t _{C,op,d} h/d	Q _{C,max} , Juli kW	Q _{C,max} , Sept kW	techn. gekühlt
01 Saal	6	34,9	13,6	ja
02 Flur, Treppenraum	13	9,3	7,4	ja
03 Konferenzraum	13	7,8	6,6	ja
04 Foyer	6	20,3	17,1	ja
05 WC, Umkleide	13	0,5	-0,3	ja
06 Technik, Lager	13	0,7	-0,2	ja
07 Sonstige Aufenthaltsräume	13	2,5	1,4	ja
08 Küche	15	4,3	0,3	ja
09 Technik, Lager (nie. beh)	13	2,8	0,6	ja
		83,1	46,5	

Q_{C,max} = 0.8 * (Q_{source} - Q_{sink}) * (1 + 0.3 * EXP(-τ/120)) - c_{wirk}/60 * (Δθ - 2) + c_{wirk}/40 * (12 / t_{C-1}) (T2, C.1)

mit t_{C,op,d} = tägliche Betriebsdauer der Kühlanlage und Δθ = zul. Temperaturschwankung, Regelwert = 2K

1.11.3 01 Saal

Erzeuger-Nutzkältebedarf

RLT-Klimasystem: Kältesystem Kaltwasser 14/18 °C

Raumklimasystem: Raumkühlung Kaltwasser 6/12 (REF) (1.155 m²)

01 Saal

05 WC Umkleide

06 Technik Lager

07 Sonstige Aufenthaltsräume

09 Technik Lager (nie. beh.)

Erzeuger-Nutzkältebedarf Q_{C,outg} = Q_{C,b} * η mit η = Nutzungsgrade der Kälteübergabe und -verteilung Raum

η = (4 - η_{C,ce} - η_{C,ce,sens} - η_{C,d}) = 4 - 1,0 - 0,87 - 0,9 = 1,230 (T7, Tab.14)

Bedarfszeit der Raumkühlung t_{C,op} nach T2, Anhang D mit der Mindestauslastung β_{C,grenz} = 0,15

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
Q _{C,b}	kWh	477	500	515	818	671	1.151	1.499	11.431
Q _{C,outg}	kWh	586	615	633	1.007	825	1.415	1.844	14.060

$t_{C,op}$	h	127	127	115	127	123	127	123	1.500
------------	---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-------

Hilfsenergiebedarf

Sekundärventilatoren zur Raumkühlung Raumklimageräte DX, Luftverteilung über Kanäle und Luftdurchlässe
Hilfsenergiebedarf $Q_{C,ce,aux} = f_{C,ce,aux} * Q_{C,outg} * t_{C,op} / 1000$ (Gl.23) mit $f_{C,ce,aux} = 0,060$

Kälteverteilung: $W_{Z,d}$ Strombedarf der Verteilung mit dem Kurzverfahren nach Anhang D.6 für bedarfsgesteuerte Betriebsweise, Rohrnetz energetisch optimiert, optimale Auslegung, mit den Netzteilen Primärkreis, Hauptverteiler, RLT-Kühlung, Gebäudekühlung
Kälteleistung der Versorgungseinheit $Q_Z = 76,1$ kW, Hilfsenergieaufwand $W_{Z,d}$

weitere Hilfsenergien ...

Antrieb eines Rotationswärmetauschers zur WRG, $W_{hr,f,aux,a} = (0,007 * V_{Al} + 65) * t_{WRG} / 1000$ (Gl.27)

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C,ce,aux}$	kWh	4	5	4	8	6	11	14	106
$W_{Z,d}$	kWh	16	16	17	27	28	73	117	772
$W_{hr,f}$	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
	kWh	20	21	21	34	34	84	131	878

Kälteerzeugung

Kältespeicherung: Speicherverluste $Q_{C,s}$ nicht vorhanden

Kältemaschine: (152) 76,1 kW Raumklimasystem luftgekühlt, Split-System invertergeregelt (c) (KKM), Nennkälteleistungszahl EER = 2,60

Teillast-Kennwerte PLV_{AV} nach Zonen, Tabellenwerte aus Anhang A:

Kennwerttabellen für Nutzungsart "Zuschauerbereich (Veranstaltungsbauten)"

01 Saal, Raumklimasystem, $PLV_{AV} = 1,37$

05 WC, Umkleide, Raumklimasystem, $PLV_{AV} = 1,37$

06 Technik, Lager, Raumklimasystem, $PLV_{AV} = 1,37$

07 Sonstige Aufenthaltsräume, Raumklimasystem, $PLV_{AV} = 1,37$

09 Technik, Lager (nie. beh.), Raumklimasystem, $PLV_{AV} = 1,37$

elektrischer Endenergiebedarf Kältemaschine $Q_{C,f,el} = Q_{C,outg} / (EER * PLV_{AV})$

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C,outg}$	kWh	586	615	633	1.007	825	1.415	1.844	14.060
$Q_{C,f,el}$	kWh	165	173	178	283	232	397	518	3.947

1.11.4 02 Flur, Treppenraum

Erzeuger-Nutzkältebedarf

RLT-Klimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "01 Saal"

Raumklimasystem: Raumkühlung Kaltwasser 6/12 (REF) (620 m²)

02 Flur Treppenraum

03 Konferenzraum

04 Foyer

Erzeuger-Nutzkältebedarf $Q_{C,outg} = Q_{C,b} * \eta$ mit η = Nutzungsgrade der Kälteübergabe und -verteilung Raum

$\eta = (4 - \eta_{C,ce} - \eta_{C,ce,sens} - \eta_{C,d}) = 4 - 1,0 - 0,87 - 0,9 = 1,230$ (T7, Tab.14)

