Wärmeschutznachweis

8. Oktober 2026

Inhaltsverzeichnis

1 Allgemein ... 3
1.1 Beschreibung des Bauvorhabens und Gegenstand des Nachweises ... 3
1.2 Software ... 3
1.3 Berechnungsgrundlage ... 3
1.4 Maßgebende Vorschriften ... 3
2 Randbedingungen aus den Richtlinien ... 4
3 Gesetzliche Anforderungen ... 5
3.1 Gebäudeenergiegesetz (GEG) ... 5
3.2 Anforderungen Effizienzgebäude 40 (EG 40) ... 6
4 Zonierung ... 7
4.1 Sonstiges ... 7
4.2 Bauteile ... 7
5 Haustechnik ... 8
5.1 Heizung ... 8
5.2 Trinkwarmwasser ... 8
5.3 Lüftung ... 8
5.4 Kühlung ... 8
5.5 Beleuchtung ... 9
5.6 Photovoltaik ... 9
6 Dichtheit von Gebäude ... 10
7 Wärmebrücken ... 10
8 Sommerlicher Wärmeschutz ... 11
8.1 Sonneneintragskennwertverfahren ... 11
9 Nachweis der Anforderungen GEG und EG40 ... 13
9.1 Nachweis der thermischen Hülle (GEG) ... 13
9.2 Nachweis des Primärenergiebedarfs (GEG) ... 13
9.3 Nachweis Einhaltung Effizienzgebäude 40 (EG40) ... 13
10 Schlussbemerkung und allgemeine Hinweise ... 14

Verzeichnis der Anhänge

Anlage 1 – Zonierung ... 15
Anlage 2 – Bauteile ... 16
Anlage 3 – sommerlicher Wärmeschutz ... 28
Anlage 4 – genaue Berechnung ... 38

1 Allgemein

1.1 Beschreibung des Bauvorhabens und Gegenstand des Nachweises

Auf dem ehemaligen Sportplatz an der Canisiusstraße (Hiberniakampfbahn) in Recklinghausen soll eine neue 8-gruppige Kindertagesstätte gebaut werden. Das Gebäude wird als zweigeschossiger Holzbau ohne Unterkellerung geplant. Die Bodenplatte und das Treppenhaus sowie der Aufzugschacht werden in Massivbauweise errichtet.

Über die Geschosse verteilen sich jeweils Gruppenräume mit Neben- und Differenzierungsräumen, Personal- und Besprechungsräume, sowie Sanitärräume. Es soll ein verstärktes Angebot für U3 geben, sowie eine Neuausrichtung mit einer dezentralen, inklusiven Planung für Kinder mit Behinderungen.

Im Zuge der Planung wird das Gebäude entsprechend dem baurechtlichen Nachweis gemäß GEG aufgestellt. Darüber soll ein Effizienzgebäude 40 erfüllt werden.

1.2 Software

Dämmwerk 2026, Bauphysik Software von Kern Ingenieurkonzept

1.3 Berechnungsgrundlage

Als Grundlage für den Nachweis wurde der Planstand vom 26.01.2026 der Architektur zugrunde gelegt.

1.4 Maßgebende Vorschriften

Normen und Verordnungen

Norm/ Verordnung	Ausgabe	Bezeichnung
GEG	2024	Gebäudeenergiegesetz
DIN V 18599	2018-08	Energetische Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung, Teil 1 bis 10
DIN 4108		Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden, Teile 1 bis 10
DIN EN ISO 6946	2015-06	Bauteile – Wärmedurchlasswiederstand und Wärmedurchlasskoeffizient - Berechnungsverfahren

2 Randbedingungen aus den Richtlinien

Der Nachweis wird mit folgenden Randbedingungen durchgeführt:

Randbedingung	Symbol	Quelle	Wert	Einheit	Bemerkung
Verschmutzungsfaktor	F_v	18599-10	0,90		Bei solaren Gewinnen
Verschmutzungsfaktor	k_2	18599-10	0,90		Bei Tageslichtversorgung
Nicht senkrechter Lichteinfall	F_w	18599-2	0,90		Bei solaren Gewinnen
Nicht senkrechter Lichteinfall	k_3	18599-4	0,85		Bei Tageslichtversorgung
Verschattung	F_s	18599-2	0,90		
Verbauungsindex	I_v	18599-2	0,90		
Wärmekapazität	C_{wir}	18599	50 x AB	(Wh/(m³K)	mittelschwere Gebäude
Hüllflächenbezogen Luftdurchlässigkeit bei 50 Pa Druckdifferenz	**n_{50}**	**GEG, §26**	**1,0**	**1/h**	**Luftdichtheitsprüfung notwendig**
Emissionsgrade	ε	18599-2	0,90		
Windschutzkoeffizient	e	18599-2	0,07		Gemäßigte Abschirmung
Strahlungsabsorptionsgrad	a	18599-2	0,60		
Leitfähigkeit Boden	λ	18599-2	2,00	W/(m²K)	
Heizungsunterbrechung		GEG, §25			Mit Absenkung
Wärmebrückenzuschlag	**ΔU_w**		**0,015**	**W/(m²K)**	**mit Wärmebrückennachweis (erfolgt durch GU)**

3 Gesetzliche Anforderungen

3.1 Gebäudeenergiegesetz (GEG)

Das Gebäudeenergiegesetzt wurde am 13. August 2020 im Bundesgesetzblatt veröffentlicht und ist somit ab dem 1.11.2020 baurechtlich eingeführt. Es ist für Bauvorhaben, deren Bauantragsstellung ab diesem Zeitpunkt gestellt wird, verbindlich anzuwenden.

Zum 1. Januar 2023 wurde die am 28. Juli 2022 im Bundesgesetzblatt verkündete Änderung zum GEG eingeführt (GEG 2023). Die maßgeblichste Anpassung dieser Novellierung ist die Verschärfung des Anforderungswertes des Primärenergiebedarfs von Neubauten auf 55 Prozent des Referenzgebäudewertes. Des Weiteren gibt es Anpassungen hinsichtlich der Berücksichtigung von PV-Strom sowie für die Bewertung von Großwärmepumpen ab 500kW.

Mit der zweiten Novellierung zum 1. Januar 2024 (GEG 2024) wurde der Einsatz von erneuerbaren Energien beim Einbau neuer Heizungen zusätzlich verbindlich geregelt.

Weitere Anpassungen sowie ergänzende Informationen zum Gebäudeenergiegesetz finden Sie auf den Internetseiten des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie unter folgendem Link: https://www.bmwsb.bund.de/Webs/BMWSB/DE/themen/bauen/energieeffizientes-bauen-sanieren/gebaeudeenergiegesetz/gebaeudeenergiegesetz-artikel.html

Zur Erfüllung des Gebäudeenergiegesetzes sind grundsätzlich:

a) Der Jahres-Primärenergiebedarf für Heizung, Warmwasserbereitung, Lüftung, Kühlung und Beleuchtung ist einzuhalten, indem dieser Wert den 0,55-fachen für den Jahres-primärenergiebedarf des Referenzgebäude einhält oder unterschreitet.
b) Höchstwerte der mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten von Außenbauteilen.

Bauteilanforderungen nach GEG

Höchstwerte der mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten der wärmeübertragenden Umfassungsfläche (NWG)	**Zonen mit Raum-Solltemperaturen im Heizfall ≥ 19 °C**	**Zonen mit Raum-Solltemperaturen im Heizfall 12 bis < 19 °C**
Opake Außenbauteile	0,28 W/(m²*K)	0,50 W/(m²*K)
Transparente Außenbauteile	1,5 W/(m²*K)	2,8 W/(m²*K)
Vorhangfassade	1,5 W/(m²*K)	3,0 W/(m²*K)
Glasdächer, Lichtbänder, Lichtkuppeln	2,5 W/(m²*K)	3,1 W/(m²*K)
Bauteile gegen unbeheizte Räume und gegen das Erdreich werden mit einem Faktor von 0,5 multipliziert. Bei Bodenplatten an das Erdreich wird lediglich der 5-Meter-Rand der Gebäudeaußenkante berücksichtigt.		

3.2 Anforderungen Effizienzgebäude 40 (EG 40)

Das Gebäude wird als Neubau im Energiestandard EG 40 geplant.

Zur Erfüllung der Anforderungen an ein Effizienzgebäude 40 sind grundsätzlich:

a) Der Jahres-Primärenergiebedarf für Heizung, Warmwasserbereitung, Lüftung, Kühlung und Beleuchtung ist einzuhalten, indem dieser Wert den 0,4-fachen für den Jahres-primärenergiebedarf des Referenzgebäude einhält oder unterschreitet.
b) Höchstwerte der mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten von Außenbauteilen.

Bauteilanforderungen nach EG 40

Höchstwerte der mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten der wärmeübertragenden Umfassungsfläche (NWG)	**Zonen mit Raum-Solltemperaturen im Heizfall ≥ 19 °C**	**Zonen mit Raum-Solltemperaturen im Heizfall 12 bis < 19 °C**
Opake Außenbauteile	0,18 W/(m²*K)	0,24 W/(m²*K)
Transparente Außenbauteile	1,0 W/(m²*K)	1,3 W/(m²*K)
Vorhangfassade	1,0 W/(m²*K)	1,3 W/(m²*K)
Glasdächer, Lichtbänder, Lichtkuppeln	1,6 W/(m²*K)	2,0 W/(m²*K)

4 Zonierung

Das Gebäude wird entsprechend der Vorgaben nach DIN V 18599-1 wie folgt zoniert.

Zone	Bezeichnung	Nutzungsart (gemäß 18599-10)	A_{NGF} (m^2)	Nettorauminhalt (m^3)
1	Büro	Einzelbüro (1)	75	258
2	Gruppenräume	Klassenzimmer (Schulen) (8)	339	1149
3	Mensa	Kantine (12)	124	428
4	WC & Sanitär	WC und Sanitär (16)	215	729
5	Sonstiger Aufenthalt	Sonstige Aufenthaltsräume (17)	105	355
6	Nebenflächen	Nebenflächen (18)	229	780
7	Küchen – Vorbereitung, Lager	Küche – Vorbereitung, Lager (15)	53	181
8	Besprechung	Besprechung, Sitzung, Seminar (4)	37	126
9	Behandlungsräume	Untersuchungs- und Behandlungsräume (37)	50	171
10	Nebenflächen mit RLT	Nebenflächen (18)	613	2091
11	Gruppenräume mit Kühlung	Klassenzimmer (Schulen) (8)	375	1273
12	Küchen – Vorbereitung, Lager mit Kühlung	Küche – Vorbereitung, Lager (15)	9	32
13	Besprechung mit Kühlung	Besprechung, Sitzung, Seminar (4)	32	110

Hinweis: Kleine Zonen mit einem Anteil von bis zu 5 Prozent der Gesamtfläche des Gebäudes dürfen anderen Zonen mit gleichartiger technischer Konditionierung, doch abweichender Nutzung zugeschlagen werden, sofern sich die inneren Lasten der Zone nicht erheblich unterscheiden. Einzel- und Gruppenbüros können zusammengefasst werden.

Die genaue Zonierung kann Anlage 1 entnommen werden.

4.1 Sonstiges

Die Vorgaben zur Bauteilbemessung und zur Stoffauswahl wurden vom Architekten übernommen. Lediglich die zur Funktion in thermisch-bauphysikalischer Hinsicht notwendige Schichten und Abmessungen wurden von uns ergänzt.

Alle Bauteile sind so auszuführen, dass die Anforderungen des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2 eingehalten werden.

Die nach dem vorliegenden Verfahren ermittelten Energiekennwerte der Anlagentechnik sind nach DIN 18599-5 nicht zur Dimensionierung einzelner Komponenten geeignet!

4.2 Bauteile

Die Bauteilberechnungen für die Kindertagesstätte können der Anlage 2 entnommen werden.

5 Haustechnik

Die technische Gebäudeausrüstung wurden anhand des Erläuterungsberichts und Pläne von der HLS-Planung (28.09.26) und der ELT-Planung (28.09.26) umgesetzt.

5.1 Heizung

Technik Beheizung	**Bemerkung**
Übergabe: mittels Fußbodenheizung, Vorlauf 35°C und Rücklauf 28°C mit PI-Regler Verteilung: hydraulisch abgeglichen, Absenkung, mit Pumpenmanagement, Auslegung bedarfsgerecht, Druckregelung Δp = variabel, Netztyp Etagenverteilertyp Erzeugung: Luft-Wasser Wärmepumpe ohne elektrischer Nachheizung (monovalenter Betrieb) Pufferspeicher: Ja, 1000l	detaillierte Beschreibung in Anlage 3, Punkt 13

5.2 Trinkwarmwasser

Technik Trinkwarmwasser	**Bemerkung**
Dezentrale Warmwasserversorgung durch Durchlauferhitzer Pufferspeicher: Nein	detaillierte Beschreibung in Anlage 3, Punkt 13

5.3 Lüftung

Technik Lüftungssystem	**Bemerkung**
Zone 2-5, 7 und 10: Zu- und Abluftanlage mit Heiz- und Kühlfunktion mit mind. WRG 75%, mit zeit- und nutzungsabhängiger Steuerung des Volumenstroms	detaillierte Beschreibung in Anlage 3, Punkt 9

5.4 Kühlung

Technik Kühlung	**Bemerkung**
Alle Zonen: Erzeugung: Wärmepumpe (Kompressionskältemaschine, luftgekühlt) Nennkälteleistungszahl EER = 3,52 Kältemittel: R290	detaillierte Beschreibung in Anlage 3, Punkt 11

Übergabe: Bauteilaktivierung Kaltwasser 18/20 °C Zusätzlich bekommen Zone 11-13: Erzeugung: Multi-Split System Kältemittel: R-32 Übergabe: Deckenkassette	

5.5 Beleuchtung

Technik Beleuchtung	**Bemerkung**
LED-Leuchten mit elektronischen Vorschaltgerät, Beleuchtung direkt Zone 4: mit Präsenzmelder	detaillierte Beschreibung in Anlage 3, Punkt 10

5.6 Photovoltaik

Technik Photovoltaik	**Bemerkung**
Geplant sind 438m² der Dachfläche mit PV vorzusehen. - Südwest 15° Mit Batteriespeicher (keine Berücksichtigung im GEG-Nachweis)	detaillierte Beschreibung in Anlage 3, Punkt 14

6 Dichtheit von Gebäude

Gemäß §13 GEG ist ein Gebäude so zu errichten, dass die wärmeübertragende Umfassungsfläche inkl. Fugen dauerhaft luftundurchlässig ist. Um dies sicherzustellen, ist die Luftdichtheitsschicht sorgfältig zu planen, auszuschreiben und auszuführen.

Angesetzt wurde eine Dichtheitsprüfung nach Fertigstellung des Gebäudes. Die Grenzwerte für die volumen- bzw. flächenbezogenen **Luftwechselrate wurde mit $n_{50} \leq 1{,}0\ h^{-1}$** angesetzt und ist durch **eine Messung nachzuweisen.**

Zusätzlich empfehlen wir, schon während dem Bauprozess eine Luftdichtheitsmessung durchzuführen, um die Qualität der Ausführung sicherzustellen und zu gewährleisten.

7 Wärmebrücken

Durch ein stetig steigendes energetisches Anforderungsniveau an die Gebäudehülle wird der Einfluss der Wärmebrücken immer größer. Bei der Errichtung eines Gebäudes ist darauf zu achten, den Wärmebrückeneinflusses zu minimieren. Dadurch ergeben sich in der Gesamtbetrachtung der Bauteile auch geringere Dämmstoffstärken und ein geringer Einsatz von Energie.

Nach § 12 GEG ist der Einfluss der konstruktiven Wärmebrücken nach den anerkannten Regeln der Technik und unter Berücksichtigung von wirtschaftlich vertretbaren Maßnahmen so gering wie möglich zu halten. Als Handreichung bildet die DIN 4108 Beiblatt 2 eine Vielzahl von wärmebrückenarme Planungs- und Ausführungsbeispiele ab, die es bei der Planung zu berücksichtigen gilt.

Bei dem vorliegenden Projekt wurde ein detaillierter Wärmebrückenkorrekturwert für die Gebäudehülle von **$\Delta U_{WB} = 0{,}015\ W/(m^2*k)$** angesetzt. Dieser ist im Zuge der Ausführungsplanung nachzuweisen.

8 Sommerlicher Wärmeschutz

Nach dem GEG ist bei Neubauten für kritische Räume, die der Sonneneinstrahlung besonders ausgesetzt sind, ein Nachweis über den sommerlichen Wärmeschutz nach DIN 4108–2 zu führen. Ziel ist dabei die Begrenzung der solaren Wärmeeinträge. Die Anforderungen des sommerlichen Wärmeschutzes müssen auch bei Gebäuden mit Anlagen zur Kühlung geprüft und erfüllt werden.

Die in DIN 4108-2 genannten Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz sollen gewährleisten, dass bei Gebäuden mit Kühlung die erforderliche Kühlleistung minimiert wird und in Gebäuden ohne Kühlung keine unzumutbar hohen Innentemperaturen entstehen.

8.1 Sonneneintragskennwertverfahren

Der Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes wurde nach dem Standardverfahren der DIN 4109-2 geführt.

Raum	Ausrichtung	Quadrat-meter	g-Wert Fenster	Zusätzliche Maßnahmen
A0.02 Leitungsbüro	Nord-Ost	24,56 m²	Fenster: 58%	Außenliegender Sonnenschutz Fenster **+** Nachtauskühlung (n ≥ 2h^{-1})
A0.08 GR Gr. 1	Süd-West, Süd-Ost	45,95 m²	S-W-Fenster: 40% S-W-Tür: 40 % S-O-Fenster: 58%	Außenliegender Sonnenschutz Fenster **+** Nachtauskühlung (n ≥ 2h^{-1}) **+** Vordach 1,5m auskragend (Fc = 0,77)
A0.09 Heilpäd. Raum 2	Süd-West	24,29 m²	Fenster: 40% Tür: 40 %	Außenliegender Sonnenschutz Fenster **+** Nachtauskühlung (n ≥ 2h^{-1}) **+** Vordach 1,5m auskragend (Fc = 0,77)
B0.03 Multifunktions-raum	Nord-Ost	106,11 m²	Fenster: 40% Tür: 40 %	Nachtauskühlung (n ≥ 2h^{-1}) **+** Vordach 1,5m auskragend (Fc = 0,77)
B0.11 Mensa 2	Nord-Ost, Süd-Ost	58,96 m²	N-O-Fenster: 58% N-O-Tür: 58 % S-O-Fenster: 58% S-O-Tür: 58 %	Außenliegender Sonnenschutz Fenster **+** Nachtauskühlung (n ≥ 2h^{-1})

C0.05 DR Gr. 3	Süd-West	19,61 m²	Fenster: 40 % Tür: 40 %	Außenliegender Sonnenschutz Fenster + Innenliegender Sonnenschutz Tür (hell oder geringe Transparenz) + Nachtauskühlung ($n \geq 2h^{-1}$) + Vordach 1,5m auskragend (Fc = 0,77)
D0.10 NR Gr. 6	Nord-Ost	20,01 m²	Fenster: 58 % Tür: 58 %	Außenliegender Sonnenschutz Fenster + Nachtauskühlung ($n \geq 2h^{-1}$) + Vordach 1,5m auskragend (Fc = 0,77)
B1.02 NR Gr. 8	Süd-West	21,34 m²	Fenster: 40 % Tür: 40 %	Außenliegender Sonnenschutz Fenster + Innenliegender Sonnenschutz Tür (hell oder geringe Transparenz) + Nachtauskühlung ($n \geq 2h^{-1}$)
B1.08 Personal	Nord-West Nord-Ost	31,63 m²	Fenster: 58%	Außenliegender Sonnenschutz Fenster
B1.12 Stellv. Leitung	Süd-Ost	16,16 m²	Fenster: 58%	Außenliegender Sonnenschutz Fenster

Die genaue Berechnung und eine Übersicht ist Anlage 3 zu entnehmen.