Bedarfszeit der Raumkühlung $t_{C,op}$ nach T2, Anhang D mit der Mindestauslastung $\beta_{C,grenz} = 0,15$

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C,b}$	kWh	103	184	147	487	820	490	685	6.542
$Q_{C,outg}$	kWh	127	227	181	599	1.009	602	842	8.047
$t_{C,op}$	h	274	276	249	276	267	276	267	3.248

Hilfsenergiebedarf

Sekundärventilatoren zur Raumkühlung Raumklimageräte DX, Deckenkassetten

Hilfsenergiebedarf $Q_{C,ce,aux} = f_{C,ce,aux} * Q_{C,outg} * t_{C,op} / 1000$ (Gl.23) mit $f_{C,ce,aux} = 0,040$

Kälteverteilung: $W_{Z,d}$ Strombedarf der Verteilung mit dem Kurzverfahren nach Anhang D.6 für bedarfsgesteuerte Betriebsweise, Rohrnetz energetisch optimiert, optimale Auslegung, mit den Netzteilen Primärkreis, Hauptverteiler, Gebäudekühlung

Kälteleistung der Versorgungseinheit $Q_Z = 9,3$ kW, Hilfsenergieaufwand $W_{Z,d}$

weitere Hilfsenergien ...

Antrieb eines Rotationswärmetauschers zur WRG, $W_{hr,f,aux,a} = (0,007 * V_{Al} + 65) * t_{WRG} / 1000$ (Gl.27)

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C,ce,aux}$	kWh	1	3	2	7	11	7	9	88
$W_{Z,d}$	kWh	3	4	4	12	26	31	46	298
$W_{hr,f}$	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
	kWh	4	7	6	18	37	37	55	385

Kälteerzeugung

Kältespeicherung: Speicherverluste $Q_{C,s}$ nicht vorhanden

Kältemaschine: (152) 9,3 kW Raumklimasystem luftgekühlt, Split-System invertergeregelt (c) (KKM), Nennkälteleistungszahl EER = 2,60

Teillast-Kennwerte PLV_{AV} nach Zonen, Tabellenwerte aus Anhang A:

Kennwerttabellen für Nutzungsarten nach Tab. A.2

02 Flur, Treppenraum, Raumklimasystem, $PLV_{AV} = 1,37$

03 Konferenzraum, Raumklimasystem, $PLV_{AV} = 1,37$

04 Foyer, Raumklimasystem, $PLV_{AV} = 1,37$

elektrischer Endenergiebedarf Kältemaschine $Q_{C,f,el} = Q_{C,outg} / (EER * PLV_{AV})$

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C,outg}$	kWh	127	227	181	599	1.009	602	842	8.047
$Q_{C,f,el}$	kWh	36	64	51	168	283	169	236	2.259

1.11.5 03 Konferenzraum

Erzeuger-Nutzkältebedarf

RLT-Klimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "01 Saal"

Raumklimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "02 Flur, Treppenraum"

1.11.6 04 Foyer

Erzeuger-Nutzkältebedarf

RLT-Klimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "01 Saal"

Raumklimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "02 Flur, Treppenraum"

1.11.7 05 WC, Umkleide

Erzeuger-Nutzkältebedarf

Raumklimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "01 Saal"

1.11.8 06 Technik, Lager

Erzeuger-Nutzkältebedarf

Raumklimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "01 Saal"

1.11.9 07 Sonstige Aufenthaltsräume

Erzeuger-Nutzkältebedarf

Raumklimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "01 Saal"

1.11.10 08 Küche

Erzeuger-Nutzkältebedarf

Raumklimasystem: nicht vorgesehen

1.11.11 09 Technik, Lager (nie. beh.)

Erzeuger-Nutzkältebedarf

Raumklimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "01 Saal"

1.11.12 Endenergie Klimasysteme

Endenergie Klimakälte $W_{C,f}$, Endenergie Dampf $Q_{m*,f}$ und Hilfsendenergie $Q_{C,aux}$

Endenergie nach Energieträgern ohne Hilfsendenergie

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$W_{C,f}$	kWh	200	236	229	451	515	566	754	6.206
$Q_{C,aux}$	kWh	24	28	27	52	71	121	186	1.263
Strom-Mix	kWh	200	236	229	451	515	566	754	6.206

1.12 Warmwassersysteme (DIN V 18599-8)

1.12.1 Nutzenergiebedarf Warmwasser

Zone	Nutzung	$q_{w,b}$ kWh/d je	Menge	$Q_{w,b,Jan}$ kWh/M
01 Saal	nicht relevant			—
02 Flur, Treppenraum	nicht relevant			—
03 Konferenzraum	nicht relevant			—
04 Foyer	nicht relevant			—
05 WC, Umkleide	nicht relevant			—
06 Technik, Lager	nicht relevant			—
07 Sonstige Aufentha	nicht relevant			—
08 Küche	vernachlässigt			— b
09 Technik, Lager (n	nicht relevant			—

$Q_{w,b} = q_{w,b} \cdot d_{mth} \cdot d_{nutz} / 365 \cdot \text{Menge [kWh/Monat]}$ (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).

1.13 Heizsysteme (DIN V 18599-5)

1.13.1 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} m³/h	$Q_{V,mech}$ kW	$\Phi_{h,max}$ kW
------	-------------------	-------------------	--------------------	--------------------	----------------------

01 Saal	12,2	5,6	24164	105,2	122,9
02 Flur, Treppenraum	6,4	1,7	1291	5,6	13,8
03 Konferenzraum	4,1	1,2	1010	4,4	9,7
04 Foyer	6,9	2,1	7326	31,9	40,9
05 WC, Umkleide	1,6	0,6	600	2,6	4,8
06 Technik, Lager	3,0	1,1	20	0,1	4,2
07 Sonstige Aufenthaltsräume	1,6	0,4	377	1,6	3,7
08 Küche	0,9	0,3	2281	24,8	26,0
09 Technik, Lager (nie. beh)	7,1	2,2	42	0,2	9,5

$Q_{T,max}$ = Heizleistung zur Deckung der Transmissionswärmeverluste inklusive Wärmebrücken. Wärmetransfer zu benachbarten

Zonen $Q_{T,jz}$ temperaturgewichtet mit $T_{i,min,H}$.

$Q_{V,max}$ = Heizleistung zur Deckung der Lüftungswärmeverluste aus Infiltration und Fensterlüftung

$V_{mech} = n_{mech,ZUL} \cdot V$ = Mindestvolumenstrom der mechanischen Lüftungsanlage

$Q_{V,mech} = 0.34 \cdot V_{mech} \cdot (\theta_{i,h,min} - \theta_v)$ = Heizleistung für die Nacherwärmung der Zuluft (RLT mit WRG)

$\Phi_{h,max} = Q_{T,max} + 0.5 \cdot Q_{V,max} + Q_{V,mech}$ = erforderliche Heizleistung in der Gebäudezone (T2 Gl.B.4)

1.13.2 Eingesetzte Heizsysteme

Anlage	Versorgungsbereich	Zone(n)	$Q_{h,b}$ kWh/Jahr	$\Phi_{h,max}$ kW	$Q_{N,h}$ kW
1 Fußbodenheizung Nasssystem		*	99.433	95,2	104,7
2 freie Heizflächen 55 / 45°C 2-Rohr	6/7/9/		39.294	17,4	18,9
3 Fußbodenheizung Nasssystem	100%	1/	71.377	122,9	135,2
4					

* = 2/3/4/5/8/

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

<2> hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich, $n \leq 10$, 2-Rohr 70/55 °C, Heizkörper vor Außenwand, Raumtemperaturregelung P-Regler nicht zertifiziert, intermittierender Heizbetrieb nein, Einzelraumregelsystem ohne

<3> hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich, $n \leq 10$, System Nasssystem, Raumtemperaturregelung Pi-Regler nicht zertifiziert, intermittierender Heizbetrieb nein, Einzelraumregelsystem ohne

RLT-Heizregister im Heizbereich $\Rightarrow Q_{h,b} = Q_{h,b} + Q_{h*,b}$ enthält Nutzwärmebedarf für das Heizregister Übergabe- und Verteilungsverluste für $Q_{h*,b}$ siehe "RLT-Systeme"

Heizwärmebedarf nach Heizbereichen

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,b}, <1>$	kWh	2.708	4.575	10.277	13.782	12.971	11.156	8.538	76.492
$Q_{h*,b}, <1>$	kWh	-	2.096	3.746	4.839	4.724	4.037	3.500	22.941
$Q_{h,b}, <2>$	kWh	1.153	3.119	5.171	6.601	6.511	5.539	4.890	37.631
$Q_{h*,b}, <2>$	kWh	-	151	272	351	342	293	254	1.663
$Q_{h,b}, <3>$	kWh	2.767	848	2.850	4.190	4.074	3.270	2.318	31.782
$Q_{h*,b}, <3>$	kWh	-	3.618	6.465	8.352	8.153	6.967	6.041	39.595

Nutz-Heizwärmebedarf $Q_{h,b}$ nach T2, maximale Heizleistung $\Phi_{h,max}$ (T2, Anhang B) und Kesselnennleistung $Q_{N,h}$ nach T5, 5.4

1.13.3 Heizzeiten

(1) Bereich "Fußbodenheizung Nasssystem", Leitzone 08 Küche

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$t_h <8>$	h/m	720	744	720	744	744	672	744	8.063
$t_{h,rL,d} <8>$	h/d	15	15	17	19	19	18	17	
$d_{h,rB} <8>$	d/m	25	27	27	28	28	25	28	291
$t_{h,rL} <8>$	h/m	372	405	467	531	529	466	474	4.800

(2) Bereich "freie Heizflächen 55 / 45°C 2-Rohr", Leitzone 06 Technik, Lager

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
—									
$t_h <6>$	h/m	720	744	720	744	744	672	744	8.760
$t_{h,rL,d} <6>$	h/d	13	13	16	18	17	17	16	
$d_{h,rB} <6>$	d/m	21	23	24	26	26	23	25	277
$t_{h,rL} <6>$	h/m	270	308	389	462	460	400	391	4.081

(3) Bereich "Fußbodenheizung Nasssystem", Leitzone 01 Saal

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$t_h <1>$	h/m	634	744	720	744	744	672	744	7.013
$t_{h,rL,d} <1>$	h/d	6	6	11	13	13	13	10	
$d_{h,rB} <1>$	d/m	18	23	24	26	26	23	25	227
$t_{h,rL} <1>$	h/m	110	149	264	354	351	296	258	2.154

$t_h = t_{h,Nutz} + t_{h,WE}$ = monatliche Heizzeiten nach DIN V 18599-2, D.2

$t_{h,rL,day} = 24 - f_{L,NA} * (24 - t_{h,op,day})$ (T5 Gl.24) mit

$t_{h,op,day}$ = tägliche Heizzeit (Nutzungsrandbedingung) und $f_{L,NA}$ = Laufzeitfaktor

$d_{h,rB}$ = monatliche, rechnerische Betriebstage der Heizung (T5 Gl.28)