9 Nachweis der Anforderungen GEG und EG40

9.1 Nachweis der thermischen Hülle (GEG)

Höchstwerte für Hüllflächengruppen nach GEG A3

		opake Bauteile [W/(m²K)]	Fenster [W/(m²K)]	Vorhangf. [W/(m²K)]	Oberl. [W/(m²K)]
U_{max}	Ti ≥ 19°C	0,28	1,50	1,50	2,50
U_{max}	Ti < 19°C	0,50	2,80	3,00	3,10
Zonen T_i ≥ 19°C		0,14	1,00		1,60

9.2 Nachweis des Primärenergiebedarfs (GEG)

Höchstwert des grundflächenbezogenen Jahres-Primärenergiebedarfs nach GEG ´20, § 18
zul $q_{P,REF}$ = 118,5 kWh/(m²a), aus der Referenzberechnung
zul q_P = 118,5 - 45% = 65,2 kWh/(m²a), geforderte Unterschreitung nach GEG §18 und GEG-Novelle 2023 / 2024
vorh q_P = 46.738 / 2255,4 = 20,7 kWh/(m²a)

vorh q_P = 20,7 ≤ 65,2 kWh/(m²a), **Grenzwert wird eingehalten**

9.3 Nachweis Einhaltung Effizienzgebäude 40 (EG40)

	Primärenergiebedarf		------ mittlere U-Werte ------				
		Q_P''	Opake	Fenster	Vorhf.	Oberl.	
		kWh/(m²a)	W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)	
Referenzberechnung	100 %	118,5					
erreicht Ti >= 19°C	17 %	20,7	0,14	1,00		1,60	
Effizienzgebäude 40	40 %	47,4	0,18	1,00	1,00	1,60	**OK**

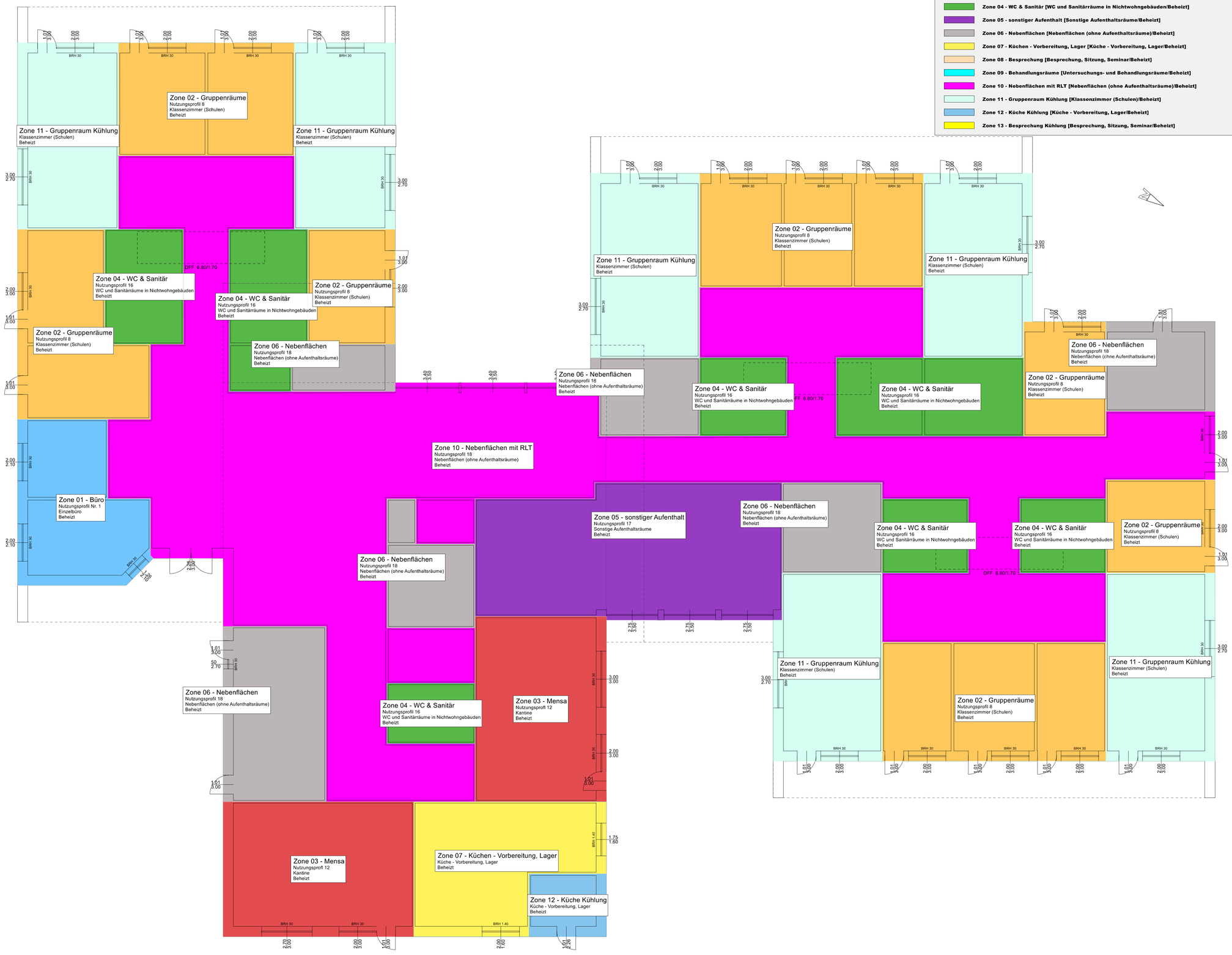
10 Schlussbemerkung und allgemeine Hinweise

Bitte beachten Sie, dass Auskünfte über Änderungen im Planungs- und Vergabeprozess gegenüber den beteiligten Planern für eine sauberen Projektablauf äußerst wichtig sind. Sollte sich die Notwendigkeit einer solchen Abstimmung ergeben, z.B. im Hinblick auf TGA und Architektur, bitten wir um Ihren schriftlichen Hinweis.

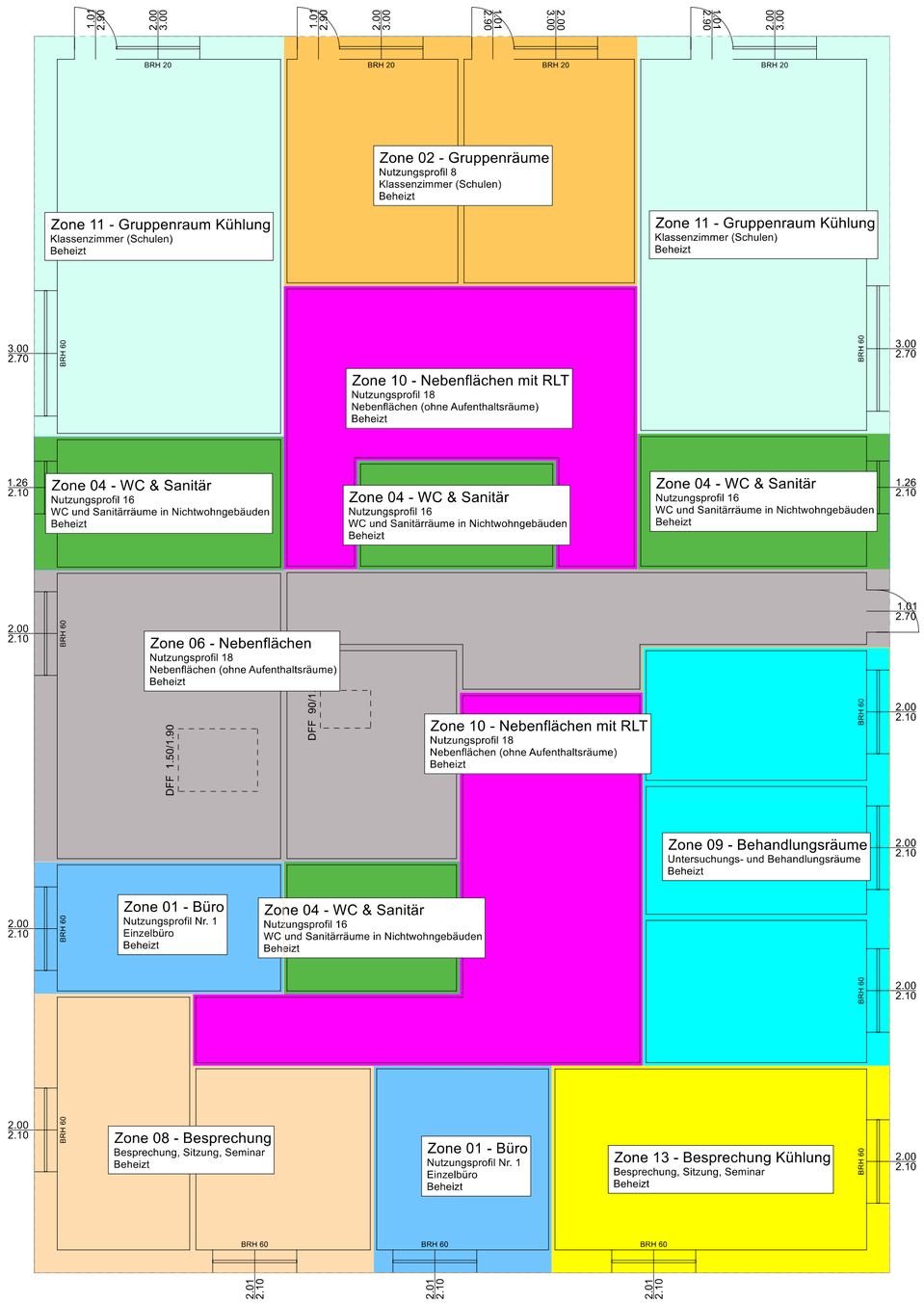
Anlage 1 – Zonierung

Zonierung nach DIN 18599 Gesamtgebäude

	Zone 01 - Büro [Einzelbüro/Beheizt]	75,00 m²
	Zone 02 - Gruppenräume [Klassenzimmer (Schulen)/Beheizt]	339,24 m²
	Zone 03 - Mensa [Kantine/Beheizt]	124,22 m²
	Zone 04 - WC & Sanitär [WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäuden/Beheizt]	214,95 m²
	Zone 05 - sonstiger Aufenthalt [Sonstige Aufenthaltsräume/Beheizt]	104,69 m²
	Zone 06 - Nebenflächen [Nebenflächen (ohne Aufenthaltsräume)/Beheizt]	228,74 m²
	Zone 07 - Küchen - Vorbereitung, Lager [Küche - Vorbereitung, Lager/Beheizt]	52,55 m²
	Zone 08 - Besprechung [Besprechung, Sitzung, Seminar/Beheizt]	36,74 m²
	Zone 09 - Behandlungsräume [Untersuchungs- und Behandlungsräume/Beheizt]	49,71 m²
	Zone 10 - Nebenflächen mit RLT [Nebenflächen (ohne Aufenthaltsräume)/Beheizt]	612,90 m²
	Zone 11 - Gruppenraum Kühlung [Klassenzimmer (Schulen)/Beheizt]	375,38 m²
	Zone 12 - Küche Kühlung [Küche - Vorbereitung, Lager/Beheizt]	9,32 m²
	Zone 13 - Besprechung Kühlung [Besprechung, Sitzung, Seminar/Beheizt]	31,98 m²



BAUVORHABEN	Neubau KiTa Hibernia Canisiusstraße 45665 Recklinghausen
BAUHERR	Stadt Recklinghausen, FB - 18 Gebäudewirtschaft Stadthaus A, Rathausplatz 3-4 45657 Recklinghausen
PLANUNG	ahw Ingenieure GmbH Gildenstraße 2b 48157 Münster t +49 251 1413-0 info@ahw-ing.com www.ahw-ing.com
MAßSTAB	1:100
BEARBEITET	BRE
GEZEICHNET	AWO
DATUM	07.10.2024
FORMATIERT	AT
PLANINHALT	Zonierung nach DIN 18599, Erdgeschoss
PLANNUMMER	EPT-XFG-001



Zonierung nach DIN 18599 Gesamtgebäude

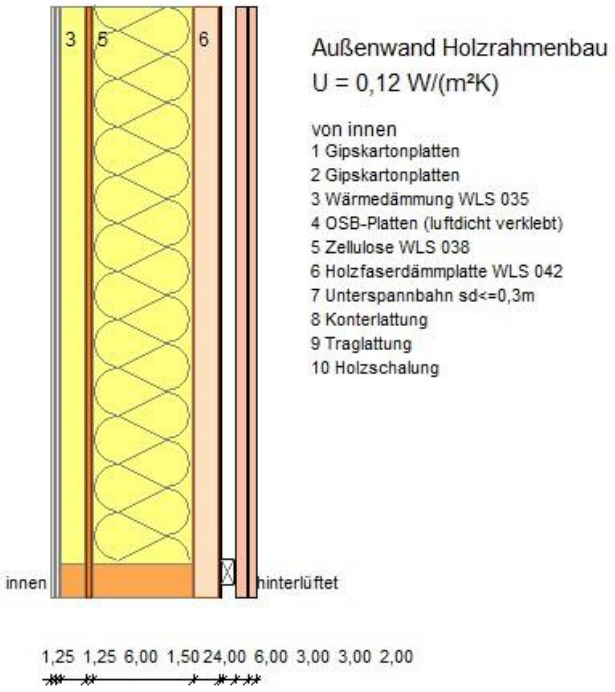
	Zone 01 - Büro [Einzelbüro/Beheizt]	75,00 m²
	Zone 02 - Gruppenräume [Klassenzimmer (Schulen)/Beheizt]	339,24 m²
	Zone 03 - Mensa [Kantine/Beheizt]	124,22 m²
	Zone 04 - WC & Sanitär [WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäuden/Beheizt]	214,95 m²
	Zone 05 - sonstiger Aufenthalt [Sonstige Aufenthaltsräume/Beheizt]	104,69 m²
	Zone 06 - Nebenflächen [Nebenflächen (ohne Aufenthaltsräume)/Beheizt]	228,74 m²
	Zone 07 - Küchen - Vorbereitung, Lager [Küche - Vorbereitung, Lager/Beheizt]	52,55 m²
	Zone 08 - Besprechung [Besprechung, Sitzung, Seminar/Beheizt]	36,74 m²
	Zone 09 - Behandlungsräume [Untersuchungs- und Behandlungsräume/Beheizt]	49,71 m²
	Zone 10 - Nebenflächen mit RLT [Nebenflächen (ohne Aufenthaltsräume)/Beheizt]	612,90 m²
	Zone 11 - Gruppenraum Kühlung [Klassenzimmer (Schulen)/Beheizt]	375,38 m²
	Zone 12 - Küche Kühlung [Küche - Vorbereitung, Lager/Beheizt]	9,32 m²
	Zone 13 - Besprechung Kühlung [Besprechung, Sitzung, Seminar/Beheizt]	31,98 m²

BAUVORHABEN	Neubau KiTa Hibernia Canisiusstraße 45665 Recklinghausen		
BAUHERR	Stadt Recklinghausen, FB - 18 Gebäudewirtschaft Stadthaus A, Rathausplatz 3-4 45657 Recklinghausen		
PLANUNG	ahw Ingenieure GmbH Gildenstraße 2h 48157 Münster +49 251 14134-0 muenster@ahw-ing.com www.ahw-ing.com	MASSSTAB	1:100
		BEARBEITER	BHE
		GEZEICHNET	AYO
		DATUM	07.10.2024
PLANBEZEICHNUNG	Zonierung nach DIN 18599, Obergeschoss	PLANGROESSE	A2
		PLAN-NR.	BPF-WS-002

Anlage 2 – Bauteile

Außenwand (AW1)

Holzrahmenbauweise mit Vorhangfassade.



Bauteiltyp "Außenwand hinterlüftet" (4)
mit den Wärmeübergangswiderständen R_{si} = 0,13 und R_{se} = 0,13 m²K/W

Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m³	kg/m²	λ W/(mK)	R m²K/W
R_{si}					0,13
01 Gipskartonplatten	1,25	800	10,0	0,250	0,05
02 Gipskartonplatten	1,25	800	10,0	0,250	0,05
03 Wärmedämmung WLS 035	6,00	20	1,2	0,036	1,67
04 OSB-Platten (luftdicht verklebt)	1,50	600	9,0	0,130	0,12
05 Zellulose WLS 038	24,00	20	4,8	0,039	6,15
06 Holzfaserdämmplatte WLS 042	6,00	230	13,8	0,042	1,43
07 Unterspannbahn sd<=0,3m	0,04	-	0,1	0,170	0,00
08 Konterlattung	3,00	-	-	-	-
09 Traglattung	3,00	-	2,0	-	-
10 Holzschalung	2,00	500	10,0	-	-
R_{se}					0,13
	d = 48,04		G = 60,9		R_T = 9,73

U_{Gefach} = 0,10 W/(m²K)

Rahmenbereich

Rahmenbreite	Achsabstand		zusammengesetztes Bauteil
8,0 cm	62,5 cm	12,8 %	77,4 kg/m²

Rahmenanteil von innen	s cm	ρ kg/m³	kg/m²	λ W/(mK)	R m²K/W
R_{si}					0,13
01 Gipskartonplatten	1,25	800	10,0	0,250	0,05
02 Gipskartonplatten	1,25	800	10,0	0,250	0,05
03 Lattung	6,00	450	27,0	0,120	0,50
04 OSB-Platten (luftdicht verklebt)	1,50	600	9,0	0,130	0,12
05 KVH	24,00	450	108,0	0,120	2,00
06 Holzfaserdämmplatte WLS 042	6,00	230	13,8	0,042	1,43
07 Unterspannbahn sd<=0,3m	0,04	-	0,1	0,170	0,00
08 Konterlattung	3,00	-	-	-	-
09 Traglattung	3,00	-	2,0	-	-
10 Holzschalung	2,00	500	10,0	-	-
R_{se}					0,13
	48,04		189,9	R_T =	4,41

$U_{(R)}$ = 0,23 W/(m²K)

R'_T = 1 / (87,20% * 1/9,727 + 12,80% * 1/4,406) = 8,42 m²K/W
R''_T = 0,13 + 1/(0,872/0,050+0,128/0,050) + 1/(0,872/0,050+0,128/0,050) + 1/(0,872/1,667+0,128/0,500) + 1/(0,872/0,115+0,128/0,115) + 1/(0,872/6,154+0,128/2,000) + 1/(0,872/1,429+0,128/1,429) + 1/(0,872/0,002+0,128/0,002) + 0,13 = 8,05 m²K/W
R_T = (R'_T + R''_T)/2 = 8,24 m²K/W (maximaler Fehler = R'_T - R''_T / 2 * R_T = 2 %)

U = 1 / R_T = 0,121 W/(m²K)

.....

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient U = **0,12 W/(m²K)** (ohne Korrekturen)

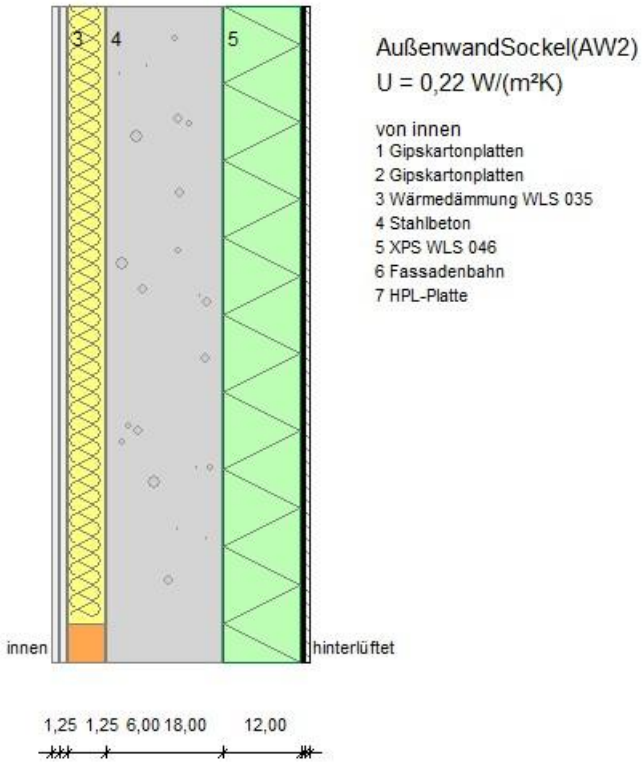
.....

Rechnerischer Nachweis des Tauwasserausfalls

Ein rechnerischer Nachweis nach DIN 4108-3:2024 ist nicht erforderlich, weil eine nachweisfreie Konstruktion vorliegt.

Außenwände in Holzbauart mit beidseitig bekleideten oder beplankten Wänden mit vorgehängten Außenwandbekleidungen. Raumseitige diffusionshemmende Schicht $s_{d,i}$ >= 2,0 m, außenseitige diffusionsoffene Schicht $s_{d,e}$ <= 0,3 m oder Holzfaserdämmplatte nach DIN EN 13171. Dies gilt auch für nicht belüftete Außenwandbekleidungen aus kleinformatigen Elementen, wenn auf der äußeren Beplankung eine zusätzliche wasserableitende Schicht mit $s_{d,e}$ <= 0,3 m aufgebracht ist.

Außenwand Sockelbereich (AW2)



Bauteiltyp "Außenwand" (3)
mit den Wärmeübergangswiderständen R_{si} = 0,13 und R_{se} = 0,13 m²K/W

.....

Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m³	kg/m²	λ W/(mK)	R m²K/W
R_{si}					0,13
01 Gipskartonplatten	1,25	800	10,0	0,250	0,05
02 Gipskartonplatten	1,25	800	10,0	0,250	0,05
03 Wärmedämmung WLS 035	6,00	20	1,2	0,036	1,67
04 Stahlbeton	18,00	2400	432,0	2,500	0,07
05 XPS WLS 046	12,00	25	3,0	0,046	2,61
06 Fassadenbahn	0,04	-	0,1	0,170	0,00
07 HPL-Platte	0,80	1650	13,2	0,600	0,01
R_{se}					0,13
	d = 39,34		G = 469,5		R_T = 4,72

U_{Gefach} = 0,21 W/(m²K)

Rahmenbereich

Rahmenbreite	Achsabstand		zusammengesetztes Bauteil
6,0 cm	62,5 cm	9,6 %	472,0 kg/m²

	Rahmenanteil von innen	s cm	ρ kg/m³	kg/m²	λ W/(mK)	R m²K/W
	R_{si}					0,13
01	Gipskartonplatten	1,25	800	10,0	0,250	0,05
02	Gipskartonplatten	1,25	800	10,0	0,250	0,05
03	Lattung	6,00	450	27,0	0,120	0,50
04	Stahlbeton	18,00	2400	432,0	2,500	0,07
05	XPS WLS 046	12,00	25	3,0	0,046	2,61
06	Fassadenbahn	0,04	-	0,1	0,170	0,00
07	HPL-Platte	0,80	1650	13,2	0,600	0,01
	R_{se}					0,13
		39,34		495,3	R_T =	3,56

$U_{(R)}$ = 0,28 W/(m²K)

R'_T = 1 / (90,40% * 1/4,723 + 9,60% * 1/3,556) = 4,58 m²K/W
R''_T = 0,13 + 1/(0,904/0,050+0,096/0,050) + 1/(0,904/0,050+0,096/0,050) + 1/(0,904/1,667+0,096/0,500) + 1/(0,904/0,072+0,096/0,072) + 1/(0,904/2,609+0,096/2,609) + 1/(0,904/0,016+0,096/0,016) + 0,13 = 4,42 m²K/W
R_T = (R'_T + R''_T)/2 = 4,50 m²K/W (maximaler Fehler = R'_T - R''_T / 2 * R_T = 2 %)

U = 1 / R_T = 0,222 W/(m²K)

.....

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient U = **0,22 W/(m²K)** (ohne Korrekturen)

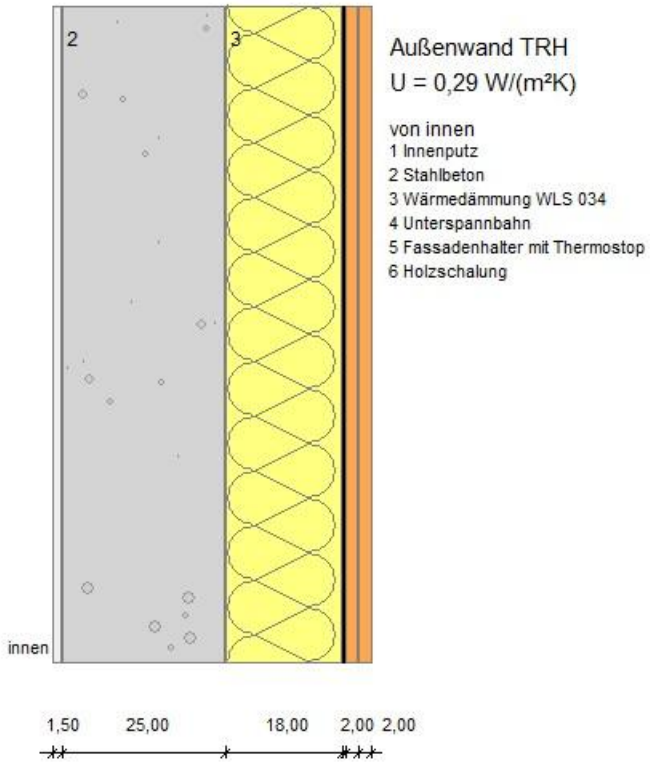
.....

Rechnerischer Nachweis des Tauwasserausfalls

Ein rechnerischer Nachweis nach DIN 4108-3:2024 ist nicht erforderlich, weil eine nachweisfreie Konstruktion vorliegt.

Ein- und zweischaliges Mauerwerk mit Innenputz und Außendämmung nach DIN 4108-10 oder wasserabweisendem Wärmedämmputz nach Tabelle 4 bzw. bauaufsichtlicher Zulassung

Außenwand Treppenhaus (AW3)



Bauteiltyp "Außenwand" (3)
mit den Wärmeübergangswiderständen R_{si} = 0,13 und R_{se} = 0,04 m²K/W

.....

Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m³	kg/m²	λ W/(mK)	R m²K/W
R_{si}					0,13
01 Innenputz	1,50	900	13,5	0,300	0,05
02 Stahlbeton	25,00	2400	600,0	2,500	0,10
03 Wärmedämmung WLS 034	18,00	20	3,6	0,035	5,14
04 Unterspannbahn	0,03	-	0,2	-	-
05 Fassadenhalter mit Thermostop	2,00	450	9,0	0,120	0,17
06 Holzschalung	2,00	450	9,0	0,120	0,17
R_{se}					0,04
	d = 48,54	G =	635,3	R_T =	5,80

.....

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient U_c = 0,173 + 0,120 = **0,29 W/(m²K)**

0,120 Befestigungsmittel - Aluminium mit Thermostop

U-Wert Gesamtkorrektur = 70%

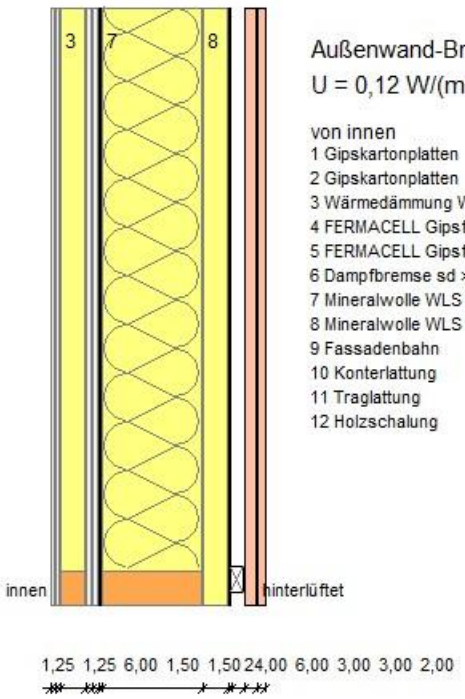
.....

Rechnerischer Nachweis des Tauwasserausfalls

Ein rechnerischer Nachweis nach DIN 4108-3:2024 ist nicht erforderlich, weil eine nachweisfreie Konstruktion vorliegt.

Ein- und zweischaliges Mauerwerk mit Innenputz und Außenwandekleidungen nach DIN 18515 bei einem Fugenanteil von mindestens 5 %

Außenwand Brandschutz-Treppe (AW4)



Außenwand-Brandschutz-Treppe
U = 0,12 W/(m²K)

von innen
1 Gipskartonplatten
2 Gipskartonplatten
3 Wärmedämmung WLS 035
4 FERMACELL Gipsfaserplatte 15 mm
5 FERMACELL Gipsfaserplatte 15 mm
6 Dampfbremse sd >=2m
7 Mineralwolle WLS 040
8 Mineralwolle WLS 040
9 Fassadenbahn
10 Konterlattung
11 Traglattung
12 Holzschalung

Bauteiltyp "Außenwand hinterlüftet" (4)
mit den Wärmeübergangswiderständen R_{si} = 0,13 und R_{se} = 0,13 m²K/W

.....

Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m³	kg/m²	λ W/(mK)	R m²K/W
R_{si}					0,13
01 Gipskartonplatten	1,25	800	10,0	0,250	0,05
02 Gipskartonplatten	1,25	800	10,0	0,250	0,05
03 Wärmedämmung WLS 035	6,00	20	1,2	0,036	1,67
04 FERMACELL Gipsfaserplatte 15 mm	1,50	1150	17,3	0,320	0,05
05 FERMACELL Gipsfaserplatte 15 mm	1,50	1150	17,3	0,320	0,05
06 Dampfbremse sd >=2m	0,03	-	-	-	-
07 Mineralwolle WLS 040	24,00	20	4,8	0,041	5,85
08 Mineralwolle WLS 040	6,00	20	1,2	0,041	1,46
09 Fassadenbahn	0,04	-	0,1	0,170	0,00
10 Konterlattung	3,00	-	-	-	-
11 Traglattung	3,00	-	2,0	-	-
12 Holzschalung	2,00	500	10,0	-	-
R_{se}					0,13
	d = 49,57		G = 73,8		R_T = 9,44

U_{Gefach} = 0,11 W/(m²K)

Rahmenbereich

Rahmenbreite	Achsabstand		zusammengesetztes Bauteil
8,0 cm	62,5 cm	12,8 %	90,3 kg/m²

Rahmenanteil von innen	s cm	ρ kg/m³	kg/m²	λ W/(mK)	R m²K/W

R_{si}					0,13
01 Gipskartonplatten	1,25	800	10,0	0,250	0,05
02 Gipskartonplatten	1,25	800	10,0	0,250	0,05
03 Lattung	6,00	450	27,0	0,120	0,50
04 FERMACELL Gipsfaserplatte 15 mm	1,50	1150	17,3	0,320	0,05
05 FERMACELL Gipsfaserplatte 15 mm	1,50	1150	17,3	0,320	0,05
06 Dampfbremse sd >=2m	0,03	-	-	-	-
07 KVH	24,00	450	108,0	0,120	2,00
08 Mineralwolle WLS 040	6,00	20	1,2	0,041	1,46
09 Fassadenbahn	0,04	-	0,1	0,170	0,00
10 Konterlattung	3,00	-	-	-	-
11 Traglattung	3,00	-	2,0	-	-
12 Holzschalung	2,00	500	10,0	-	-
R_{se}					0,13
	49,57		202,8	R_T =	4,42

$U_{(R)}$ = 0,23 W/(m²K)

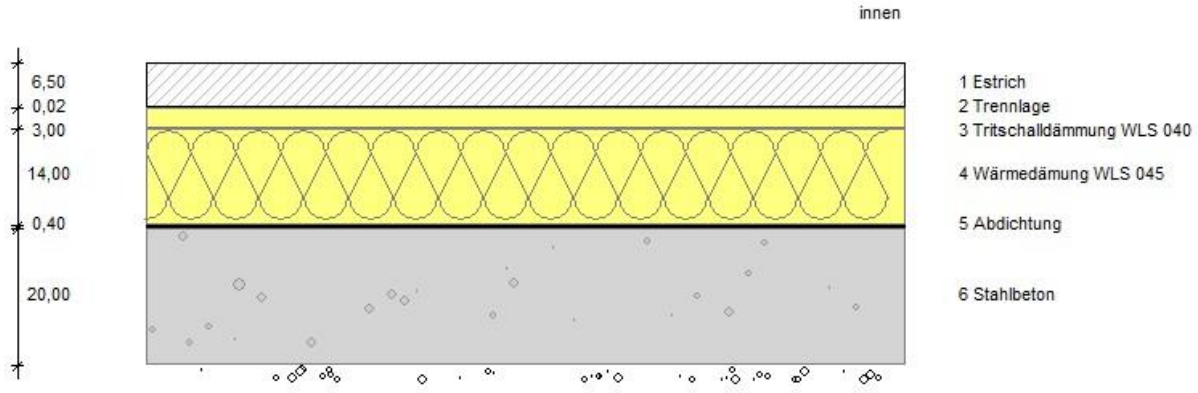
R'_T = 1 / (87,20% * 1/9,440 + 12,80% * 1/4,420) = 8,24 m²K/W
R''_T = 0,13 + 1/(0,872/0,050+0,128/0,050) + 1/(0,872/0,050+0,128/0,050) + 1/(0,872/1,667+0,128/0,500) + 1/(0,872/0,047+0,128/0,047) + 1/(0,872/0,047+0,128/0,047) + 1/(0,872/5,854+0,128/2,000) + 1/(0,872/1,463+0,128/1,463) + 1/(0,872/0,002+0,128/0,002) + 0,13 = 7,90 m²K/W
R_T = (R'_T + R''_T)/2 = 8,07 m²K/W (maximaler Fehler = R'_T - R''_T / 2 * R_T = 2 %)

U = 1 / R_T = 0,124 W/(m²K)

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient U = **0,12 W/(m²K)** (ohne Korrekturen)

Bodenplatte (So1)



Sohle
U = 0,24 W/(m²K)

Bauteiltyp "Fußboden gegen Erdreich" (9)
mit den Wärmeübergangswiderständen R_{si} = 0,17 und R_{se} = 0,00 m²K/W

.....

Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m³	kg/m²	λ W/(mK)	R m²K/W
R_{si}					0,17
01 Estrich	6,50	2000	130,0	1,400	0,05
02 Trennlage	0,02	1000	0,2	-	-
03 Tritschalldämmung WLS 040	3,00	90	2,7	0,040	0,75
04 Wärmedämung WLS 045	14,00	20	2,8	0,045	3,11
05 Abdichtung	0,40	1100	4,4	0,230	0,02
06 Stahlbeton	20,00	2400	480,0	2,500	0,08
R_{se}					0,00
d =	43,92	G =	620,1	R_T =	4,17

.....

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient U = **0,24 W/(m²K)** (ohne Korrekturen)

.....

Wärmetransfer über das Erdreich (EN ISO 13370:2018)

Bodenplatte auf Erdreich (2)

⇒ anstehendes Erdreich Sand oder Kies, λ_g = 2,00 W/(mK)
⇒ Bodenplatte mit A = 2129,9 m², P = 272,5 m, Bodenplattenmaß B´ = 15,63 m
Durchgangswiderstand $R_{f,sog}$ = 4,17 m²K/W
⇒ aufgehende Wand, Wanddicke $d_{w,e}$ = 0,47 m
ohne Randdämmung

---

wirksame Gesamtdicke (Bpl + Erdreich) d_f 8,820 m (Gl.3)
effektiver Wärmedurchgangskoeffizient der Bodenplatte $U_{fg,sog}$ 0,130 W/(m²K) (Gl. 4/5)

stationäre Wärmeübertragung über das Erdreich $H_g = A * U_{fg,sog}$ = **276,9 W/K** (Gl.1)

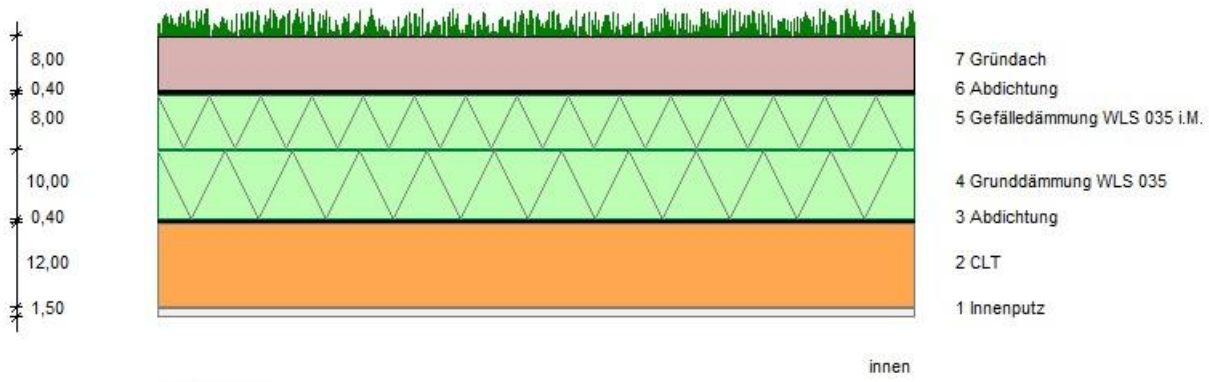
.....

Rechnerischer Nachweis des Tauwasserausfalls

Ein rechnerischer Nachweis nach DIN 4108-3:2024 ist nicht erforderlich, weil eine nachweisfreie Konstruktion vorliegt.

Bodenpaltte mit raumseitiger Dämmung nach DIN 18533, s_d-Wert der Schichten raumseitig der Wärmedämmung >= 20 m.

Flachdach (FD1)



Flachdach
U = 0,16 W/(m²K)

Bauteiltyp "Decke gegen die Außenluft" (1)
mit den Wärmeübergangswiderständen R_{si} = 0,10 und R_{se} = 0,04 m²K/W

.....

Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m³	kg/m²	λ W/(mK)	R m²K/W
R_{si}					0,10
01 Innenputz	1,50	900	13,5	0,300	0,05
02 CLT	12,00	450	54,0	0,120	1,00
03 Abdichtung	0,40	1100	4,4	0,230	0,02
04 Grunddämmung WLS 035	10,00	25	2,5	0,035	2,86
05 Gefälledämmung WLS 035 i.M.	8,00	25	2,0	0,035	2,29
06 Abdichtung	0,40	1100	4,4	0,230	0,02
07 Gründach	8,00	1000	80,0	-	-
R_{se}					0,04
	d = 40,30		G = 160,8		R_T = 6,37

.....

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient U = **0,16 W/(m²K)** (ohne Korrekturen)

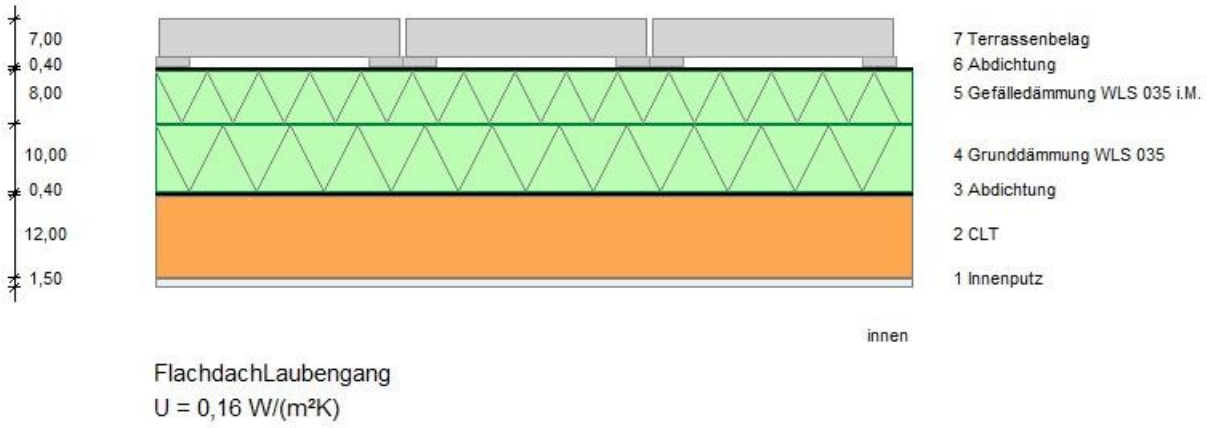
.....

Rechnerischer Nachweis des Tauwasserausfalls

Ein rechnerischer Nachweis nach DIN 4108-3:2024 ist nicht erforderlich, weil eine nachweisfreie Konstruktion vorliegt.

Bauteil Dachkontsruktion-Bild-13, mit den Schichten: Stahlbeton ~ Dampfsperre >100m ~ Dachdämmung ~ Dachdichtung ~ Dachbegrünung / Belag (Bild-13-2024.DWB)

Laubengang (FD2)



FlachdachLaubengang
U = 0,16 W/(m²K)

Bauteiltyp "Decke gegen die Außenluft" (1)
mit den Wärmeübergangswiderständen R_{si} = 0,10 und R_{se} = 0,04 m²K/W

.....

Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m³	kg/m²	λ W/(mK)	R m²K/W
R_{si}					0,10
01 Innenputz	1,50	900	13,5	0,300	0,05
02 CLT	12,00	450	54,0	0,120	1,00
03 Abdichtung	0,40	1100	4,4	0,230	0,02
04 Grunddämmung WLS 035	10,00	25	2,5	0,035	2,86
05 Gefälledämmung WLS 035 i.M.	8,00	25	2,0	0,035	2,29
06 Abdichtung	0,40	1100	4,4	0,230	0,02
07 Terrassenbelag	7,00	1550	108,5	-	-
R_{se}					0,04
	d = 39,30	G = 189,3			R_T = 6,37

.....

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient U = **0,16 W/(m²K)** (ohne Korrekturen)

.....

Rechnerischer Nachweis des Tauwasserausfalls

Ein rechnerischer Nachweis nach DIN 4108-3:2024 ist nicht erforderlich, weil eine nachweisfreie Konstruktion vorliegt.

Bauteil Dachkontsruktion-Bild-13, mit den Schichten: Stahlbeton ~ Dampfsperre >100m ~ Dachdämmung ~ Dachdichtung ~ Dachbegrünung / Belag (Bild-13-2024.DWB)

Fenster und Türen

Für die Berechnung werden obere Grenzwerte der Wärmedurchlasskoeffizienten U berücksichtigt. Diese Werte können nach DIN EN ISO 10071 „Berechnung des Wärmedurchgangkoeffizienten, vereinfachtes Verfahren“ und in Verbindung mit der DIN EN ISO 10072 „Numerisches Verfahren“ genauer durch den Fensterplaner ermittelt werden.