$t_{h,rL} = t_{h,rL,day} * d_{h,rB}$ = monatliche, rechnerische Laufzeit

1.13.4 Heizwärmeübergabe

(1) Fußbodenheizung Nasssystem

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

Summe der Temperaturschwankungen $\Delta\vartheta_{ce} = 0+1,2+(0,7+0,5)/2-0,2+0,2+0 = 1,80^\circ\text{K}$ (T5 Gl.35)

$Q_{h,ce} = Q_{h,b} * \Delta\vartheta_{ce} / (T_{i,h} - T_e)$ (Gl.34) (14,8%)

Hilfsenergie der Wärmeübertragungsprozesse: Stellantriebe Stellantriebe der Regler (Watt)

(2) freie Heizflächen 55 / 45°C 2-Rohr

hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich, $n \leq 10$, 2-Rohr 70/55 °C, Heizkörper vor Außenwand, Raumtemperaturregelung P-Regler nicht zertifiziert, intermittierender Heizbetrieb nein, Einzelraumregelsystem ohne

Summe der Temperaturschwankungen $\Delta\vartheta_{ce} = (0,7+0,3)/2+1,2+0+0,2+0 = 1,90^\circ\text{K}$ (T5 Gl.35)

$Q_{h,ce} = Q_{h,b} * \Delta\vartheta_{ce} / (T_{i,h} - T_e)$ (Gl.34) (13,9%)

Hilfsenergie der Wärmeübertragungsprozesse: Stellantriebe nicht relevant / bereits enthalten (0,0 Watt)

(3) Fußbodenheizung Nasssystem

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

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

$Q_{h,ce} = Q_{h,b} * \Delta\vartheta_{ce} / (T_{i,h} - T_e)$ (Gl.34) (26,7%)

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	2.708	4.575	10.277	13.782	12.971	11.156	8.538	76.492
$Q_{h,ce}$	kWh	764	752	1.150	1.297	1.227	1.105	991	11.325

(2) freie Heizflächen 55 / 45°C 2-Rohr

$Q_{h,b}$	kWh	1.153	3.119	5.171	6.601	6.511	5.539	4.890	37.631
$Q_{h,ce}$	kWh	344	543	612	657	651	580	600	5.238

(3) Fußbodenheizung Nasssystem

$Q_{h,b}$	kWh	2.767	848	2.850	4.190	4.074	3.270	2.318	31.782
$Q_{h,ce}$	kWh	911	163	372	460	449	378	314	8.482

$\Sigma Q_{h,b+ce}$	kWh	8.647	9.999	20.433	26.987	25.884	22.027	17.651	170.951
---------------------	-----	-------	-------	--------	--------	--------	--------	--------	---------

Nutz-Heizwärmebedarf $Q_{h,b}$ (nach T2), Regel- und WE-Betrieb, ohne RLT-Wärmebedarf

Verluste der Wärmeübergabe $Q_{h,ce} = Q_{h,b} \cdot \Delta \vartheta_{ce} / (T_{i,h} - T_e)$ (monatlich, Gl.34)

Summe der Temperaturschwankungen $\Delta \vartheta_{ce}$ (Tab.9 ff) für hydraulischen Abgleich, Übergabesystem,

Raumtemperaturregelung,

Übertemperatur, spezifische Wärmeverluste der Außenbauteile, Strahlungswirkung, intermittierenden Heizbetrieb und

Gebäudeautomation

1.13.5 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 $A_{Nutz,Heizbereich} = 1953,6$
 m^2 , Geschosshöhe i.M. = 4,20 m, 3 Geschosse. manuell
Vor- / Rückklufttemperatur (Auslegung) $\vartheta_{VA} = 35^\circ C / \vartheta_{RA} = 28^\circ C$, $T_{i,Soll,<8>} = 21,0^\circ C$
Wärmedurchgangszahlen U_i nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

Heizungspumpe: Differenzdruck des Verteilsystems = 46 kPa (aus Rohrleitung, Erzeuger, Wärmemengenzähler, Strangarmaturen)

Korrekturfaktoren $f_{hydr. Abgleich} = 1,00$, $f_{Netzform} = 1,00$, $f_{d,Pumpenmanagement} = 0,75$

Heizungspumpe Δp konstant, bedarfsgerecht, P_{Pumpe} unbekannt

(2) freie Heizflächen 55 / 45°C 2-Rohr

System: (DIN V 18599-5:2018) Nutzungstyp "2 Schulen, Veranstaltungshallen", Netztyp 3
Steigestrangtyp, Leitungslängen nach Abs.6.3 mit $A_{Nutz,Heizbereich} = 725,7 m^2$, Geschosshöhe i.M.
= 4,20 m, 3 Geschosse, $L_{char} = 40,1 m$.
Vor- / Rückklufttemperatur (Auslegung) $\vartheta_{VA} = 55^\circ C / \vartheta_{RA} = 45^\circ C$, $T_{i,Soll,<6>} = 21,0^\circ C$
Wärmedurchgangszahlen U_i nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

Heizungspumpe: Differenzdruck des Verteilsystems = 21 kPa (aus Rohrleitung, Erzeuger, Wärmemengenzähler, Strangarmaturen)

Korrekturfaktoren $f_{hydr. Abgleich} = 1,06$, $f_{Netzform} = 1,00$, $f_{d,Pumpenmanagement} = 0,75$