Außenfenster

Wärmedurchgangskoeffizient U_w = 1,0 W/(m²K) inkl. Rahmen, Verglasung, Randverbund und Paneel Flächen.

Fenstertüren

Wärmedurchgangskoeffizient U_w = 1,0 W/(m²K) inkl. Rahmen, Verglasung, Randverbund und Paneel Flächen.

Lichtkuppeln, Dachoberlichter, Dachausstiege

Wärmedurchgangskoeffizient U = 1,6 W/(m²K) inkl. Rahmen, Verglasung, Randverbund und Paneel Flächen.

Außentür, opak oder transparent

Wärmedurchgangskoeffizient U = 1,6 W/(m²K) inkl. Rahmen, Verglasung, Randverbund und Paneel Flächen.

Anlage 3 – sommerlicher Wärmeschutz

Sommerlicher Wärmeschutz DIN 4108-2:2013

Nachweis für Raum / Raumgruppe A0.02 Leitungsbüro
mit der Nettogrundfläche A_G = 24,56 = 24,56 m²

Ein rechnerischer Nachweis ist erforderlich

vorhandener Sonneneintragskennwert

	Fensterflächen	Orientierung / Neigung	A_w [m²]	g [%]	F_C	A_w*g*F_C
1	Fenster Süd-Ost	S-O 90°	4,22	58	0,25	0,61
2						
			4,2 m²			0,61

eingesetzte Sonnenschutzvorrichtungen: Fc = 0,25 Verglasung g > 0.4 zweifach + Jalousien / Raffstore, 45° Lamellenstellung

grundflächenbezogener Fensterflächenanteil = 4,22 / 24,56 = 0,17 (17%)

vorh. Sonneneintragskennwert $S_{vorh} = (\Sigma A_{w,i} * g_i * F_{c,i}) / A_G$ = 0,61 / 24,56 = **0,025**

zulässiger Sonneneintragskennwert

Klimaregion	B gemäßigt
Gebäudenutzung	Nichtwohngebäude
Bauart	leicht
Nachtlüftung	erhöht, $n \geq 2\ h^{-1}$
Sonneneintragskennwert S_1	+0,060
Korrekturen	
für Fensterflächenanteil	+0,010 (f_{WG} = 0,17)
für Sonnenschutzverglasung	-0,000
für geneigte Fenster	-0,000
für nordorientierte Fenster >60°	-0,000
für passive Kühlung	-
Sonneneintragskennwert S+	+0,010

S_{vorh} = 0,025 ≤ 0,070 = S_{zul} (= 0,060 +0,010) **Nachweis erbracht**

Sommerlicher Wärmeschutz DIN 4108-2:2013

Nachweis für Raum / Raumgruppe A0.08 Gruppenraum
mit der Nettogrundfläche A_G = 45,95 = 45,95 m²

Ein rechnerischer Nachweis ist erforderlich

vorhandener Sonneneintragskennwert

	Fensterflächen	Orientierung / Neigung		A_w [m²]	g [%]	F_C	A_w*g*F_C
1	Fenster Südost	S-O	90°	8,16	58	0,25	1,18
2	Fenster Südwest	S-W	90°	5,63	40	0,23	0,52
3	Tür Südwest	S-W	90°	3,40	40	0,77	1,05
4							
				17,2 m²			2,75

eingesetzte Sonnenschutzvorrichtungen: ~ Fc = 0,25 Verglasung g > 0.4 zweifach + Jalousien / Raffstore, 45° Lamellenstellung ~ Fc = 0,3 Sonnenschutzglas g <= 0.4 zweifach + Jalousien / Raffstore, 45° Lamellenstellung + Überhangwinkel Fc = 0,77 ~ ohne Sonnenschutzvorrichtung + Überhangwinkel Fc = 0,77

grundflächenbezogener Fensterflächenanteil = 17,19 / 45,95 = 0,37 (37%)

vorh. Sonneneintragskennwert $S_{vorh} = (\Sigma A_{w,i} * g_i * F_{c,i}) / A_G$ = 2,75 / 45,95 = **0,060**

zulässiger Sonneneintragskennwert

Klimaregion	B gemäßigt
Gebäudenutzung	Nichtwohngebäude
Bauart	leicht
Nachtlüftung	erhöht, $n \geq 2\ h^{-1}$
Sonneneintragskennwert S_1	+0,060
Korrekturen	
für Fensterflächenanteil	-0,013 (f_{WG} = 0,37)
für Sonnenschutzverglasung	+0,015
für geneigte Fenster	-0,000
für nordorientierte Fenster >60°	-0,000
für passive Kühlung	-
Sonneneintragskennwert S+	+0,002

S_{vorh} = 0,060 ≤ 0,062 = S_{zul} (= 0,060 +0,002) **Nachweis erbracht**

Sommerlicher Wärmeschutz DIN 4108-2:2013

Nachweis für Raum / Raumgruppe Heilpäd. Raum A0.09
mit der Nettogrundfläche A_G = 24,29 = 24,29 m²

Ein rechnerischer Nachweis ist erforderlich

vorhandener Sonneneintragskennwert

	Fensterflächen	Orientierung / Neigung		A_w [m²]	g [%]	F_C	A_w*g*F_C
1	Fenster Süd-West	S-W	90°	5,63	40	0,23	0,52
2	Tür Süd-West	S-W	90°	3,40	40	0,77	1,05
3							
				9,0 m²			1,57

eingesetzte Sonnenschutzvorrichtungen: ~ Fc = 0,3 Sonnenschutzglas g <= 0.4 zweifach + Jalousien / Raffstore, 45° Lamellenstellung, Vordach Fc = 0,77 ~ ohne Sonnenschutzvorrichtung, Vordach Fc = 0,77

grundflächenbezogener Fensterflächenanteil = 9,03 / 24,29 = 0,37 (37%)

vorh. Sonneneintragskennwert $S_{vorh} = (\Sigma A_{w,i} * g_i * F_{c,i}) / A_G$ = 1,57 / 24,29 = **0,065**

zulässiger Sonneneintragskennwert

Klimaregion	B gemäßigt
Gebäudenutzung	Nichtwohngebäude
Bauart	leicht
Nachtlüftung	erhöht, $n \geq 2\ h^{-1}$
Sonneneintragskennwert S_1	+0,060
Korrekturen	
für Fensterflächenanteil	-0,013 (f_{WG} = 0,37)
für Sonnenschutzverglasung	+0,030
für geneigte Fenster	-0,000
für nordorientierte Fenster >60°	-0,000
für passive Kühlung	-
Sonneneintragskennwert S+	+0,017

S_{vorh} = 0,065 ≤ 0,077 = S_{zul} (= 0,060 +0,017) **Nachweis erbracht**

Sommerlicher Wärmeschutz DIN 4108-2:2013

Nachweis für Raum / Raumgruppe Multifunktionsraum B0.03 kleiner Teilraum
mit der Nettogrundfläche A_G = 43,93 = 43,93 m²

Ein rechnerischer Nachweis ist erforderlich

vorhandener Sonneneintragskennwert

	Fensterflächen	Orientierung / Neigung	A_w [m²]	g [%]	F_C	A_w*g*F_C
1	Fenster Nord-Ost	N-O 90°	20,87	40	0,77	6,43
2						
			20,9 m²			6,43

eingesetzte Sonnenschutzvorrichtungen: ohne Sonnenschutzvorrichtung ~ ohne Sonnenschutzvorrichtung, Vordach Fc = 0,77

grundflächenbezogener Fensterflächenanteil = 20,87 / 43,93 = 0,48 (48%)

vorh. Sonneneintragskennwert $S_{vorh} = (\Sigma A_{w,i} * g_i * F_{c,i}) / A_G$ = 6,43 / 43,93 = **0,146**

zulässiger Sonneneintragskennwert

Klimaregion	B gemäßigt
Gebäudenutzung	Nichtwohngebäude
Bauart	leicht
Nachtlüftung	erhöht, $n \geq 2\ h^{-1}$
Sonneneintragskennwert S_1	+0,060
Korrekturen	
für Fensterflächenanteil	-0,025 (f_{WG} = 0,48)
für Sonnenschutzverglasung	+0,030
für geneigte Fenster	-0,000
für nordorientierte Fenster >60°	+0,100
für passive Kühlung	-
Sonneneintragskennwert S+	+0,105

S_{vorh} = 0,146 ≤ 0,165 = S_{zul} (= 0,060 +0,105) **Nachweis erbracht**

Sommerlicher Wärmeschutz DIN 4108-2:2013

Nachweis für Raum / Raumgruppe B0.11 Mensa
mit der Nettogrundfläche A_G = 58,96 = 58,96 m²

Ein rechnerischer Nachweis ist erforderlich

vorhandener Sonneneintragskennwert

	Fensterflächen	Orientierung	/ Neigung	A_w [m²]	g [%]	F_C	A_w*g*F_C
1	Fenster Nord-Ost	N-O	90°	9,30	58	0,25	1,35
2	Tür Nord-Ost	N-O	90°	3,78	58	1,00	2,19
3	Fenster Süd-Ost	S-O	90°	3,00	58	0,25	0,43
4	Tür Süd-Ost	S-O	90°	3,00	58	1,00	1,74
5							
				19,1 m²			5,72

eingesetzte Sonnenschutzvorrichtungen: Fc = 0,25 Verglasung g > 0.4 zweifach + Jalousien / Raffstore, 45° Lamellenstellung ~ ohne Sonnenschutzvorrichtung

grundflächenbezogener Fensterflächenanteil = 19,08 / 58,96 = 0,32 (32%)

vorh. Sonneneintragskennwert $S_{vorh} = (\Sigma A_{w,i} * g_i * F_{c,i}) / A_G$ = 5,72 / 58,96 = **0,097**

zulässiger Sonneneintragskennwert

Klimaregion	B gemäßigt
Gebäudenutzung	Nichtwohngebäude
Bauart	leicht
Nachtlüftung	erhöht, $n \geq 2\ h^{-1}$
Sonneneintragskennwert S_1	+0,060
Korrekturen	
für Fensterflächenanteil	-0,007 (f_{WG} = 0,32)
für Sonnenschutzverglasung	-0,000
für geneigte Fenster	-0,000
für nordorientierte Fenster >60°	+0,069
für passive Kühlung	-
Sonneneintragskennwert S+	+0,062

S_{vorh} = 0,097 ≤ 0,122 = S_{zul} (= 0,060 +0,062) **Nachweis erbracht**

Sommerlicher Wärmeschutz DIN 4108-2:2013

Nachweis für Raum / Raumgruppe EG-C0.05 NR
mit der Nettogrundfläche A_G = 19,61 = 19,61 m²

Ein rechnerischer Nachweis ist erforderlich

vorhandener Sonneneintragskennwert

Fensterflächen	Orientierung / Neigung	A_w [m²]	g [%]	F_C	A_w*g*F_C
1 Fenster Südwest	S-W 90°	5,63	40	0,15	0,34
2 Tür Südwest	S-W 90°	3,40	40	0,58	0,79
3					
		9,0 m²			1,13

eingesetzte Sonnenschutzvorrichtungen: ~ Fc = 0,2 Sonnenschutzglas g <= 0.4 zweifach + Jalousien / Raffstore, 10° Lamellenstellung, Vordach Fc = 0,77 ~ Fc = 0,75 Sonnenschutzglas g <= 0.4 zweifach + Sonnenschutz innenliegend, hell, Transparenz < 15%, Vordach Fc = 0,77

grundflächenbezogener Fensterflächenanteil = 9,03 / 19,61 = 0,46 (46%)

vorh. Sonneneintragskennwert $S_{vorh} = (\Sigma A_{w,i} * g_i * F_{c,i}) / A_G$ = 1,13 / 19,61 = **0,058**

zulässiger Sonneneintragskennwert

Klimaregion	B gemäßigt
Gebäudenutzung	Nichtwohngebäude
Bauart	leicht
Nachtlüftung	erhöht, $n \geq 2\ h^{-1}$
Sonneneintragskennwert S_1	+0,060
Korrekturen	
für Fensterflächenanteil	-0,023 (f_{WG} = 0,46)
für Sonnenschutzverglasung	+0,030
für geneigte Fenster	-0,000
für nordorientierte Fenster >60°	-0,000
für passive Kühlung	-
Sonneneintragskennwert S+	+0,007

S_{vorh} = 0,058 ≤ 0,067 = S_{zul} (= 0,060 +0,007) **Nachweis erbracht**

Sommerlicher Wärmeschutz DIN 4108-2:2013

Nachweis für Raum / Raumgruppe D0.10 NR Nr. 6
mit der Nettogrundfläche A_G = 20,01 = 20,01 m²

Ein rechnerischer Nachweis ist erforderlich

vorhandener Sonneneintragskennwert

	Fensterflächen	Orientierung	/ Neigung	A_w [m²]	g [%]	F_C	A_w*g*F_C
1	Fester Nord-Ost	N-O	90°	5,63	58	0,19	0,62
2	Fenstertür Nord-Ost	N-O	90°	3,40	58	0,77	1,52
3							
				9,0 m²			2,14

eingesetzte Sonnenschutzvorrichtungen: Außenliegender Sonnenschutz, drehbare, hinterlüftete Lamellen Fc = 0,25 ~ Außenliegender Sonnenschutz, Rolläden oder Fensterläden Fc = 0,30 ~ Fc = 0,25 Verglasung g > 0.4 zweifach + Jalousien / Raffstore, 45° Lamellenstellung ~ ohne Sonnenschutzvorrichtung ~ Fc = 0,25 Verglasung g > 0.4 zweifach + Jalousien / Raffstore, 45° Lamellenstellung, Vordach Fc = 0, ~ Fc = 0,25 Verglasung g > 0.4 zweifach + Jalousien / Raffstore, 45° Lamellenstellung, Vordach Fc = 0,77 ~ ohne Sonnenschutzvorrichtung, Vordach Fc = 0,77

grundflächenbezogener Fensterflächenanteil = 9,03 / 20,01 = 0,45 (45%)

vorh. Sonneneintragskennwert $S_{vorh} = (\Sigma A_{w,i} * g_i * F_{c,i}) / A_G$ = 2,14 / 20,01 = **0,107**

zulässiger Sonneneintragskennwert

Klimaregion	B gemäßigt
Gebäudenutzung	Nichtwohngebäude
Bauart	leicht
Nachtlüftung	erhöht, $n \geq 2\ h^{-1}$
Sonneneintragskennwert S_1	+0,060
Korrekturen	
für Fensterflächenanteil	-0,022 (f_{WG} = 0,45)
für Sonnenschutzverglasung	-0,000
für geneigte Fenster	-0,000
für nordorientierte Fenster >60°	+0,100
für passive Kühlung	-
Sonneneintragskennwert S+	+0,078

S_{vorh} = 0,107 ≤ 0,138 = S_{zul} (= 0,060 +0,078) **Nachweis erbracht**

Sommerlicher Wärmeschutz DIN 4108-2:2013

Nachweis für Raum / Raumgruppe B1.02 Nebenraum
mit der Nettogrundfläche A_G = 21,34 = 21,34 m²

Ein rechnerischer Nachweis ist erforderlich

vorhandener Sonneneintragskennwert

	Fensterflächen	Orientierung / Neigung		A_w [m²]	g [%]	F_C	A_w*g*F_C
1	Fenster Süd-West	S-W	90°	6,03	40	0,20	0,48
2	Tür Süd-West	S-W	90°	3,04	40	0,75	0,91
3							
				9,1 m²			1,39

eingesetzte Sonnenschutzvorrichtungen: Fc = 0,2 Sonnenschutzglas g <= 0.4 zweifach + Jalousien / Raffstore, 10° Lamellenstellung ~ ohne Sonnenschutzvorrichtung ~ Fc = 0,75 Sonnenschutzglas g <= 0.4 zweifach + Sonnenschutz innenliegend, hell, Transparenz < 15%

grundflächenbezogener Fensterflächenanteil = 9,07 / 21,34 = 0,43 (43%)

vorh. Sonneneintragskennwert $S_{vorh} = (\Sigma A_{w,i} * g_i * F_{c,i}) / A_G$ = 1,39 / 21,34 = **0,065**

zulässiger Sonneneintragskennwert

Klimaregion	B gemäßigt
Gebäudenutzung	Nichtwohngebäude
Bauart	leicht
Nachtlüftung	erhöht, $n \geq 2\ h^{-1}$
Sonneneintragskennwert S_1	+0,060
Korrekturen	
für Fensterflächenanteil	-0,019 (f_{WG} = 0,43)
für Sonnenschutzverglasung	+0,030
für geneigte Fenster	-0,000
für nordorientierte Fenster >60°	-0,000
für passive Kühlung	-
Sonneneintragskennwert S+	+0,011

S_{vorh} = 0,065 ≤ 0,071 = S_{zul} (= 0,060 +0,011) **Nachweis erbracht**

Sommerlicher Wärmeschutz DIN 4108-2:2013

Nachweis für Raum / Raumgruppe B1.08 Personal
mit der Nettogrundfläche A_G = 31,63 = 31,63 m²

Ein rechnerischer Nachweis ist erforderlich

vorhandener Sonneneintragskennwert

	Fensterflächen	Orientierung / Neigung		A_w [m²]	g [%]	F_C	A_w*g*F_C
1	Fenster Nord-Ost	N-O	90°	4,22	58	0,25	0,61
2	Fenster Nord-West	N-W	90°	4,22	58	0,25	0,61
3							
				8,4 m²			1,22

eingesetzte Sonnenschutzvorrichtungen: Fc = 0,25 Verglasung g > 0.4 zweifach + Jalousien / Raffstore, 45° Lamellenstellung

grundflächenbezogener Fensterflächenanteil = 8,44 / 31,63 = 0,27 (27%)

vorh. Sonneneintragskennwert $S_{vorh} = (\Sigma A_{w,i} * g_i * F_{c,i}) / A_G$ = 1,22 / 31,63 = **0,039**

zulässiger Sonneneintragskennwert

Klimaregion	B gemäßigt
Gebäudenutzung	Nichtwohngebäude
Bauart	leicht
Nachtlüftung	ohne
Sonneneintragskennwert S_1	+0,007
Korrekturen	
für Fensterflächenanteil	-0,001 (f_{WG} = 0,27)
für Sonnenschutzverglasung	-0,000
für geneigte Fenster	-0,000
für nordorientierte Fenster >60°	+0,100
für passive Kühlung	-
Sonneneintragskennwert S+	+0,099

S_{vorh} = 0,039 ≤ 0,106 = S_{zul} (= 0,007 +0,099) **Nachweis erbracht**

Sommerlicher Wärmeschutz DIN 4108-2:2013

Nachweis für Raum / Raumgruppe B1.12 Stellvertr. Leitung
mit der Nettogrundfläche A_G = 16,16 = 16,16 m²

Ein rechnerischer Nachweis ist erforderlich

vorhandener Sonneneintragskennwert

	Fensterflächen	Orientierung / Neigung	A_w [m²]	g [%]	F_C	A_w*g*F_C
1	Fenster Süd-Ost	S-O 90°	4,22	58	0,25	0,61
2						
			4,2 m²			0,61

eingesetzte Sonnenschutzvorrichtungen: Fc = 0,3 Sonnenschutzglas g <= 0.4 zweifach + Jalousien / Raffstore, 45° Lamellenstellung ~ Fc = 0,25 Verglasung g > 0.4 zweifach + Jalousien / Raffstore, 45° Lamellenstellung

grundflächenbezogener Fensterflächenanteil = 4,22 / 16,16 = 0,26 (26%)

vorh. Sonneneintragskennwert $S_{vorh} = (\Sigma A_{w,i} * g_i * F_{c,i}) / A_G$ = 0,61 / 16,16 = **0,038**

zulässiger Sonneneintragskennwert

Klimaregion	B gemäßigt
Gebäudenutzung	Nichtwohngebäude
Bauart	leicht
Nachtlüftung	erhöht, $n \geq 2\ h^{-1}$
Sonneneintragskennwert S_1	+0,060
Korrekturen	
für Fensterflächenanteil	+0,000 (f_{WG} = 0,26)
für Sonnenschutzverglasung	-0,000
für geneigte Fenster	-0,000
für nordorientierte Fenster >60°	-0,000
für passive Kühlung	-
Sonneneintragskennwert S+	+0,000

S_{vorh} = 0,038 ≤ 0,060 = S_{zul} (= 0,060 +0,000) **Nachweis erbracht**

Anlage 4 – genaue Berechnung

Energetische Bewertung von Gebäuden

Projekt: Wärmeschutz

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

.....

Gebäudeberechnung "261007-EG40"

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: 261007-EG40-Referenz.dwe

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

.....