Heizungspumpe Δp konstant, bedarfsgerecht, P_{Pumpe} unbekannt, intermittierend

(3) Fußbodenheizung Nasssystem

System: (DIN V 18599-5:2018) Nutzungstyp "2 Schulen, Veranstaltungshallen", Netztyp 2
Etagenverteiltertyp, Flächenheizung, Leitungslängen nach Abs.6.3 mit $A_{Nutz,Heizbereich} = 715,1$
 m^2 , Geschosshöhe i.M. = 4,20 m, 3 Geschosse.
Vor- / Rückklufttemperatur (Auslegung) $\vartheta_{VA} = 35^\circ C / \vartheta_{RA} = 28^\circ C$, $T_{i,Soll,<1>} = 21,0^\circ C$
Wärmedurchgangszahlen U_i nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

Heizungspumpe: Differenzdruck des Verteilsystems = 46 kPa (aus Rohrleitung, Erzeuger, Wärmemengenzähler, Strangarmaturen)

Korrekturfaktoren $f_{hydr. Abgleich} = 1,06$, $f_{Netzform} = 1,00$, $f_{d,Pumpenmanagement} = 0,75$

Heizungspumpe Δp konstant, bedarfsgerecht, P_{Pumpe} unbekannt, intermittierend

	Verteilung (V)	Stränge (S)	Anbindung (A)
(1) Fußbodenheizung Nasssystem			
Leitungslängen l_i	133,9 m	39,1 m	- m
Wärmedurchgangszahlen U_i	0,200 W/(mK)	0,255 W/(mK)	0,255 W/(mK)
Umgebungstemperaturen $\vartheta_{I,i}$	13,0 °C	20,0 °C	20,0 °C

(2) freie Heizflächen 55 / 45°C 2-Rohr

Leitungslängen l_i	112,3 m	79,2 m	47,5 m
Wärmedurchgangszahlen U_i	0,200 W/(mK)	0,255 W/(mK)	0,255 W/(mK)
Umgebungstemperaturen $\theta_{I,i}$	13,0 °C	20,0 °C	20,0 °C

(3) Fußbodenheizung Nasssystem

Leitungslängen l_i	74,7 m	11,3 m	- m
Wärmedurchgangszahlen U_i	0,200 W/(mK)	0,255 W/(mK)	0,255 W/(mK)
Umgebungstemperaturen $\theta_{I,i}$	13,0 °C	20,0 °C	20,0 °C

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

Monat	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
-------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------

(1) Fußbodenheizung Nasssystem

$\beta_{h,d}$		0,05	0,08	0,17	0,21	0,20	0,19	0,13	
$\theta_{VL,av}$	°C	21,9	22,3	23,7	24,4	24,2	24,1	23,3	
$\theta_{RL,av}$	°C	21,5	21,7	22,4	22,7	22,6	22,6	22,1	
<hr/>									
$Q_{h,d}$	kWh	93	106	140	169	166	144	136	1.069
$W_{h,d}$	kWh	53	58	69	78	76	68	67	694
$Q_{I,h,d}$	kWh	6	8	14	19	18	15	13	122

Leitungsverluste $Q_{h,d} = 0,6 \%$, ungeregelte Wärmeeinträge $Q_{l,h,d} = 0,1 \%$
Aufteilung $Q_{l,h,d}$: nach Grundflächenanteilen

(2) freie Heizflächen 55 / 45°C 2-Rohr

$\beta_{h,d}$		0,12	0,28	0,46	0,56	0,55	0,52	0,43	
$\theta_{VL,av}$	°C	27,6	33,9	39,8	42,8	42,6	41,7	38,6	
$\theta_{RL,av}$	°C	25,7	30,1	34,3	36,4	36,2	35,6	33,4	
<hr/>									
$Q_{h,d}$	kWh	141	250	424	569	562	472	404	3.238
$W_{h,d}$	kWh	6	9	12	15	14	12	12	110
$Q_{I,h,d}$	kWh	58	119	214	293	289	241	202	1.663

Leitungsverluste $Q_{h,d} = 1,9 \%$, ungeregelte Wärmeeinträge $Q_{l,h,d} = 1,0 \%$
Aufteilung $Q_{l,h,d}$: nach Grundflächenanteilen

(3) Fußbodenheizung Nasssystem

$\beta_{h,d}$		0,05	0,01	0,04	0,05	0,05	0,04	0,03	
$\theta_{VL,av}$	°C	21,9	21,2	21,7	21,9	21,9	21,8	21,6	
$\theta_{RL,av}$	°C	21,4	21,1	21,3	21,5	21,5	21,4	21,3	
<hr/>									
$Q_{h,d}$	kWh	15	19	35	48	47	40	34	258
$W_{h,d}$	kWh	10	13	24	34	33	28	23	202
$Q_{I,h,d}$	kWh	1	1	1	2	2	1	1	10

Leitungsverluste $Q_{h,d} = 0,2 \%$, ungeregelte Wärmeeinträge $Q_{l,h,d} = 0,0 \%$
Aufteilung $Q_{l,h,d}$: nach Grundflächenanteilen

Mittlere Vorlauf-, Rücklauf- und Heizkreistemperaturen ($\theta_{VL,av}$, $\theta_{RL,av}$, $\theta_{HK,av}$) nach T5 Abs. 5.3

Belastungsgrad der Wärmeverteilung $\beta_{h,d}$ nach Gl.9

$Q_{h,d}$ = Wärmeverluste des Rohrnetzes = $\sum l_i \cdot U_i \cdot (\theta_{HK,m} - \theta_{l,i}) \cdot t_{h,RL,i} / 1000$ [kWh] (Gl.52)

$Q_{l,h,d} = Q_{h,d}$ = ungeregelte Wärmeeinträge in Zonen mit innen liegenden Leitungen

$W_{h,d} = W_{h,d,hydr} \cdot e_{h,d,aux}$ = Hilfsenergiebedarf der Heizungspumpe (Gl.55)

$W_{h,d} = W_{h,d,hydr} \cdot e_{h,d,aux} \cdot ((1,03 \cdot t_{h,RL} + f_{P,A} \cdot (t_h - t_{h,RL})) / t_h)$ (Gl.66, intermittierend)

$f_{P,A}$ = Korrekturfaktor für Absenkung / Abschaltung der Pumpe bei intermittierendem Betrieb

mit $W_{h,d,hydr}$ = hydraulischer Energiebedarf (Gl.56) und $e_{h,d,aux}$ = Pumpen-Aufwandszahl (Gl.61)

1.13.6 Nutzwärmebedarf der Erzeugung

(1) Fußbodenheizung Nasssystem

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
—									
$Q_{h,out}^*$	kWh	3.565	7.529	15.313	20.087	19.087	16.442	13.165	111.827

(2) freie Heizflächen 55 / 45°C 2-Rohr

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
—									
$Q_{h,out}^*$	kWh	1.638	4.063	6.479	8.179	8.067	6.884	6.148	47.770

(3) Fußbodenheizung Nasssystem

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
—									
$Q_{h,out}^*$	kWh	3.692	4.647	9.722	13.050	12.723	10.654	8.706	80.117

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

$$Q_{h,out}^* = \text{Nutzwärmebedarf mit RLT-Wärmebedarf}$$

Die Erzeugerverluste $Q_{h,g}$ im sommerlichen Heizbetrieb (nur $Q_{h*,b}$) können mangels rechnerischer Laufzeiten für die Erzeuger derzeit nicht bestimmt werden.

1.13.7 Heizwärmepufferspeicher

Heizbereiche (1) (2) (3)

(1) Fußbodenheizung Nasssystem

Speicher: nicht vorgesehen

(2) freie Heizflächen 55 / 45°C 2-Rohr

Speicher: nicht vorgesehen

(3) Fußbodenheizung Nasssystem

Speicher: nicht vorgesehen

1.13.8 solare Heizungsunterstützung

nicht vorgesehen

1.13.9 Heizungswärmepumpen

Heizbereiche (2) (3)

(2) freie Heizflächen 55 / 45°C 2-Rohr

Wärmepumpe nicht vorgesehen

(3) Fußbodenheizung Nasssystem

Wärmepumpe nicht vorgesehen

$$Q_{h,outg} = Q_{h,b} + Q_{h,d} + Q_{h,s} - Q_{h,sol} = \text{Nutzwärmeabgabe für Heizung, monatlich}$$

Nutzwärmeabgabe und Laufzeiten für die WW-Bereitung siehe "Warmwassersysteme"

COP = Leistungszahl der Wärmepumpe, monatlich, t_{ON} = tägliche Laufzeit

$Q_{h,f}$ = Endenergiebedarf der WP, $Q_{h,f,hu}$ = Nutz- / Endenergiebedarf der Nachheizung

$Q_{h,in}$ = regenerativer Energieertrag (Gl.149), $W_{h,gen}$ = Hilfsendenergiebedarf

1.13.10 Konventionelle Heizwärmeerzeuger

Heizbereiche (1) (2) (3)

(1) "Fußbodenheizung Nasssystem", Zonen 2/3/4/5/8 ($A_{NGF} = 721 \text{ m}^2$)

Heizung Fern- und Nahwärme, Warmwasser 105°C

Fernwärmestation $P_n = 104,7 \text{ KW}$ (Nah-/Fernwärme HW, erneuerbar), $f_p = 0,75$

Temperatur der Sekundärseite der FW-Hausstation $\theta_{\text{sec,DS}} = \theta_{\text{HK,m}}$ (monatlich)
Umgebungstemperatur am Aufstellort T_u 20,0 °C, Dämmklasse nach EN 12828 = 4
Wärmeverlust $Q_{h,\text{gen}}$ der Fernwärme-Hausstation nach Gl.242 ff

(2) "freie Heizflächen 55 / 45°C 2-Rohr", Zonen 6/7/9 ($A_{\text{NGF}} = 475 \text{ m}^2$)
Heizung Fern- und Nahwärme, Warmwasser 105°C
Fernwärmestation $P_n = 18,9 \text{ KW}$ (Nah-/Fernwärme HW, erneuerbar), $f_p = 0,75$
Temperatur der Sekundärseite der FW-Hausstation $\theta_{\text{sec,DS}} = \theta_{\text{HK,m}}$ (monatlich)
Umgebungstemperatur am Aufstellort T_u 20,0 °C, Dämmklasse nach EN 12828 = 4
Wärmeverlust $Q_{h,\text{gen}}$ der Fernwärme-Hausstation nach Gl.242 ff

(3) "Fußbodenheizung Nasssystem", Zonen 1 ($A_{\text{NGF}} = 605 \text{ m}^2$)
Heizung Fern- und Nahwärme, Warmwasser 105°C
Fernwärmestation $P_n = 135,2 \text{ KW}$ (Nah-/Fernwärme HW, erneuerbar), $f_p = 0,75$
Temperatur der Sekundärseite der FW-Hausstation $\theta_{\text{sec,DS}} = \theta_{\text{HK,m}}$ (monatlich)
Umgebungstemperatur am Aufstellort T_u 20,0 °C, Dämmklasse nach EN 12828 = 4
Wärmeverlust $Q_{h,\text{gen}}$ der Fernwärme-Hausstation nach Gl.242 ff