1.0 Geplante Gebäudezonen (DIN V 18599-1)

Betrachtungsmonat Januar, ϑ_e = 1,0 °C

Zone	Typ	t_{nutz} d/a	ϑ_i °C	$\vartheta_{i,WE}$ °C	A_{NGF} m²	V_i m³
<1> Zone 01 - Büro	201 Einzelbüro	250	19,9	17,3	75	258
<2> Zone 02 - Gruppenräume	208 Klassenzimme	200	19,5	17,3	339	1149
<3> Zone 03 - Mensa	212 Kantine	250	19,5	17,4	124	428
<4> Zone 04 - WC & Sanitär	216 WC und Sanit	250	19,9	17,5	215	729
<5> Zone 05 - sonstiger Auf	217 Sonstige Auf	250	19,9	17,4	105	355
<6> Zone 06 - Nebenflächen	218 Nebenflächen	250	20,1	17,5	229	780
<7> Zone 07 - Küchen - Vorb	215 Küche - Vorb	250	20,1	17,6	53	181
<8> Zone 08 - Besprechung	204 Besprechung,	250	19,9	17,4	37	126
<9> Zone 09 - Behandlungsrä	237 Untersuchung	250	22,0	22,0	50	171
<10> Zone 10 - Nebenflächen	218 Nebenflächen	250	20,2	17,6	613	2091
<11> Zone 11 - Gruppenraum	208 Klassenzimme	200	19,5	17,3	375	1273
<12> Zone 12 - Küche Kühlun	215 Küche - Vorb	250	20,1	17,3	9	32
<13> Zone 13 - Besprechung	204 Besprechung,	250	19,9	17,3	32	110
					2.255	7.684

Gebäude, A_{NGF} = 2255,4 m², 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

2.0 Transmissionswärmetransfer (DIN V 18599-2)

Transferkoeffizienten H_T aus der Hüllflächentabelle nach DIN V 18599, T2
Begrenzung der U-Werte (Umax-Nachweis) GEG § 19

Hüllfläche	Zone	A m²	U W/(m²K)	F_x	Anmerkungen	H_T W/K
Bodenplatte GE						
Erdgeschoss EG						
EG Zone 01 - Büro						
FG H 120 13 5mSo1	1:0	20,4	0,24	L_s	56 31	2,6
FD H 121 13 FD1	1:0	52,5	0,16	1,00 F_D	56	8,2
FAW W 122 13 AW1	1:0	22,3	0,12	1,00 F_{AW}	56	2,7
FF W 018 13 Fe01	1:0	4,2	1,00	1,00 F_F	56 02	4,2
FF W 017 13 Fe01	1:0	4,2	1,00	1,00 F_F	56 02	4,2
Fbw W 124 13 AW1	1:0	1,4	0,12	1,00 F_{AW}	56	0,2
FG H 125 14 So1	1:0	32,1	0,24	L_s	56 74 31	4,2
FAW S 130 14 AW1	1:0	19,4	0,12	1,00 F_{AW}	56	2,3
FAW SO 131 14 AW1	1:0	4,2	0,12	1,00 F_{AW}	56	0,5
FF SO 001 14 Fe01	1:0	2,6	1,00	1,00 F_F	56 02	2,6
Fbw W 133 14 AW1	1:0	2,0	0,12	1,00 F_{AW}	56	0,2
Fbw S 134 14 AW1	1:0	2,9	0,12	1,00 F_{AW}	56	0,3
Fbw SO 135 14 AW1	1:0	1,0	0,12	1,00 F_{AW}	56	0,1
EG Zone 02 - Gruppenräum						
FG H 25 10 5mSo1	2:0	28,7	0,24	L_s	56 31	3,7
FD H 26 10 FD1	2:0	127,3	0,16	1,00 F_D	56	20,0
FAW W 27 10 AW1	2:0	24,0	0,12	1,00 F_{AW}	56	2,9
FAW W 012 10 Tür AT01	2:0	3,0	1,00	1,00 F_F	56 02	3,0
FF W 020 10 Fe01	2:0	6,0	1,00	1,00 F_F	56 02	6,0
FAW W 013 10 Tür AT01	2:0	3,0	1,00	1,00 F_F	56 02	3,0
Fbw W 30 10 AW1	2:0	1,9	0,22	1,00 F_{AW}	56	0,4
FG H 31 31 So1	2:0	23,9	0,24	L_s	56 74 31	3,1
FD H 32 31 FD2	2:0	204,8	0,16	1,00 F_D	56	32,2
FAW S 35 31 AW1	2:0	12,7	0,12	1,00 F_{AW}	56	1,5
FAW S 006 31 Tür AT01	2:0	3,0	1,00	1,00 F_F	56 02	3,0
FF S 010 31 Fe01	2:0	6,0	1,00	1,00 F_F	56 02	6,0
FAW S 004 31 Tür AT01	2:0	3,0	1,00	1,00 F_F	56 02	3,0
FF S 007 31 Fe01	2:0	6,0	1,00	1,00 F_F	56 02	6,0
FAW S 005 31 Tür AT01	2:0	3,0	1,00	1,00 F_F	56 02	3,0
FF S 009 31 Fe01	2:0	6,0	1,00	1,00 F_F	56 02	6,0
Fbw S 36 31 AW1	2:0	1,6	0,22	1,00 F_{AW}	56	0,3
FG H 37 37 So1	2:0	26,9	0,24	L_s	56 74 31	3,5
FAW N 43 37 AW1	2:0	30,7	0,12	1,00 F_{AW}	56	3,7
FF N 041 37 Fe01	2:0	6,0	1,00	1,00 F_F	56 02	6,0
FAW N 027 37 Tür AT01	2:0	3,0	1,00	1,00 F_F	56 02	3,0
FF N 033 37 Fe01	2:0	6,0	1,00	1,00 F_F	56 02	6,0
FAW N 020 37 Tür AT01	2:0	3,0	1,00	1,00 F_F	56 02	3,0
FF N 031 37 Fe01	2:0	6,0	1,00	1,00 F_F	56 02	6,0
FAW N 017 37 Tür AT01	2:0	3,0	1,00	1,00 F_F	56 02	3,0
FAW N 022 37 Tür AT01	2:0	3,0	1,00	1,00 F_F	56 02	3,0
FF N 036 37 Fe01	2:0	6,0	1,00	1,00 F_F	56 02	6,0
FAW N 023 37 Tür AT01	2:0	3,0	1,00	1,00 F_F	56 02	3,0
FF N 037 37 Fe01	2:0	6,0	1,00	1,00 F_F	56 02	6,0
FF N 032 37 Fe01	2:0	6,0	1,00	1,00 F_F	56 02	6,0

FAW N	019 37 Tür AT01	2:0	3,0	1,00	1,00	F_F	56	02			3,0
Fbw N	46 37 AW1	2:0	1,7	0,22	1,00	F_{AW}	56				0,4
FG H	47 12 So1	2:0	28,4	0,24		L_S	56	74	31		3,7
Fbw W	54 12 AW1	2:0	1,0	0,22	1,00	F_{AW}	56				0,2
FG H	55 39 So1	2:0	22,9	0,24		L_S	56	74	31		3,0
Fbw N	60 39 AW1	2:0	1,6	0,22	1,00	F_{AW}	56				0,3
FG H	61 32 5mSo1	2:0	23,9	0,24		L_S	56	31			3,1
Fbw S	66 32 AW1	2:0	1,6	0,22	1,00	F_{AW}	56				0,3
FG H	67 40 So1	2:0	27,1	0,24		L_S	56	74	31		3,5
Fbw N	72 40 AW1	2:0	1,9	0,22	1,00	F_{AW}	56				0,4
FG H	73 33 So1	2:0	29,0	0,24		L_S	56	74	31		3,8
FAW O	79 33 AW1	2:0	19,0	0,12	1,00	F_{AW}	56				2,3
FAW O	026 33 Tür AT01	2:0	3,0	1,00	1,00	F_F	56	02			3,0
FF O	040 33 Fe01	2:0	6,0	1,00	1,00	F_F	56	02			6,0
FF O	022 33 Fe01	2:0	6,0	1,00	1,00	F_F	56	02			6,0
FAW O	014 33 Tür AT01	2:0	3,0	1,00	1,00	F_F	56	02			3,0
Fbw O	80 33 AW1	2:0	2,2	0,22	1,00	F_{AW}	56				0,5
FG H	81 6 So1	2:0	28,4	0,24		L_S	56	74	31		3,7
Fbw N	86 6 AW1	2:0	2,0	0,22	1,00	F_{AW}	56				0,5
FG H	87 4 So1	2:0	28,3	0,24		L_S	56	74	31		3,7
Fbw N	92 4 AW1	2:0	2,0	0,22	1,00	F_{AW}	56				0,5
FG H	93 41 5mSo1	2:0	22,9	0,24		L_S	56	31			3,0
Fbw N	97 41 AW1	2:0	1,6	0,22	1,00	F_{AW}	56				0,3
FG H	98 11 5mSo1	2:0	28,7	0,24		L_S	56	31			3,7
FD H	100 11 FD4	2:0	15,2	0,16	1,00	F_D	56				2,4
Fbw O	106 11 AW1	2:0	2,8	0,22	1,00	F_{AW}	56				0,6
FG H	107 24 5mSo1	2:0	28,3	0,24		L_S	56	31			3,7
Fbw S	110 24 AW1	2:0	1,9	0,22	1,00	F_{AW}	56				0,4
EG Zone 03 - Mensa											
FG H	1 15 So1	3:0	73,4	0,24		L_S	56	74	31		9,5
FAW W	6 15 AW1	3:0	25,8	0,12	1,00	F_{AW}	56				3,1
FAW S	7 15 AW1	3:0	18,8	0,12	1,00	F_{AW}	56				2,3
FF S	002 15 Fe01	3:0	6,0	1,00	1,00	F_F	56	02			6,0
FF S	044 15 Fe01	3:0	8,1	1,00	1,00	F_F	56	02			8,1
FAW S	028 15 Tür AT01	3:0	3,0	1,00	1,00	F_F	56	02			3,0
Fbw W	10 15 AW1	3:0	3,0	0,22	1,00	F_{AW}	56				0,7
Fbw S	11 15 AW1	3:0	4,8	0,22	1,00	F_{AW}	56				1,1
FG H	14 65 5mSo1	3:0	69,5	0,24		L_S	56	31			9,0
FAW O	16 65 AW1	3:0	16,3	0,12	1,00	F_{AW}	56				2,0
FAW O	015 65 Tür AT01	3:0	3,0	1,00	1,00	F_F	56	02			3,0
FF O	029 65 Fe01	3:0	6,0	1,00	1,00	F_F	56	02			6,0
FF O	028 65 Fe01	3:0	9,0	1,00	1,00	F_F	56	02			9,0
Fbw O	24 65 AW1	3:0	4,5	0,22	1,00	F_{AW}	56				1,0
EG Zone 04 - WC & Sanitä											
FG H	149 3 So1	4:0	25,8	0,24		L_S	56	74	31		3,4
FD H	150 3 FD1	4:0	30,6	0,16	1,00	F_D	56				4,8
FF H	001 3 Lichtband 0	4:0	4,2	1,60	1,00	F_F	56	72	02		6,7
FF H	001 3 Lichtband 0	4:0	3,2	1,60	1,00	F_F	56	72	02		5,2
FG H	155 25 So1	4:0	25,8	0,24		L_S	56	31			3,4
FD H	157 25 FD4	4:0	20,5	0,16	1,00	F_D	56				3,2
FG H	163 28 So1	4:0	18,3	0,24		L_S	56	31			2,4
FD H	164 28 FD2	4:0	84,1	0,16	1,00	F_D	56				13,2
FF H	003 28 Lichtband	4:0	2,9	1,60	1,00	F_F	56	72	02		4,7
FF H	003 28 Lichtband	4:0	3,9	1,60	1,00	F_F	56	72	02		6,3
FF H	002 28 Lichtband	4:0	3,1	1,60	1,00	F_F	56	72	02		5,0
FF H	002 28 Lichtband	4:0	3,9	1,60	1,00	F_F	56	72	02		6,3
FG H	169 19 So1	4:0	15,2	0,24		L_S	56	74	31		2,0
FG H	174 64 So1	4:0	8,4	0,24		L_S	56	74	31		1,1
FG H	180 29 So1	4:0	18,3	0,24		L_S	56	74	31		2,4
FG H	185 44 So1	4:0	19,5	0,24		L_S	56	74	31		2,5
FG H	190 43 So1	4:0	19,5	0,24		L_S	56	74	31		2,5

FG H	196	45	So1	4:0	22,5	0,24		L_S	56	74	31	2,9
EG Zone 05 - sonstiger A												
FG H	285	18	So1	5:0	113,5	0,24		L_S	56	74	31	14,8
FD H	287	18	FD4	5:0	14,7	0,16	1,00	F_D	56			2,3
FD H	288	18	FD2	5:0	54,2	0,16	1,00	F_D	56			8,5
FAW S	294	18	AW1	5:0	2,5	0,12	1,00	F_{AW}	56			0,3
FF S	005	18	Fe01	5:0	9,6	1,00	1,00	F_F	56	02		9,6
FF S	003	18	Fe01	5:0	9,6	1,00	1,00	F_F	56	02		9,6
FF S	004	18	Fe01	5:0	9,6	1,00	1,00	F_F	56	02		9,6
Fbw S	300	18	AW1	5:0	2,0	0,22	1,00	F_{AW}	56			0,4
EG Zone 06 - Nebenfläche												
FG H	223	68	So1	6:0	3,8	0,24		L_S	56	74	31	0,5
FG H	228	66	So1	6:0	21,1	0,24		L_S	56	74	31	2,7
FG H	234	23	So1	6:0	25,8	0,24		L_S	56	74	31	3,4
FD H	235	23	FD2	6:0	66,2	0,16	1,00	F_D	56			10,4
FG H	240	1	So1	6:0	14,0	0,24		L_S	56	74	31	1,8
FD H	242	1	FD4	6:0	20,9	0,16	1,00	F_D	56			3,3
FAW O	245	1	AW1	6:0	22,2	0,12	1,00	F_{AW}	56			2,7
Fbw O	247	1	AW1	6:0	1,0	0,22	1,00	F_{AW}	56			0,2
FG H	248	42	So1	6:0	23,1	0,24		L_S	56	74	31	3,0
FAW W	255	42	AW1	6:0	31,7	0,12	1,00	F_{AW}	56			3,8
FAW W	010	42	Tür AT01	6:0	3,0	1,00	1,00	F_F	56	02		3,0
FAW W	011	42	Tür AT01	6:0	3,0	1,00	1,00	F_F	56	02		3,0
FF W	016	42	Fe01	6:0	1,4	1,00	1,00	F_F	56	02		1,4
Fbw W	258	42	AW1	6:0	0,7	0,22	1,00	F_{AW}	56			0,1
FG H	259	34	5mSo1	6:0	27,9	0,24		L_S	56	31		3,6
FAW N	263	34	AW1	6:0	16,2	0,12	1,00	F_{AW}	56			2,0
FAW N	025	34	Tür AT01	6:0	3,0	1,00	1,00	F_F	56	02		3,0
Fbw O	264	34	AW1	6:0	2,4	0,22	1,00	F_{AW}	56			0,5
Fbw N	265	34	AW1	6:0	2,6	0,22	1,00	F_{AW}	56			0,6
FG H	266	17	5mSo1	6:0	51,5	0,24		L_S	56	31		6,7
Fbw W	270	17	AW1	6:0	2,7	0,22	1,00	F_{AW}	56			0,6
EG Zone 07 - Küchen - Vo												
FG H	301	16	So1	7:0	60,3	0,24		L_S	56	72	31	7,8
FAW S	304	16	AW1	7:0	18,4	0,12	1,00	F_{AW}	56			2,2
FF S	043	16	Fe01	7:0	3,2	1,00	1,00	F_F	56	02		3,2
FAW O	307	16	AW1	7:0	10,7	0,12	1,00	F_{AW}	56			1,3
FF O	042	16	Fe01	7:0	2,8	1,00	1,00	F_F	56	02		2,8
Fbw S	310	16	AW1	7:0	3,1	-	0,40	F_{bw}	56	25	13	
Fbw O	311	16	AW1	7:0	1,9	-	0,40	F_{bw}	56	25	13	
EG Zone 10 - Nebenfläche												
FG H	388	20	So1	10:0	7,6	0,24		L_S	56	74	31	1,0
FG H	389	69	So1	10:0	13,9	0,24		L_S	56	74	31	1,8
FG H	390	7	5mSo1	10:0	541,2	0,24		L_S	56	31		70,4
FD H	391	7	FD4	10:0	6,7	0,16	1,00	F_D	56			1,1
FD H	392	7	FD2	10:0	194,6	0,16	1,00	F_D	56			30,5
FF H	002	7	Lichtband 0	10:0	4,5	1,60	1,00	F_F	56	72	02	7,2
FF H	003	7	Lichtband 0	10:0	4,7	1,60	1,00	F_F	56	72	02	7,5
FD H	394	7	FD1	10:0	100,7	0,16	1,00	F_D	56			15,8
FF H	001	7	Lichtband 0	10:0	4,1	1,60	1,00	F_F	56	72	02	6,6
FAW N	396	7	AW1	10:0	3,8	0,12	1,00	F_{AW}	56			0,5
FF N	024	7	Fe01	10:0	11,9	1,00	1,00	F_F	56	02		11,9
FF N	023	7	Fe01	10:0	11,9	1,00	1,00	F_F	56	02		11,9
FF N	025	7	Fe01	10:0	11,9	1,00	1,00	F_F	56	02		11,9
FAW O	397	7	AW1	10:0	3,2	0,12	1,00	F_{AW}	56			0,4
FF O	014	7	Fe01	10:0	6,0	1,00	1,00	F_F	56	02		6,0
FAW O	008	7	Tür AT01	10:0	3,0	1,60	1,00	F_F	56	09	85 02	4,7
FAW W	398	7	AW1	10:0	12,9	0,12	1,00	F_{AW}	56			1,6
FAW S	399	7	AW1	10:0	6,3	0,12	1,00	F_{AW}	56			0,8
FAW S	001	7	Tür AT-2fl	10:0	6,8	1,60	1,00	F_F	56	85	09 02	10,8
Fbw N	403	7	AW1	10:0	2,2	0,22	1,00	F_{AW}	56			0,5