$Q_{h,f} = Q_{h,\text{outg}} + Q_{h,\text{gen}} = \text{Endenergiebedarf der Wärmeerzeugung}$
 $W_{h,\text{gen}} = \text{Hilfsenergiebedarf nach Gl.192}$
 $Q_{l,h,\text{gen}} = \text{ungeregelte Wärmeeinträge durch Wärmeerzeuger in der thermischen Hülle, Gl.191}$

(1) Fußbodenheizung Nasssystem

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,\text{outg}}$	kWh	3.565	7.529	15.313	20.087	19.087	16.442	13.165	111.827
$Q_{h,\text{gen}}$	kWh	70	73	71	73	73	66	73	857

$Q_{h,f}$	kWh	3.635	7.601	15.384	20.160	19.161	16.508	13.238	112.684
$W_{h,\text{gen}}$	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
$Q_{I,h,\text{gen}}$	kWh	70	73	71	73	73	66	73	857

Aufteilung $Q_{l,h,g}$: nach Grundflächenanteilen

(2) freie Heizflächen 55 / 45°C 2-Rohr

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,\text{outg}}$	kWh	1.638	4.063	6.479	8.179	8.067	6.884	6.148	47.770
$Q_{h,\text{gen}}$	kWh	41	44	44	47	47	42	45	518

$Q_{h,f}$	kWh	1.679	4.107	6.523	8.225	8.114	6.926	6.194	48.288
$W_{h,\text{gen}}$	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
$Q_{I,h,\text{gen}}$	kWh	41	44	44	47	47	42	45	518

Aufteilung $Q_{l,h,g}$: nach Grundflächenanteilen

(3) Fußbodenheizung Nasssystem

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,\text{outg}}$	kWh	3.692	4.647	9.722	13.050	12.723	10.654	8.706	80.117
$Q_{h,\text{gen}}$	kWh	76	79	76	79	79	71	79	929

$Q_{h,f}$	kWh	3.769	4.725	9.798	13.128	12.802	10.725	8.785	81.045
$W_{h,\text{gen}}$	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
$Q_{I,h,\text{gen}}$	kWh	76	79	76	79	79	71	79	929

Aufteilung $Q_{l,h,g}$: nach Grundflächenanteilen

1.13.11 Endenergie Heizwärme

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,f}$	kWh	9.083	16.434	31.705	41.514	40.077	34.158	28.217	242.017
W_h	kWh	70	80	105	127	124	108	102	1.006
Nah-/Fernw	kWh	9.083	16.434	31.705	41.514	40.077	34.158	28.217	242.017

$Q_{I,h,<1>}$	kWh/d	2,6	2,5	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6
$Q_{I,h,<2>}$	kWh/d	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,8
$Q_{I,h,<3>}$	kWh/d	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4
$Q_{I,h,<4>}$	kWh/d	1,0	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,1
$Q_{I,h,<5>}$	kWh/d	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
$Q_{I,h,<6>}$	kWh/d	1,0	1,5	2,5	3,2	3,2	3,0	2,3
$Q_{I,h,<7>}$	kWh/d	0,4	0,7	1,1	1,4	1,4	1,3	1,0
$Q_{I,h,<8>}$	kWh/d	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
$Q_{I,h,<9>}$	kWh/d	1,9	3,0	5,0	6,3	6,2	5,8	4,6

$Q_{h,f}$ = Endenergiebedarf Heizung = $Q_{h,b} + Q_{h,ce} + Q_{h,d} + Q_{h,s} + Q_{h,g} - Q_{h,sol}$ (Gl.4)

W_h = Hilfsenergiebedarf = $W_{h,ce} + W_{h,d} + W_{h,s} + W_{h,gen}$ (Gl.6)

$Q_{l,h}$ = ungeregelte Wärmeeinträge = $Q_{l,h,d} + Q_{l,h,s} + Q_{l,h,g}$ (Gl.7)

Die Energieanteile nach Energieträgern werden bei Bedarf nach anteiliger Kesselbelastung aufgeteilt

Ungeregelte Wärmeeinträge werden bei Bedarf flächengewichtet auf die Zonen aufgeteilt

1.14 Energiebedarf (DIN V 18599-1)

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 49,45 kWp, quadratmeterbezogen 49,45 / (1800,2) = 0,027 kWp/m²

PV-Module Ost 10° 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 Klimakälte Beleuchtung Hilfsenergie

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Strombedarf	kWh	4.484	4.599	4.079	4.161	4.181	3.780	4.379	52.966
Stromangebot	kWh	3.052	1.912	745	422	720	987	2.409	35.755
anrechenbar	kWh	3.052	1.912	745	422	720	987	2.409	33.188

Jahres-Stromproduktion = 35.755 kWh/a, Strombedarf = 52.966 kWh/a, anrechenbar = 33.188 kWh/a

1.14.2 Energiebedarf nach Energieträgern

Energieträger	Prozessbereich	Zonen	Endenergie kWh/a	f_P	$f_{Hs/Hi}$	Q_P kWh/a
Nah-/Fernwär	Heizwärme	*	242.017	0,75	1,00	181.513
Strom-Mix	Klimakälte	**	6.206	2,60	1,00	16.137
Strom-Mix	Beleuchtung	***	6.490	2,60	1,00	16.874
Strom-Mix	Hilfsenergie		40.270	2,60	1,00	104.703
Strom-Mix	Stromgutschrift		-33.188	1,80	1,00	-59.738
Σ [kWh/Jahr]			261.796			259.489

* = 1/2/3/4/5/6/7/8/9/

** = 1/2/3/4/5/6/7/9/

*** = 1/2/3/4/5/6/7/8/9/

Primärenergiefaktor für Strom $f_P = 2,6$

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

Jahres-Primärenergiebedarf $q_P = 259.489 / 1.800 = 144,1$ kWh/(m²a) ($\Sigma A_{NGF} = 1.800$ m²)

Endenergie brennwertbezogen = 261.796 kWh/a = Jahressummen aus den Prozessbereichen

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

Endenergiebedarf: Hilfsenergie 22,4 kWh/(m²a), Nah-/Fernwärme HW, erneuerbar 134,4 kWh/(m²a), Strom-Mix 7,1 kWh/(m²a), Stromgutschrift [Strom-Mix] -18,4 kWh/(m²a)

1.14.3 Treibhausgasemissionen (CO2)

Energieträger	Endenergie kWh/a	Emissionsfaktor g CO2/kWh	Emissionen kg/a	kg/ (m²a)
Nah-/Fernwärme HW, e	242.017	60	14.521	
Strom-Mix	6.206	560	3.476	
Strom-Mix	6.490	560	3.634	
Strom-Mix	40.270	560	22.551	
Strom aus PV	-	150	-4.971	
	294.983		39.211	21,8

Emissionsfaktoren nach GEG 2020, Anlage 9, Endenergiebedarf heizwertbezogen
Gutschrift für PV-Strom = - 44182,3 / 294983,0 * 33188 = -4.971 kWh/a (GEG A9, Abs.1g)

1.14.4 Endenergiebedarf nach Zonen

siehe Abschnitt Zone	m²	RLT 9 kWh/a	Beleucht. 10 kWh/a	Klima 11 kWh/a	Warmwasser 12 kWh/a	Heizung 13 kWh/a	Summe kWh/a
01 Saal	605	-	1.881	3.702	-	81.045	86.629
02 Flur, Treppenr	212	-	915	603	-	26.312	27.829
03 Konferenzraum	115	-	930	420	-	17.038	18.388
04 Foyer	293	-	701	1.236	-	22.649	24.586
05 WC, Umkleide	75	-	618	15	-	9.375	10.008
06 Technik, Lager	139	-	140	-	-	17.697	17.838
07 Sonstige Aufen	62	-	487	229	-	4.896	5.613
08 Küche	25	-	543	-	-	37.310	37.852
09 Technik, Lager	274	-	275	1	-	25.699	25.975
Gebäude	1.800	-	6.490	6.206	-	242.022	254.718

Endenergie = Jahressummen aus den Prozessbereichen ohne Hilfsenergie
Die Aufteilung der Endenergieanteile aus Prozessbereichen mit mehreren Zonen erfolgt lastabhängig.

1.14.5 Aufteilung des Energiebedarfs für den Energieausweis

	RLT kWh/m²a	Beleucht. kWh/m²a	Klima kWh/m²a	Warmwasser kWh/m²a	Heizung kWh/m²a	Summe kWh/m²a
Nutzenergiebedarf	21,1	3,6	21,4	0,0	116,7	162,8
Endenergiebedarf	21,1	3,6	4,1	0,0	135,0	163,9
Primärenergiebedarf	54,9	9,4	10,8	0,0	102,3	177,3

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

1.15 Nachweise

für ein neu errichtetes Gebäude
Referenzberechnung = "Gebäude-2025-REF"

1.15.1 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**

1.15.2 Nachweis des Primärenergiebedarfs

Höchstwert des grundflächenbezogenen Jahres-Primärenergiebedarfs nach GEG '20, § 18
zul $q_{P,REF}$ = 270,5 kWh/(m²a), aus der Referenzberechnung
zul q_P = 270,5 - 45% = 148,8 kWh/(m²a), geforderte Unterschreitung nach GEG §18 und GEG-Novelle 2023 / 2024

$\text{vorh } q_P = 259.489 / 1800,2 = 144,1 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

$\text{vorh } q_P = 144,1 \leq 148,8 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$, **Grenzwert wird eingehalten**

1.15.3 Nachweis der Nutzung erneuerbarer Energien

Nachweis über die Nutzungsanteile für erneuerbare Energien
(detaillierter Nachweis siehe Abs. 17)

Die Anforderungen aus dem Gebäudeenergiegesetz 2020, §§ 34 ff **werden erfüllt**

1.16 Nutzung von erneuerbaren Energien

1.16.1 Nutzung von erneuerbaren Energien nach GEG 2020, §§ 34 ff

Nachweis für öffentlich genutzte Gebäude
Wärme- und Kälteenergiebedarf = $248223 + 0 + 15901 + 0 = 264.124 \text{ kWh/Jahr}$ (mit Solar-, Umweltenergie- und Abwärmenutzung)

darin enthaltene Deckungsanteile aus erneuerbaren Energiequellen oder Ersatzmaßnahmen
genutzte Fernwärme zu 50% aus erneuerbarer Energie

Energiequelle	Energieertrag kWh/a	Deckungsanteil		Nutzungs- anteil
		erzielt	gefordert	
Umweltenergie [Kälte-1] [K]	22.107	8,4 %	50,0 %	16,8 %
PV-Strom [PV-Strom]	33.188	12,6 %	15,0 %	84,0 %
				100,8 %

Maßnahmen zur Einsparung von Energie

Nachweis mit $HT'_{\text{Grenzwert}} = HT'_{\text{Referenzberechnung}}$

		Grenzwert	erzielt	Unterschreitung		Nutzungs-
				erzielt	gefordert	anteil
HT' - Wert	W/ (m² K)	0,35	0,31	12,5 %	15,0 %	20,7 %
QP	kWh/ (m² a)	148,8	144,1	3,1 %	15,0 %	

erreichter Nutzungsanteil, Summe = 121,5 % \geq Nutzungspflichtanteil = 100 %

Die Anforderungen aus dem GEG 2020 Abs.4 **werden erfüllt**