Fbw O	404 7 AW1	10:0	1,5	0,22	1,00	F_{AW}	56			0,3
Fbw W	405 7 AW1	10:0	1,7	0,22	1,00	F_{AW}	56			0,4
Fbw S	406 7 AW1	10:0	1,2	0,22	1,00	F_{AW}	56			0,3
EG Zone 11 - Gruppenraum										
FG H	320 27 So1	11:0	58,5	0,24		L_S	56	31		7,6
FD H	321 27 FD2	11:0	178,0	0,16	1,00	F_D	56			27,9
FAW S	323 27 AW1	11:0	20,4	0,12	1,00	F_{AW}	56			2,5
FAW S	007 27 Tür AT01	11:0	3,0	1,00	1,00	F_F	56	02		3,0
FF S	008 27 Fe01	11:0	6,0	1,00	1,00	F_F	56	02		6,0
FAW S	003 27 Tür AT01	11:0	3,0	1,00	1,00	F_F	56	02		3,0
FF S	006 27 Fe01	11:0	6,0	1,00	1,00	F_F	56	02		6,0
FAW O	324 27 AW1	11:0	67,4	0,12	1,00	F_{AW}	56			8,2
FF O	011 27 Fe01	11:0	8,1	1,00	1,00	F_F	56	02		8,1
FF O	021 27 Fe01	11:0	8,1	1,00	1,00	F_F	56	02		8,1
FF O	013 27 Fe01	11:0	8,1	1,00	1,00	F_F	56	02		8,1
Fbw S	325 27 AW1	11:0	2,6	0,22	1,00	F_{AW}	56			0,6
Fbw O	326 27 AW1	11:0	5,0	0,22	1,00	F_{AW}	56			1,1
FG H	327 5 So1	11:0	53,7	0,24		L_S	56	31		7,0
FD H	328 5 FD1	11:0	107,4	0,16	1,00	F_D	56			16,9
FAW N	331 5 AW1	11:0	39,1	0,12	1,00	F_{AW}	56			4,7
FAW N	024 5 Tür AT01	11:0	3,0	1,00	1,00	F_F	56	02		3,0
FF N	038 5 Fe01	11:0	6,0	1,00	1,00	F_F	56	02		6,0
FF N	034 5 Fe01	11:0	6,0	1,00	1,00	F_F	56	02		6,0
FAW N	018 5 Tür AT01	11:0	3,0	1,00	1,00	F_F	56	02		3,0
FAW N	016 5 Tür AT01	11:0	3,0	1,00	1,00	F_F	56	02		3,0
FF N	030 5 Fe01	11:0	6,0	1,00	1,00	F_F	56	02		6,0
FAW N	021 5 Tür AT01	11:0	3,0	1,00	1,00	F_F	56	02		3,0
FF N	035 5 Fe01	11:0	6,0	1,00	1,00	F_F	56	02		6,0
Fbw O	332 5 AW1	11:0	5,0	0,22	1,00	F_{AW}	56			1,1
Fbw N	333 5 AW1	11:0	2,4	0,22	1,00	F_{AW}	56			0,5
FG H	334 38 5mSo1	11:0	56,4	0,24		L_S	56	31		7,3
Fbw O	339 38 AW1	11:0	4,0	0,22	1,00	F_{AW}	56			0,9
Fbw N	340 38 AW1	11:0	2,6	0,22	1,00	F_{AW}	56			0,6
FG H	341 22 So1	11:0	57,4	0,24		L_S	56	31		7,5
FAW W	344 22 AW1	11:0	66,2	0,12	1,00	F_{AW}	56			8,0
FF W	027 22 Fe01	11:0	8,1	1,00	1,00	F_F	56	02		8,1
FF W	026 22 Fe01	11:0	8,1	1,00	1,00	F_F	56	02		8,1
FF W	019 22 Fe01	11:0	8,1	1,00	1,00	F_F	56	02		8,1
Fbw W	346 22 AW1	11:0	3,8	0,22	1,00	F_{AW}	56			0,8
Fbw S	347 22 AW1	11:0	2,6	0,22	1,00	F_{AW}	56			0,6
FG H	348 35 5mSo1	11:0	57,4	0,24		L_S	56	31		7,5
FD H	349 35 FD4	11:0	51,7	0,16	1,00	F_D	56			8,1
Fbw W	354 35 AW1	11:0	4,9	0,22	1,00	F_{AW}	56			1,1
Fbw N	355 35 AW1	11:0	2,6	0,22	1,00	F_{AW}	56			0,6
FG H	356 8 5mSo1	11:0	53,7	0,24		L_S	56	31		7,0
Fbw N	361 8 AW1	11:0	2,4	0,22	1,00	F_{AW}	56			0,5
Fbw W	362 8 AW1	11:0	4,2	0,22	1,00	F_{AW}	56			0,9
EG Zone 12 - Küche Kühlu										
FG H	411 67 5mSo1	12:0	13,9	0,24		L_S	56	31		1,8
FAW S	412 67 AW1	12:0	12,5	0,12	1,00	F_{AW}	56			1,5
FAW S	002 67 Tür AT01	12:0	2,3	1,00	1,00	F_F	56	02		2,3
FAW O	413 67 AW1	12:0	11,7	0,12	1,00	F_{AW}	56			1,4
Fbw S	414 67 AW1	12:0	1,8	0,22	1,00	F_{AW}	56			0,4
Fbw O	415 67 AW1	12:0	1,7	0,22	1,00	F_{AW}	56			0,4
Obergeschoss OG										
OG Zone 01 - Büro										
FD H	137 46 FD3	1:0	40,1	0,16	1,00	F_D	56			6,3
FAW W	140 46 AW1	1:0	8,5	0,12	1,00	F_{AW}	56			1,0
FF W	015 46 Fe01	1:0	4,2	1,00	1,00	F_F	56	02		4,2
FAW S	146 55 AW1	1:0	12,9	0,12	1,00	F_{AW}	56			1,6
FF S	002 55 Fe01	1:0	4,2	1,00	1,00	F_F	56	02		4,2

OG Zone 02 - Gruppenräum								
FD H 112 52 FD3	2:0	50,6	0,16	1,00	F_D	56		7,9
FAW N 115 52 AW1	2:0	16,0	0,12	1,00	F_{AW}	56		1,9
FAW N 003 52 Tür AT01	2:0	2,9	1,00	1,00	F_F	56	02	2,9
FF N 011 52 Fe01	2:0	6,0	1,00	1,00	F_F	56	02	6,0
FAW N 004 52 Tür AT01	2:0	2,9	1,00	1,00	F_F	56	02	2,9
FF N 012 52 Fe01	2:0	6,0	1,00	1,00	F_F	56	02	6,0
OG Zone 04 - WC & Sanitä								
FD H 201 49 FD3	4:0	64,4	0,16	1,00	F_D	56		10,1
FAW W 203 49 AW1	4:0	10,1	0,12	1,00	F_{AW}	56		1,2
FF W 018 49 Fe01	4:0	2,6	1,00	1,00	F_F	56	02	2,6
FAW O 219 54 AW1	4:0	10,4	0,12	1,00	F_{AW}	56		1,3
FF O 009 54 Fe01	4:0	2,6	1,00	1,00	F_F	56	02	2,6
OG Zone 06 - Nebenfläche								
FD H 272 47 FD3	6:0	91,1	0,16	1,00	F_D	56		14,3
FF H 001 47 DF01	6:0	1,1	1,60	1,00	F_F	56	72 02	1,7
FF H 002 47 RWA	6:0	2,8	1,60	1,00	F_F	56	72 02	4,6
FAW W 276 57 AW1	6:0	23,7	0,12	1,00	F_{AW}	56		2,9
FF W 016 57 Fe01	6:0	4,2	1,00	1,00	F_F	56	02	4,2
FAW O 283 71 AW1	6:0	4,8	0,12	1,00	F_{AW}	56		0,6
FAW O 001 71 Tür AT01	6:0	2,7	1,00	1,00	F_F	56	02	2,7
OG Zone 08 - Besprechung								
FD H 314 53 FD3	8:0	46,8	0,16	1,00	F_D	56		7,3
FAW W 315 53 AW1	8:0	22,5	0,12	1,00	F_{AW}	56		2,7
FF W 017 53 Fe01	8:0	4,2	1,00	1,00	F_F	56	02	4,2
FAW S 316 53 AW1	8:0	28,3	0,12	1,00	F_{AW}	56		3,4
FF S 001 53 Fe01	8:0	4,2	1,00	1,00	F_F	56	02	4,2
OG Zone 09 - Behandlungs								
FD H 374 61 FD3	9:0	59,1	0,16	1,00	F_D	56		9,3
FAW O 376 61 AW1	9:0	27,4	0,12	1,00	F_{AW}	56		3,3
FF O 006 61 Fe01	9:0	4,2	1,00	1,00	F_F	56	02	4,2
FF O 007 61 Fe01	9:0	4,2	1,00	1,00	F_F	56	02	4,2
FF O 005 61 Fe01	9:0	4,2	1,00	1,00	F_F	56	02	4,2
OG Zone 10 - Nebenfläche								
FD H 407 70 FD3	10:0	95,0	0,16	1,00	F_D	56		14,9
OG Zone 11 - Gruppenraum								
FD H 364 51 FD3	11:0	114,6	0,16	1,00	F_D	56		18,0
FAW O 367 51 AW1	11:0	29,9	0,12	1,00	F_{AW}	56		3,6
FF O 008 51 Fe01	11:0	8,1	1,00	1,00	F_F	56	02	8,1
FAW N 368 51 AW1	11:0	30,2	0,12	1,00	F_{AW}	56		3,7
FF N 013 51 Fe01	11:0	6,0	1,00	1,00	F_F	56	02	6,0
FAW N 005 51 Tür AT01	11:0	2,9	1,00	1,00	F_F	56	02	2,9
FAW N 002 51 Tür AT01	11:0	2,9	1,00	1,00	F_F	56	02	2,9
FF N 010 51 Fe01	11:0	6,0	1,00	1,00	F_F	56	02	6,0
FAW W 372 48 AW1	11:0	30,2	0,12	1,00	F_{AW}	56		3,7
FF W 014 48 Fe01	11:0	8,1	1,00	1,00	F_F	56	02	8,1
OG Zone 13 - Besprechung								
FD H 384 50 FD3	13:0	40,1	0,16	1,00	F_D	56		6,3
FAW S 386 50 AW1	13:0	28,1	0,12	1,00	F_{AW}	56		3,4
FF S 003 50 Fe01	13:0	4,2	1,00	1,00	F_F	56	02	4,2
FAW O 387 50 AW1	13:0	15,6	0,12	1,00	F_{AW}	56		1,9
FF O 004 50 Fe01	13:0	4,2	1,00	1,00	F_F	56	02	4,2
Σ A [m²] =		5.345,8			Σ H_T [W/K] =			1.212,4

Bodenplattenmaß B´ (25) = A_G / (0.5 P) = 2129,88 / 136,26 = 15,63 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).

09 Außentür
13 Wand des beheizten Kellers.
25 Fx-Tabellenwert für das Bodenplattenmaß B´ nach EN ISO 13370.
31 Der thermische Leitwert L_S für die Bodenplatte auf Erdreich wurde nach EN ISO 13370 gesondert berechnet (sh. Bauteilberechnung).
56 Der Einfluss der Wärmebrücken wird mit einem manuellen U-Wert-Zuschlag berücksichtigt.
72 Lichtkuppel
74 Die Hüllfläche wird im mittleren U-Wert nach Hüllflächengruppen (Abs.5.2.3) nicht berücksichtigt.
85 Begrenzung der U-Werte von Außentüren und Toren in NWG nach KfW-FAQ als Glasdächer, Lichtbänder

2.1 Wärmebrücken

Berechnung mit pauschalen Zuschlägen (siehe Hüllflächentabelle, $\Delta U_{WB,man}$ = 0,015 W/(m²K))
Wärmebrückenzuschläge ohne Temperaturkorrektur
$H_{T,WB}$ = 80,2 W/K (6,6 %, 0,015 W/(m²K)), Bilanzierung im Abschnitt "2.2 Transferkoeffizienten"

2.2 Temperaturgewichtete Transferkoeffizienten

Transferkoeffizienten Transmission	$H_{T,D}$ W/K	$H_{T,s}$ W/K	$H_{T,iu}$ W/K	ΣH_T W/K	$H_{T,iz}$ W/K	$H_{T,zi}$ W/K
<1> Zone 01 - Büro	47	0	7	53	0	0
<2> Zone 02 - Gruppenräum	224	0	45	269	0	0
<3> Zone 03 - Mensa	49	0	19	68	0	0
<4> Zone 04 - WC & Sanitä	80	0	23	102	0	0
<5> Zone 05 - sonstiger A	44	0	15	58	0	0
<6> Zone 06 - Nebenfläche	73	0	22	95	0	0
<7> Zone 07 - Küchen - Vo	11	0	8	19	0	0
<8> Zone 08 - Besprechung	23	0	0	23	0	0
<9> Zone 09 - Behandlungs	27	0	0	27	0	0
<10> Zone 10 - Nebenfläch	161	0	73	235	0	0
<11> Zone 11 - Gruppenrau	270	0	44	314	0	0
<12> Zone 12 - Küche Kühl	7	0	2	8	0	0
<13> Zone 13 - Besprechun	21	0	0	21	0	0
	1036		256	1293		

$H_{T,D} = \Sigma A_j*U_j + \Delta U_{WB} * \Sigma A$ = Wärmetransferkoeffizient zur Außenluft, Bauteile + Wärmebrücken
$H_{T,S} = \Sigma F_X*A_j*U_j$ = Wärmetransferkoeffizient über das Erdreich, alternativ L_S-Wert aus der Bauteilberechnung
$H_{T,iu} = \Sigma F_X*A_j*U_j$ = Wärmetransferkoeffizient zum unbeheizten Bereich
$H_{T,iz} = \Sigma A_j*U_j$ = Wärmetransferkoeffizient zu angrenzenden Gebäudezonen

spezifischer, auf die Umfassungsflächen bezogener Transmissionswärmetransferkoeffizient
$H´_{T,vorh} = (H_{T,D} + Fx * H_{T,iu} + Fx * H_{T,s}) / A = 1.292,6 / 5.350,8 =$ **0,24 W/(m²K)**

2.3 Begrenzung der U-Werte (Nachweis)

Höchstwerte für Hüllflächengruppen nach GEG A3

		opake Bauteile [W/(m²K)]	Fenster [W/(m²K)]	Vorhangf. [W/(m²K)]	Oberl. [W/(m²K)]
U_{max}	Ti ≥ 19°C	0,28	1,50	1,50	2,50
U_{max}	Ti < 19°C	0,50	2,80	3,00	3,10
Zonen T_i ≥ 19°C		0,14	1,00		1,60

Die Höchstwerte für Wärmedurchgangskoeffizienten werden eingehalten, **Nachweis erbracht**
kleinste Grenzwertunterschreitung: U = 1,00 W/(m²K) = 1,50 W/(m²K) -33,3%

2.4 Wärmeverluste der thermischen Gebäudehülle

Bauteil	U-Wert W/(m²K)	U/U_{EnEV}	Fläche A m²	H_T W/K

Außentür (AT)	1,60	10	0 %	16	1 %
Außenwand Holzrahmenbau (A	0,12	844	16 %	102	8 %
AußenwandSockel(AW2) (AW1)	0,22	100	2 %	22	2 %
Fenster (Fe1)	1,00	451	8 %	451	37 %
Flachdach (FD1)	0,16	1020	19 %	160	13 %
FlachdachLaubengang (FD4)	0,16	912	17 %	143	12 %
Lichtkuppeln (DF1)	1,60	39	1 %	62	5 %
Sohle (So1)	0,24	1971	37 %	256	21 %
		5346	100 %	1.212	100 %

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

3.0 Lüftungswärmetransfer (DIN V 18599-2)

Gebäudedichtheit Regelwert, Kategorie I, mit RLT-Anlage mit Dichtheitsprüfung (T2, Tab.7), n_{50} = 1,00 h^{-1}
Nettoraumvolumen > 1.500 m³ $\Rightarrow n_{50} = q_{50} * \Sigma A / V = 2*5346 / 7684 = 1,39$ (Gl.68)

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

Gebäude ohne Außenluftdurchlässe

Ohne bedarfsabhängige Außenluft-Volumenstromregelung

Luftaustausch zwischen Gebäudezonen nicht relevant

Zone	ALD	n_{50} h^{-1}	V_A $m^3/(m^2h)$	Luftwechsel n_{nutz} h^{-1}	n_{inf} h^{-1}	Fenster n_{win} h^{-1}	Lüftungsanlage $n_{m,ZUL}$ h^{-1}	$t_{V,m}$ h/d
<1> Zone 01 - Büro	-	1,85	4,00	1,16	0,13	0,10	1,16	13
<2> Zone 02 - Grup	-	1,74	10,00	2,95	0,12	0,10	2,95	9
<3> Zone 03 - Mens	-	1,17	18,00	5,22	0,08	0,10	5,22	9
<4> Zone 04 - WC &	-	1,15	15,00	4,43	0,08	0,10	4,42	13
<5> Zone 05 - sons	-	1,22	7,00	2,07	0,09	0,10	2,06	13
<6> Zone 06 - Nebe	-	1,22	0,15	0,04	0,09	0,10	-	-
<7> Zone 07 - Küch	-	1,05	15,00	4,35	0,07	0,10	4,36	15
<8> Zone 08 - Besp	-	1,68	15,00	4,36	0,12	0,10	4,37	13
<9> Zone 09 - Beha	-	1,16	10,00	2,91	0,08	0,10	2,91	13
<10> Zone 10 - Neb	-	1,01	0,15	0,04	0,07	0,10	-	-
<11> Zone 11 - Gru	-	1,96	10,00	2,95	0,14	0,10	2,95	9
<12> Zone 12 - Küc	-	2,74	15,00	4,36	0,19	0,10	4,37	15
<13> Zone 13 - Bes	-	1,68	15,00	4,35	0,12	0,10	4,36	13
⇒ WE-Betrieb ...								
<1> Zone 01 - Büro			0,00	0,00	0,13	0,10		
<2> Zone 02 - Gruppenräume			0,00	0,00	0,12	0,10		
<3> Zone 03 - Mensa			0,00	0,00	0,08	0,10		
<4> Zone 04 - WC & Sanitär			0,00	0,00	0,08	0,10		
<5> Zone 05 - sonstiger Aufen			0,00	0,00	0,09	0,10		
<6> Zone 06 - Nebenflächen			0,00	0,00	0,09	0,10		
<7> Zone 07 - Küchen - Vorber			0,00	0,00	0,07	0,10		
<8> Zone 08 - Besprechung			0,00	0,00	0,12	0,10		
<9> Zone 09 - Behandlungsräum			0,00	0,00	0,08	0,10		
<10> Zone 10 - Nebenflächen m			0,00	0,00	0,07	0,10		
<11> Zone 11 - Gruppenraum Kü			0,00	0,00	0,14	0,10		
<12> Zone 12 - Küche Kühlung			0,00	0,00	0,19	0,10		
<13> Zone 13 - Besprechung Kü			0,00	0,00	0,12	0,10		

Zone <1> RLT-Anlage (204) mit $V_{SUP/ETA}$ = 300 / 300 m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, WRG75
Zone <2> RLT-Anlage (204) mit $V_{SUP/ETA}$ = 3392 / 3392 m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, WRG75
Zone <3> RLT-Anlage (204) mit $V_{SUP/ETA}$ = 2235 / 2235 m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, WRG75
Zone <4> RLT-Anlage (204) mit $V_{SUP/ETA}$ = 3225 / 3225 m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, WRG75

Zone <5> RLT-Anlage (204) mit $V_{SUP/ETA}$ = 733 / 733 m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, WRG75
Zone <7> RLT-Anlage (204) mit $V_{SUP/ETA}$ = 788 / 788 m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, WRG75
Zone <8> RLT-Anlage (204) mit $V_{SUP/ETA}$ = 551 / 551 m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, WRG75
Zone <9> RLT-Anlage (204) mit $V_{SUP/ETA}$ = 497 / 497 m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, WRG75
Zone <11> RLT-Anlage (204) mit $V_{SUP/ETA}$ = 3754 / 3754 m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, WRG75
Zone <12> RLT-Anlage (204) mit $V_{SUP/ETA}$ = 140 / 140 m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, WRG75
Zone <13> RLT-Anlage (204) mit $V_{SUP/ETA}$ = 480 / 480 m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, WRG75

n_{50} = Luftwechselzahl bei 50 Pa Druckdifferenz, V_A = Mindest-Außenluftvolumenstrom
n_{nutz} = Mindestaußenluftwechsel = V_A * A_{NGF} / V während der Nutzungsstunden (Nichtwohngebäude)
n_{inf} = Infiltrationsluftwechsel = n_{50} * e_{wind} * f_{ATD} mit f_{ATD} = Bewertungsfaktor für ALD oder mit RLT
n_{inf} = n_{50} * e_{wind} * f_{ATD} * (1 + (1 - f_e) * $t_{V,mech}$ / 24) mit f_e = Faktor für nicht balancierte RLT-Anlagen (Gl.65)
n_{win} = Fenster- / Türluftwechsel = $n_{win,min}$ + Δn_{win} * t_{nutz} / 24, mit RLT = $n_{win,min}$ + $\Delta n_{win,mech}$ * $t_{V,mech}$ / 24
mit $n_{win,min}$ = 0.1, in Wohngebäuden $n_{win,min}$ = saisonal nach Gl.77
Δn_{win} = n_{nutz} - (n_{nutz} - 0.2)* n_{inf} -0.1 (ohne RLT), falls n_{nutz} > 1.2 $\Rightarrow$ Δn_{win} = n_{nutz} - n_{inf} -0.1
n_{mech} = $n_{mech,ZUL}$ = 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	$\vartheta_{V,Jan}$ °C
<1> Zone 01 - Büro	258	0	11	9	20	55	20,0
<2> Zone 02 - Gruppe	1.149	0	48	39	87	432	20,0
<3> Zone 03 - Mensa	428	0	12	15	27	285	20,0
<4> Zone 04 - WC & S	729	0	20	25	45	594	20,0
<5> Zone 05 - sonsti	355	0	10	12	22	135	20,0
<6> Zone 06 - Nebenf	780	0	23	27	49	0	
<7> Zone 07 - Küchen	181	0	5	6	11	168	20,0
<8> Zone 08 - Bespre	126	0	5	4	9	102	20,0
<9> Zone 09 - Behand	171	0	5	6	11	92	20,0
<10> Zone 10 - Neben	2.091	0	50	71	121	0	
<11> Zone 11 - Grupp	1.273	0	60	43	103	479	20,0
<12> Zone 12 - Küche	32	0	2	1	3	30	20,0
<13> Zone 13 - Bespr	110	0	4	4	8	89	20,0
		0	254	261	516	2459	
⇒ WE-Betrieb ...							
<1> Zone 01 - Büro		0	11	9	20		
<2> Zone 02 - Gruppenräume		0	48	39	87		
<3> Zone 03 - Mensa		0	12	15	27		
<4> Zone 04 - WC & Sanitär		0	20	25	45		
<5> Zone 05 - sonstiger Auf		0	10	12	22		
<6> Zone 06 - Nebenflächen		0	23	27	49		
<7> Zone 07 - Küchen - Vorb		0	5	6	11		
<8> Zone 08 - Besprechung		0	5	4	9		
<9> Zone 09 - Behandlungsrä		0	5	6	11		
<10> Zone 10 - Nebenflächen		0	50	71	121		
<11> Zone 11 - Gruppenraum		0	60	43	103		
<12> Zone 12 - Küche Kühlun		0	2	1	3		
<13> Zone 13 - Besprechung		0	4	4	8		
		0	254	261	516		

$H_{V,z}$ = V * 0.34 [W/K] = Wärmetransferkoeffizient Lüftung zu angrenzenden Zonen, monatlich, temperaturgewichtet
H_V = Wärmetransferkoeffizient Lüftung = n * V * $c_{p,a}$ * ρ_a = n * V * 0.34 [W/K]
$H_{V,win,ohne\ RLT}$ = $f_{win,seasonal}$ * HV,win = (0.04*θ_e+0.8) * HV,win [W/K] (Fensterlüftung saisonal)
Σ H_V = $H_{V,z,Jan}$ + $H_{V,inf}$ + $H_{V,win}$, 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

.....

4.0 Solare Wärmequellen (DIN V 18599-2)

4.1 Solare Wärmeeinträge über Fenster

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

Kollektorfläche	Zone	A_g m²	$I_{S,Jan/Jul}$ W/m²	$g_{eff,Jan/Jul}$ %		$Q_{S,Jan/Jul}$ kWh/d	
FF W 018 13 Fe01	1	2,94	17/ 117	42/ 32	07103m	0,5/	2,6
FF W 017 13 Fe01	1	2,94	17/ 117	42/ 32	"	0,5/	2,6
FF SO 001 14 Fe01	1	1,85	50/ 132	42/ 25	"	0,9/	1,5
FAW W 012 10 Tür A	2	2,10	17/ 117	42/ 42	07100	0,4/	2,5
FF W 020 10 Fe01	2	4,20	17/ 117	42/ 32	07103m	0,7/	3,7
FAW W 013 10 Tür A	2	2,12	17/ 117	42/ 42	07100	0,4/	2,5
FAW S 006 31 Tür A	2	2,12	59/ 113	42/ 42	"	1,3/	2,4
FF S 010 31 Fe01	2	4,20	59/ 113	42/ 20	07103m	2,5/	2,3
FAW S 004 31 Tür A	2	2,12	59/ 113	42/ 42	07100	1,3/	2,4
FF S 007 31 Fe01	2	4,20	59/ 113	42/ 20	07103m	2,5/	2,3
FAW S 005 31 Tür A	2	2,12	59/ 113	42/ 42	07100	1,3/	2,4
FF S 009 31 Fe01	2	4,20	59/ 113	42/ 20	07103m	2,5/	2,3
FF N 041 37 Fe01	2	4,20	10/ 81	42/ 42	"	0,4/	3,5
FAW N 027 37 Tür A	2	2,12	10/ 81	42/ 42	07100	0,2/	1,7
FF N 033 37 Fe01	2	4,20	10/ 81	42/ 42	07103m	0,4/	3,5
FAW N 020 37 Tür A	2	2,12	10/ 81	42/ 42	07100	0,2/	1,7
FF N 031 37 Fe01	2	4,20	10/ 81	42/ 42	07103m	0,4/	3,5
FAW N 017 37 Tür A	2	2,08	10/ 81	42/ 42	07100	0,2/	1,7
FAW N 022 37 Tür A	2	2,12	10/ 81	42/ 42	"	0,2/	1,7
FF N 036 37 Fe01	2	4,18	10/ 81	42/ 42	07103m	0,4/	3,4
FAW N 023 37 Tür A	2	2,12	10/ 81	42/ 42	07100	0,2/	1,7
FF N 037 37 Fe01	2	4,20	10/ 81	42/ 42	07103m	0,4/	3,5
FF N 032 37 Fe01	2	4,20	10/ 81	42/ 42	"	0,4/	3,5
FAW N 019 37 Tür A	2	2,10	10/ 81	42/ 42	07100	0,2/	1,7
FAW O 026 33 Tür A	2	2,12	25/ 138	42/ 42	"	0,5/	3,0
FF O 040 33 Fe01	2	4,20	25/ 138	42/ 32	07103m	1,1/	4,4
FF O 022 33 Fe01	2	4,20	25/ 138	42/ 32	"	1,1/	4,4
FAW O 014 33 Tür A	2	2,12	25/ 138	42/ 42	07100	0,5/	3,0
FF S 002 15 Fe01	3	4,20	59/ 113	42/ 20	07103m	2,5/	2,3
FF S 044 15 Fe01	3	5,67	59/ 113	42/ 20	"	3,4/	3,1
FAW S 028 15 Tür A	3	2,12	59/ 113	42/ 42	07100	1,3/	2,4
FAW O 015 65 Tür A	3	2,08	25/ 138	42/ 42	"	0,5/	2,9
FF O 029 65 Fe01	3	4,20	25/ 138	42/ 32	07103m	1,1/	4,4
FF O 028 65 Fe01	3	6,30	25/ 138	42/ 32	"	1,6/	6,6
FF H 001 3 Lichtba	4	2,93	29/ 210	57/ 57	07100	1,2/	8,4
FF H 001 3 Lichtba	4	2,26	29/ 210	57/ 57	"	0,9/	6,5
FF H 003 28 Lichtb	4	2,06	29/ 210	57/ 57	"	0,8/	5,9
FF H 003 28 Lichtb	4	2,76	29/ 210	57/ 57	"	1,1/	7,9
FF H 002 28 Lichtb	4	2,20	29/ 210	57/ 57	"	0,9/	6,3
FF H 002 28 Lichtb	4	2,74	29/ 210	57/ 57	"	1,1/	7,9
FF S 005 18 Fe01	5	6,74	59/ 113	29/ 14	07103m	2,8/	2,6
FF S 003 18 Fe01	5	6,74	59/ 113	42/ 20	"	4,0/	3,7
FF S 004 18 Fe01	5	6,74	59/ 113	42/ 20	"	4,0/	3,7
FAW W 010 42 Tür A	6	2,12	17/ 117	42/ 42	07100	0,4/	2,5
FAW W 011 42 Tür A	6	2,12	17/ 117	42/ 42	"	0,4/	2,5
FF W 016 42 Fe01	6	0,94	17/ 117	42/ 32	07103m	0,2/	0,8
FAW N 025 34 Tür A	6	2,12	10/ 81	42/ 42	07100	0,2/	1,7
FF S 043 16 Fe01	7	2,24	59/ 113	42/ 20	07103m	1,3/	1,2
FF O 042 16 Fe01	7	1,96	25/ 138	42/ 32	"	0,5/	2,0
FF H 002 7 Lichtba	10	3,14	29/ 210	57/ 57	07100	1,2/	9,0
FF H 003 7 Lichtba	10	3,27	29/ 210	57/ 57	"	1,3/	9,4
FF H 001 7 Lichtba	10	2,90	29/ 210	57/ 57	"	1,2/	8,3
FF N 024 7 Fe01	10	8,33	10/ 81	42/ 42	07103m	0,8/	6,8
FF N 023 7 Fe01	10	8,33	10/ 81	42/ 42	"	0,8/	6,8
FF N 025 7 Fe01	10	8,33	10/ 81	42/ 42	"	0,8/	6,8
FF O 014 7 Fe01	10	4,20	25/ 138	42/ 32	"	1,1/	4,4
FAW O 008 7 Tür AT	10	2,07	25/ 138	42/ 42	07100	0,5/	2,9
FAW S 001 7 Tür AT	10	4,75	59/ 113	42/ 42	"	2,8/	5,4
FAW S 007 27 Tür A	11	2,12	59/ 113	42/ 42	"	1,3/	2,4
FF S 008 27 Fe01	11	4,20	59/ 113	42/ 20	07103m	2,5/	2,3

FAW S	003 27 Tür A	11	2,12	59/ 113	42/	42	07100	1,3/ 2,4
FF S	006 27 Fe01	11	4,20	59/ 113	42/	20	07103m	2,5/ 2,3
FF O	011 27 Fe01	11	5,67	25/ 138	42/	32	"	1,4/ 5,9
FF O	021 27 Fe01	11	5,67	25/ 138	42/	32	"	1,4/ 5,9
FF O	013 27 Fe01	11	5,67	25/ 138	42/	32	"	1,4/ 5,9
FAW N	024 5 Tür AT	11	2,12	10/ 81	42/	42	07100	0,2/ 1,7
FF N	038 5 Fe01	11	4,20	10/ 81	42/	42	07103m	0,4/ 3,5
FF N	034 5 Fe01	11	4,20	10/ 81	42/	42	"	0,4/ 3,5
FAW N	018 5 Tür AT	11	2,10	10/ 81	42/	42	07100	0,2/ 1,7
FAW N	016 5 Tür AT	11	2,10	10/ 81	42/	42	"	0,2/ 1,7
FF N	030 5 Fe01	11	4,20	10/ 81	42/	42	07103m	0,4/ 3,5
FAW N	021 5 Tür AT	11	2,12	10/ 81	42/	42	07100	0,2/ 1,7
FF N	035 5 Fe01	11	4,18	10/ 81	42/	42	07103m	0,4/ 3,4
FF W	027 22 Fe01	11	5,67	17/ 117	42/	32	"	1,0/ 5,0
FF W	026 22 Fe01	11	5,67	17/ 117	42/	32	"	1,0/ 5,0
FF W	019 22 Fe01	11	5,67	17/ 117	42/	32	"	1,0/ 5,0
FAW S	002 67 Tür A	12	1,60	59/ 113	42/	42	07100	1,0/ 1,8
FF W	015 46 Fe01	1	2,94	17/ 117	42/	32	07103m	0,5/ 2,6
FF S	002 55 Fe01	1	2,95	59/ 113	42/	20	"	1,8/ 1,6
FAW N	003 52 Tür A	2	2,05	10/ 81	42/	42	07100	0,2/ 1,7
FF N	011 52 Fe01	2	4,20	10/ 81	42/	42	07103m	0,4/ 3,5
FAW N	004 52 Tür A	2	2,05	10/ 81	42/	42	07100	0,2/ 1,7
FF N	012 52 Fe01	2	4,20	10/ 81	42/	42	07103m	0,4/ 3,5
FF W	018 49 Fe01	4	1,85	17/ 117	42/	32	"	0,3/ 1,6
FF O	009 54 Fe01	4	1,85	25/ 138	42/	32	"	0,5/ 1,9
FF H	001 47 DF01	6	0,76	29/ 210	57/	23	"	0,3/ 0,9
FF H	002 47 RWA	6	1,99	29/ 210	57/	23	"	0,8/ 2,3
FF W	016 57 Fe01	6	2,94	17/ 117	42/	32	"	0,5/ 2,6
FAW O	001 71 Tür A	6	1,91	25/ 138	42/	42	07100	0,5/ 2,7
FF W	017 53 Fe01	8	2,94	17/ 117	42/	32	07103m	0,5/ 2,6
FF S	001 53 Fe01	8	2,95	59/ 113	42/	20	"	1,8/ 1,6
FF O	006 61 Fe01	9	2,94	25/ 138	42/	32	"	0,7/ 3,1
FF O	007 61 Fe01	9	2,94	25/ 138	42/	32	"	0,7/ 3,1
FF O	005 61 Fe01	9	2,94	25/ 138	42/	32	"	0,7/ 3,1
FF O	008 51 Fe01	11	5,67	25/ 138	42/	32	"	1,4/ 5,9
FF N	013 51 Fe01	11	4,20	10/ 81	42/	42	"	0,4/ 3,5
FAW N	005 51 Tür A	11	2,05	10/ 81	42/	42	07100	0,2/ 1,7
FAW N	002 51 Tür A	11	2,03	10/ 81	42/	42	"	0,2/ 1,7
FF N	010 51 Fe01	11	4,20	10/ 81	42/	42	07103m	0,4/ 3,5
FF W	014 48 Fe01	11	5,67	17/ 117	42/	32	"	1,0/ 5,0
FF S	003 50 Fe01	13	2,95	59/ 113	42/	20	"	1,8/ 1,6
FF O	004 50 Fe01	13	2,94	25/ 138	42/	32	"	0,7/ 3,1
			349,50					97/ 351

Strahlungsintensitäten für den Standort "4 Potsdam (Deutschland)"
Q_S = Strahlungsgewinn pro Tag = A * F_F * g_{eff} * I_S * t mit g_{eff} = f(F_S, F_w, g⊥) (DIN V 18599-2 Gl.112)

verwendete Verglasungen und Sonnenschutzvorrichtungen
7103: aus dem Bauteilbezug, Außenjalousie 45° weiß
7100: aus dem Bauteilbezug, ohne Sonnenschutz
Sonnenschutz-Aktivierung f = feststehend, m = manuell, z = zeitgesteuert, s = strahlungsabhängig
Berechnung von $g_{tot,13363}$-Werten nach EN 13363-1 mit $\tau_{e,B}$ 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 * F_W * F_V * g_{tot} = wirksamer Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung
g_{tot} = g-Wert der Verglasung inklusive Sonnenschutz (Tab.8, ohne Sonnenschutz gilt g_{tot} = g⊥)
Bewegliche Sonnenschutzvorrichtungen in Nichtwohnzonen werden parallel zur baulichen Verschattung mit
g_{eff} = F_W * F_V * (a * g_{tot} + (1-a) * g⊥) 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

4.2 Solare Wärmeeinträge über opake Hüllflächen

nicht bilanziert

4.3 solare Wärmegewinne

Zone	Sep kWh	Okt kWh	Nov kWh	Dez kWh	Jan kWh	Feb kWh	Mär kWh	Jahr kWh
über Fenster ...								
<1> Zone 01 -	385	282	104	71	131	122	310	3.332
<2> Zone 02 -	1.860	1.372	550	361	655	672	1.505	18.969
<3> Zone 03 -	767	617	219	157	322	264	639	6.765
<4> Zone 04 -	869	547	212	121	208	279	688	10.003
<5> Zone 05 -	679	604	215	165	336	242	559	4.974
<6> Zone 06 -	413	259	102	60	99	128	328	3.993
<7> Zone 07 -	133	109	39	28	57	46	111	1.116
<8> Zone 08 -	181	142	52	37	71	60	147	1.475
<9> Zone 09 -	223	153	54	33	69	73	189	2.259
<10> Zone 10 -	1.133	767	312	189	330	400	907	12.913
<11> Zone 11 -	2.062	1.446	569	362	653	703	1.671	20.570
<12> Zone 12 -	60	53	19	15	30	21	49	566
<13> Zone 13 -	185	149	53	38	78	64	154	1.562
	8.950	6.500	2.498	1.637	3.038	3.073	7.255	88.498

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

Zone	A_B m²	$q_{I,p}$ kWh/d	$q_{I,fac}$ kWh/d	$Q_{I,g}$ kWh/d	Q_I kWh/d
<1> Zone 01 - Büro	75	2,2	3,2	0,0	5,5
<2> Zone 02 - Gruppenräume	339	33,9	6,8	0,0	40,7
<3> Zone 03 - Mensa	124	21,7	1,2	0,0	23,0
<4> Zone 04 - WC & Sanitär	215	-	-	0,0	0,0
<5> Zone 05 - sonstiger Aufe	105	9,7	0,8	0,0	10,6
<6> Zone 06 - Nebenflächen	229	-	-	0,0	0,0
<7> Zone 07 - Küchen - Vorbe	53	2,9	9,5	0,0	12,4
<8> Zone 08 - Besprechung	37	3,4	0,3	0,0	3,7
<9> Zone 09 - Behandlungsräu	50	4,1	1,7	0,0	5,8
<10> Zone 10 - Nebenflächen	613	-	-	0,0	0,0
<11> Zone 11 - Gruppenraum K	375	37,5	7,5	0,0	45,0
<12> Zone 12 - Küche Kühlung	9	0,5	1,7	0,0	2,2
<13> Zone 13 - Besprechung K	32	3,0	0,3	0,0	3,2
⇒ WE-Betrieb ...					
<1> Zone 01 - Büro		-	-	0,0	0,0
<2> Zone 02 - Gruppenräume		-	-	0,0	0,0
<3> Zone 03 - Mensa		-	-	0,0	0,0
<4> Zone 04 - WC & Sanitär		-	-	0,0	0,0
<5> Zone 05 - sonstiger Aufe		-	-	0,0	0,0
<6> Zone 06 - Nebenflächen		-	-	0,0	0,0
<7> Zone 07 - Küchen - Vorbe		-	-	0,0	0,0
<8> Zone 08 - Besprechung		-	-	0,0	0,0
<9> Zone 09 - Behandlungsräu		-	-	0,0	0,0
<10> Zone 10 - Nebenflächen		-	-	0,0	0,0
<11> Zone 11 - Gruppenraum K		-	-	0,0	0,0
<12> Zone 12 - Küche Kühlung		-	-	0,0	0,0
<13> Zone 13 - Besprechung K		-	-	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
<1> Zone 01 - Büro	0,0	2,0	0,3	0,0	0,0
<2> Zone 02 - Gruppenräume	0,0	3,7	1,2	0,0	0,0
<3> Zone 03 - Mensa	0,0	1,0	0,4	0,0	0,0
<4> Zone 04 - WC & Sanitär	0,0	3,0	0,7	0,0	0,0
<5> Zone 05 - sonstiger Aufen	0,0	2,7	0,4	0,0	0,0
<6> Zone 06 - Nebenflächen	0,0	0,4	0,8	0,0	0,0
<7> Zone 07 - Küchen - Vorber	0,0	2,0	0,2	0,0	0,0

<8> Zone 08 - Besprechung	0,0	1,6	0,1	0,0	0,0
<9> Zone 09 - Behandlungsräum	0,0	2,3	0,2	0,0	0,0
<10> Zone 10 - Nebenflächen m	0,0	1,1	2,1	0,0	0,0
<11> Zone 11 - Gruppenraum Kü	0,0	3,4	0,0	0,0	0,0
<12> Zone 12 - Küche Kühlung	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0
<13> Zone 13 - Besprechung Kü	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0

A_B = 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
$Q_{I,h}$ = ungeregelte Wärmeeinträge der Heizungsanlage, siehe Heizsysteme
$Q_{I,w}$ = ungeregelte Wärmeeinträge der Warmwasserversorgung, siehe Warmwassersysteme
$Q_{I,rv}$ = ungeregelte Wärmeeinträge durch die Lüftungsanlage

.....

6.0 Ausnutzungsgrad für Wärmequellen (DIN V 18599-2)

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

Zone	ΣH_T W/K	ΣH_V W/K	$\Sigma H_{V,mech}$ W/K	Q_{sink} kWh/d	Q_{source} kWh/d	γ
<1> Zone 01 - Büro	53	20	55	37	12	0,328
<2> Zone 02 - Gruppenräume	269	87	432	176	67	0,380
<3> Zone 03 - Mensa	68	27	285	47	35	0,741
<4> Zone 04 - WC & Sanitär	102	45	594	76	11	0,140
<5> Zone 05 - sonstiger Aufe	58	22	135	41	24	0,597
<6> Zone 06 - Nebenflächen	95	49	0	76	5	0,060
<7> Zone 07 - Küchen - Vorbe	19	11	168	16	16	1,029
<8> Zone 08 - Besprechung	23	9	102	16	8	0,468
<9> Zone 09 - Behandlungsräu	27	11	92	23	11	0,454
<10> Zone 10 - Nebenflächen	235	121	0	189	14	0,076
<11> Zone 11 - Gruppenraum K	314	103	479	205	69	0,339
<12> Zone 12 - Küche Kühlung	8	3	30	6	4	0,611
<13> Zone 13 - Besprechung K	21	8	89	15	7	0,481

Zone	C_{wirk} Wh/(m²K)	H W/K	τ h	a -	η -	η_{WE}
<1> Zone 01 - Büro	50	129	29,11	2,82	0,971	1,000
<2> Zone 02 - Gruppenräume	50	788	21,51	2,34	0,933	0,999
<3> Zone 03 - Mensa	50	379	16,38	2,02	0,763	0,999
<4> Zone 04 - WC & Sanitär	50	741	14,51	1,91	0,980	1,000
<5> Zone 05 - sonstiger Aufe	50	216	24,27	2,52	0,869	0,997
<6> Zone 06 - Nebenflächen	50	144	79,58	5,97	1,000	1,000
<7> Zone 07 - Küchen - Vorbe	50	197	13,34	1,83	0,638	1,000
<8> Zone 08 - Besprechung	50	135	13,63	1,85	0,853	1,000
<9> Zone 09 - Behandlungsräu	50	129	19,30	2,21	0,896	1,000
<10> Zone 10 - Nebenflächen	50	356	86,08	6,38	1,000	1,000
<11> Zone 11 - Gruppenraum K	50	896	20,96	2,31	0,944	1,000
<12> Zone 12 - Küche Kühlung	50	41	11,27	1,70	0,772	0,997
<13> Zone 13 - Besprechung K	50	118	13,55	1,85	0,847	0,999

$\Sigma H_T = H_{T,D} + H_{T,s} + H_{T,iu}$ = Transmissionswärme-Transferkoeffizienten, $H_{T,iz}$ siehe Q_{sink}
ΣH_V = Lüftungswärme-Transferkoeffizienten aus Infiltration und Fensterlüftung
$\Sigma H_{V,mech}$ = 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
$\gamma = Q_{source} / Q_{sink}$ = 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
$a = a_0 + \tau / \tau_0 = 1 + \tau / 16$ = numerischer Parameter
η = Ausnutzungsgrad = $(1 - \gamma^a) / (1 - \gamma^{a+1})$, bei γ=1 gilt $\eta = a / (1+a)$, DIN V 18599-2 Gl. 142 / 143
η_{WE} = Ausnutzungsgrad im Wochenendbetrieb

.....

7.0 Heizwärmebedarf (DIN V 18599-2)

Temperaturrandbedingungen

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

		Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
	d/m	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
T_e	°C	1,0	1,9	4,7	9,2	14,1	16,7	19,0	18,6	14,3	9,5	4,1	0,9
⇒ Zonen ...													
$T_{i,1}$	°C	19,9	20,0	20,1	20,4	20,6	20,8	20,9	20,9	20,6	20,4	20,1	19,9
$T_{i,2}$	°C	19,5	19,6	19,8	20,1	20,5	20,7	20,9	20,8	20,5	20,1	19,7	19,5
$T_{i,3}$	°C	19,5	19,5	19,8	20,1	20,5	20,7	20,8	20,8	20,5	20,1	19,7	19,5
$T_{i,4}$	°C	19,9	19,9	20,1	20,3	20,6	20,8	20,9	20,9	20,6	20,4	20,0	19,9
$T_{i,5}$	°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
$T_{i,6}$	°C	20,1	20,2	20,3	20,5	20,7	20,8	20,9	20,9	20,7	20,5	20,3	20,1
$T_{i,7}$	°C	20,1	20,1	20,2	20,5	20,7	20,8	20,9	20,9	20,7	20,5	20,2	20,1
$T_{i,8}$	°C	19,9	19,9	20,1	20,3	20,6	20,8	20,9	20,9	20,6	20,4	20,0	19,9
$T_{i,9}$	°C	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0
$T_{i,10}$	°C	20,2	20,2	20,3	20,5	20,7	20,8	20,9	20,9	20,7	20,5	20,3	20,2
$T_{i,11}$	°C	19,5	19,6	19,8	20,1	20,5	20,7	20,9	20,8	20,5	20,1	19,7	19,5
$T_{i,12}$	°C	20,1	20,1	20,2	20,5	20,7	20,8	20,9	20,9	20,7	20,5	20,2	20,1
$T_{i,13}$	°C	19,9	19,9	20,1	20,3	20,6	20,8	20,9	20,9	20,6	20,4	20,0	19,9
⇒ WE-Betrieb ...													
$T_{i,1}$	°C	17,3	17,5	18,0	18,8	19,7	20,2	20,6	20,6	19,8	18,9	17,9	17,3
$T_{i,2}$	°C	17,3	17,5	18,0	18,8	19,7	20,2	20,6	20,6	19,8	18,9	17,9	17,3
$T_{i,3}$	°C	17,4	17,6	18,1	18,9	19,8	20,2	20,6	20,6	19,8	18,9	18,0	17,4
$T_{i,4}$	°C	17,5	17,6	18,1	18,9	19,8	20,2	20,6	20,6	19,8	19,0	18,0	17,5
$T_{i,5}$	°C	17,4	17,6	18,1	18,9	19,8	20,2	20,6	20,6	19,8	18,9	18,0	17,4
$T_{i,6}$	°C	17,5	17,7	18,2	18,9	19,8	20,2	20,7	20,6	19,8	19,0	18,1	17,5
$T_{i,7}$	°C	17,6	17,7	18,2	19,0	19,8	20,3	20,7	20,6	19,9	19,0	18,1	17,6
$T_{i,8}$	°C	17,4	17,5	18,0	18,9	19,7	20,2	20,6	20,6	19,8	18,9	17,9	17,3
$T_{i,9}$	°C	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0
$T_{i,10}$	°C	17,6	17,7	18,2	19,0	19,8	20,3	20,7	20,6	19,8	19,0	18,1	17,5
$T_{i,11}$	°C	17,3	17,5	18,0	18,8	19,7	20,2	20,6	20,6	19,8	18,9	17,9	17,3
$T_{i,12}$	°C	17,3	17,4	17,9	18,8	19,7	20,2	20,6	20,6	19,7	18,8	17,8	17,2
$T_{i,13}$	°C	17,3	17,5	18,0	18,8	19,7	20,2	20,6	20,6	19,8	18,9	17,9	17,3

7.1 Zone <1> Zone 01 - Büro

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 $\vartheta_{h,Jan}$ = 19,9 °C und Q_l = 5,5 kWh/d
Wochenendbetrieb (31,5%) mit $\vartheta_{h,Jan}$ = 17,3 °C und Q_l = 0,0 kWh/d

Monat	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr

η_{source}		0,650	0,843	0,964	0,980	0,971	0,968	0,900	0,730
$\eta_{source,WE}$		0,679	0,962	1,000	1,000	1,000	1,000	0,983	0,768
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	83	66	64	66	66	60	66	760
t_h	h	709	744	720	744	744	672	744	7.098
$Q_{h,b,RE}$	kWh	61	189	425	563	528	451	316	2.801
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	10	132	192	172	143	66	715
Q_T	kWh	233	414	589	724	720	621	587	4.857
Q_V	kWh	106	167	225	271	270	234	225	1.961
Q_S^*	kWh	254	248	102	70	128	119	287	2.245
Q_I^*	kWh	98	134	155	170	162	142	142	1.375

η_{source} / $\eta_{source,WE}$ = 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

7.2 Zone <2> Zone 02 - Gruppenräume

Regelbetrieb (54,8%) mit $\vartheta_{h,Jan}$ = 19,5 °C und Q_I = 40,7 kWh/d
Wochenendbetrieb (45,2%) 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}		0,658	0,772	0,919	0,950	0,933	0,923	0,839	0,704
$\eta_{source,WE}$		0,673	0,955	0,999	1,000	0,999	0,999	0,979	0,729
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	591	301	291	301	301	271	301	4.808
t_h	h	395	744	720	744	744	672	744	5.754
$Q_{h,b,RE}$	kWh	399	705	1.480	1.980	1.842	1.541	1.125	10.586
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	227	1.046	1.482	1.341	1.097	617	5.809
Q_T	kWh	1.138	2.018	2.870	3.527	3.510	3.027	2.860	23.668
Q_V	kWh	452	675	879	1.047	1.043	907	882	7.918
Q_S^*	kWh	1.237	1.172	525	351	631	644	1.358	11.554
Q_I^*	kWh	478	588	698	762	739	653	643	6.359

7.3 Zone <3> Zone 03 - Mensa

Regelbetrieb (68,5%) mit $\vartheta_{h,Jan}$ = 19,5 °C und Q_I = 23,0 kWh/d
Wochenendbetrieb (31,5%) mit $\vartheta_{h,Jan}$ = 17,4 °C und Q_I = 0,0 kWh/d

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,399	0,579	0,747	0,807	0,763	0,760	0,686	0,532
$\eta_{source,WE}$		0,480	0,864	0,999	1,000	0,999	0,999	0,951	0,680
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	105	191	107	110	110	99	276	1.328
t_h	h	187	510	720	744	744	672	510	4.887
$Q_{h,b,RE}$	kWh	56	178	305	415	357	313	311	2.162
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	-	118	200	147	127	-	591
Q_T	kWh	291	515	733	901	896	773	730	6.043
Q_V	kWh	183	220	247	276	276	244	252	2.591
Q_S^*	kWh	325	413	181	136	269	220	491	3.408

Q_I*	kWh	196	296	376	426	399	357	351	3.219

7.4 Zone <4> Zone 04 - WC & Sanitär

Regelbetrieb (68,5%) mit $\vartheta_{h,Jan}$ = 19,9 °C und Q_I = 0,0 kWh/d
Wochenendbetrieb (31,5%) mit $\vartheta_{h,Jan}$ = 17,5 °C und Q_I = 0,0 kWh/d

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,724	0,905	0,974	0,987	0,980	0,967	0,891	0,743
$\eta_{source,WE}$		0,646	0,986	1,000	1,000	1,000	1,000	0,992	0,692
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	165	309	184	190	190	172	190	1.920
t_h	h	493	510	720	744	744	672	744	5.907
$Q_{h,b,RE}$	kWh	335	830	1.139	1.400	1.346	1.120	889	7.987
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	-	210	336	307	226	56	1.134
Q_T	kWh	446	791	1.125	1.383	1.376	1.187	1.122	9.281
Q_V	kWh	378	454	508	567	566	500	517	5.337
Q_S*	kWh	608	509	208	120	205	273	635	5.697
Q_I*	kWh	39	59	76	94	85	69	59	607

7.5 Zone <5> Zone 05 - sonstiger Aufenthalt

Regelbetrieb (68,5%) mit $\vartheta_{h,Jan}$ = 19,9 °C und Q_I = 10,6 kWh/d
Wochenendbetrieb (31,5%) mit $\vartheta_{h,Jan}$ = 17,4 °C und Q_I = 0,0 kWh/d

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,469	0,682	0,874	0,917	0,869	0,881	0,806	0,656
$\eta_{source,WE}$		0,466	0,807	0,999	1,000	0,997	0,999	0,945	0,746
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	90	163	90	93	93	84	236	1.225
t_h	h	247	510	720	744	744	672	510	5.339
$Q_{h,b,RE}$	kWh	40	161	360	498	414	378	341	2.442
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	-	95	164	110	106	-	475
Q_T	kWh	255	453	644	792	788	680	642	5.314
Q_V	kWh	140	199	252	297	296	258	254	2.339
Q_S*	kWh	317	436	197	156	306	222	475	3.257
Q_I*	kWh	127	193	245	271	254	231	230	2.206

7.6 Zone <6> Zone 06 - Nebenflächen

Regelbetrieb (68,5%) mit $\vartheta_{h,Jan}$ = 20,1 °C und Q_I = 0,0 kWh/d
Wochenendbetrieb (31,5%) mit $\vartheta_{h,Jan}$ = 17,5 °C und Q_I = 0,0 kWh/d

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,994	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,914
$\eta_{source,WE}$		0,956	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,863
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	167	203	196	203	203	183	203	1.994
t_h	h	493	744	720	744	744	672	744	6.255
$Q_{h,b,RE}$	kWh	328	814	1.249	1.540	1.507	1.279	1.099	8.852
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	35	224	333	318	253	145	1.307
Q_T	kWh	417	740	1.053	1.294	1.288	1.111	1.049	8.683

Q_V	kWh	217	385	547	672	669	577	545	4.512
Q_S*	kWh	406	259	102	60	99	128	328	3.396
Q_I*	kWh	11	16	26	34	33	28	23	215

7.7 Zone <7> Zone 07 - Küchen - Vorbereitung, Lager

Regelbetrieb (68,5%) mit $\vartheta_{h,Jan}$ = 20,1 °C und Q_I = 12,4 kWh/d
Wochenendbetrieb (31,5%) mit $\vartheta_{h,Jan}$ = 17,6 °C und Q_I = 0,0 kWh/d

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,401	0,528	0,617	0,657	0,638	0,633	0,566	0,489
$\eta_{source,WE}$		0,808	0,993	1,000	1,000	1,000	1,000	0,999	0,844
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	34	62	45	47	47	42	47	453
t_h	h	294	510	720	744	744	672	744	5.551
$Q_{h,b,RE}$	kWh	28	65	96	124	117	101	84	739
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	-	35	58	48	41	11	194
Q_T	kWh	83	147	209	257	256	220	208	1.724
Q_V	kWh	104	124	137	152	152	135	140	1.454
Q_S*	kWh	71	73	28	21	43	34	78	636
Q_I*	kWh	119	162	186	206	200	178	175	1.777

7.8 Zone <8> Zone 08 - Besprechung

Regelbetrieb (68,5%) mit $\vartheta_{h,Jan}$ = 19,9 °C und Q_I = 3,7 kWh/d
Wochenendbetrieb (31,5%) mit $\vartheta_{h,Jan}$ = 17,4 °C und Q_I = 0,0 kWh/d

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,547	0,725	0,839	0,880	0,853	0,850	0,748	0,660
$\eta_{source,WE}$		0,661	0,953	1,000	1,000	1,000	1,000	0,984	0,784
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	37	68	31	33	33	29	33	404
t_h	h	433	510	720	744	744	672	744	6.004
$Q_{h,b,RE}$	kWh	44	116	169	219	203	176	135	1.256
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	-	54	81	70	60	24	290
Q_T	kWh	102	182	258	318	316	273	258	2.131
Q_V	kWh	72	91	105	119	119	105	107	1.064
Q_S*	kWh	106	113	46	34	63	53	121	964
Q_I*	kWh	59	82	94	103	99	88	84	878

7.9 Zone <9> Zone 09 - Behandlungsräume

Regelbetrieb (68,5%) mit $\vartheta_{h,Jan}$ = 22,0 °C und Q_I = 5,8 kWh/d
Wochenendbetrieb (31,5%) mit $\vartheta_{h,Jan}$ = 22,0 °C und Q_I = 0,0 kWh/d

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,579	0,749	0,880	0,911	0,896	0,887	0,798	0,677
$\eta_{source,WE}$		0,803	0,991	1,000	1,000	1,000	1,000	0,995	0,789
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
t_h	h	709	744	720	744	744	672	744	6.996
$Q_{h,b,RE}$	kWh	50	125	236	307	292	247	185	1.623
$Q_{h,b,WE}$	kWh	9	61	133	172	159	134	91	778

Q_T	kWh	148	248	344	419	417	360	343	2.911
Q_V	kWh	149	191	226	259	258	227	229	2.249
Q_S^*	kWh	145	126	49	31	64	67	162	1.395
Q_I^*	kWh	94	128	152	168	159	139	135	1.363

7.10 Zone <10> Zone 10 - Nebenflächen mit RLT

Regelbetrieb (68,5%) mit $\vartheta_{h,Jan}$ = 20,2 °C und Q_I = 0,0 kWh/d
Wochenendbetrieb (31,5%) mit $\vartheta_{h,Jan}$ = 17,6 °C und Q_I = 0,0 kWh/d

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,992	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,857
$\eta_{source,WE}$		0,941	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,809
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	412	538	525	543	543	490	543	5.018
t_h	h	493	744	720	744	744	672	744	5.939
$Q_{h,b,RE}$	kWh	738	1.966	3.090	3.825	3.713	3.148	2.697	21.170
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	15	499	774	723	567	293	2.870
Q_T	kWh	1.037	1.840	2.616	3.216	3.200	2.760	2.608	21.577
Q_V	kWh	537	952	1.354	1.665	1.656	1.429	1.350	11.170
Q_S^*	kWh	1.106	767	312	189	330	400	907	9.550
Q_I^*	kWh	31	44	70	93	89	74	61	564

7.11 Zone <11> Zone 11 - Gruppenraum Kühlung

Regelbetrieb (54,8%) mit $\vartheta_{h,Jan}$ = 19,5 °C und Q_I = 45,0 kWh/d
Wochenendbetrieb (45,2%) 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}		0,677	0,794	0,929	0,957	0,944	0,933	0,851	0,720
$\eta_{source,WE}$		0,693	0,964	1,000	1,000	1,000	0,999	0,981	0,739
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	692	333	322	333	333	300	333	5.514
t_h	h	395	744	720	744	744	672	744	5.790
$Q_{h,b,RE}$	kWh	509	891	1.810	2.405	2.266	1.890	1.385	13.064
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	350	1.288	1.798	1.655	1.351	787	7.229
Q_T	kWh	1.325	2.350	3.342	4.108	4.087	3.526	3.331	27.562
Q_V	kWh	529	798	1.046	1.248	1.243	1.080	1.049	9.365
Q_S^*	kWh	1.411	1.258	546	354	633	677	1.520	12.877
Q_I^*	kWh	532	648	743	799	777	688	689	6.893

7.12 Zone <12> Zone 12 - Küche Kühlung

Regelbetrieb (68,5%) mit $\vartheta_{h,Jan}$ = 20,1 °C und Q_I = 2,2 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}		0,486	0,590	0,762	0,808	0,772	0,777	0,681	0,578
$\eta_{source,WE}$		0,663	0,907	0,998	1,000	0,997	0,998	0,970	0,748
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	13	8	8	8	8	7	8	116
t_h	h	477	744	720	744	744	672	744	6.253

$Q_{h,b,RE}$	kWh	14	27	53	71	65	57	44	391
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	2	22	32	27	24	13	119
Q_T	kWh	37	66	93	115	114	98	93	769
Q_V	kWh	24	32	38	44	44	39	39	373
Q_S^*	kWh	32	37	16	13	25	18	38	321
Q_I^*	kWh	26	32	40	44	42	38	37	368

7.13 Zone <13> Zone 13 - Besprechung Kühlung

Regelbetrieb (68,5%) mit $\vartheta_{h,Jan}$ = 19,9 °C und Q_I = 3,2 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}		0,527	0,708	0,840	0,883	0,847	0,846	0,732	0,644
$\eta_{source,WE}$		0,596	0,919	1,000	1,000	0,999	0,999	0,971	0,748
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	33	61	27	28	28	26	28	357
t_h	h	415	510	720	744	744	672	744	5.949
$Q_{h,b,RE}$	kWh	37	99	152	198	179	157	116	1.099
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	-	48	73	60	52	17	251
Q_T	kWh	93	165	235	289	288	248	234	1.940
Q_V	kWh	63	79	91	104	104	91	93	926
Q_S^*	kWh	101	116	47	35	70	57	124	973
Q_I^*	kWh	49	68	79	86	82	73	70	727

7.14 Summe Heizwärmebedarf

	Q_T kWh/a	Q_V kWh/a	Q_S^* kWh/a	Q_I^* kWh/a	$Q_{h,b}$ kWh/a	$Q_{h,b}$ kWh/(m²a)
<1> Zone 01 - Büro	4.857	1.961	2.245	1.375	3.516	46,9
<2> Zone 02 - Grupp	23.668	7.918	11.554	6.359	16.395	48,3
<3> Zone 03 - Mensa	6.043	2.591	3.408	3.219	2.754	22,2
<4> Zone 04 - WC &	9.281	5.337	5.697	607	9.121	42,4
<5> Zone 05 - sonst	5.314	2.339	3.257	2.206	2.917	27,9
<6> Zone 06 - Neben	8.683	4.512	3.396	215	10.159	44,4
<7> Zone 07 - Küche	1.724	1.454	636	1.777	933	17,8
<8> Zone 08 - Bespr	2.131	1.064	964	878	1.545	42,1
<9> Zone 09 - Behan	2.911	2.249	1.395	1.363	2.401	48,3
<10> Zone 10 - Nebe	21.577	11.170	9.550	564	24.040	39,2
<11> Zone 11 - Grup	27.562	9.365	12.877	6.893	20.293	54,1
<12> Zone 12 - Küch	769	373	321	368	511	54,8
<13> Zone 13 - Besp	1.940	926	973	727	1.350	42,2
	116.461	51.260	56.273	26.550	95.935	42,5

9.0 RLT-Systeme (DIN V 18599-3)

9.1 Gewählte RLT-Anlagen

Betrachtungsmonat Januar, θ_e = 1,0 °C

Zone	Feuchteanf.	No Anlage	Komponenten	$\theta_{SUP,Jan}$ °C

<1> Zone 01 - Büro	mT	204	RLT-Anlage	VE LH LK rec75	20,0
<2> Zone 02 - Gruppenräume	mT	204	RLT-Anlage	VE LH LK rec75	20,0
<3> Zone 03 - Mensa	mT	204	RLT-Anlage	VE LH LK rec75	20,0
<4> Zone 04 - WC & Sanitär	-	204	RLT-Anlage	VE LH LK rec75	20,0
<5> Zone 05 - sonstiger Auf	mT	204	RLT-Anlage	VE LH LK rec75	20,0
<7> Zone 07 - Küchen - Vorb	mT	204	RLT-Anlage	VE LH LK rec75	20,0
<8> Zone 08 - Besprechung	mT	204	RLT-Anlage	VE LH LK rec75	20,0
<9> Zone 09 - Behandlungsrä	mT	204	RLT-Anlage	VE LH LK rec75	20,0
<11> Zone 11 - Gruppenraum	mT	204	RLT-Anlage	VE LH LK rec75	20,0
<12> Zone 12 - Küche Kühlun	mT	204	RLT-Anlage	VE LH LK rec75	20,0
<13> Zone 13 - Besprechung	mT	204	RLT-Anlage	VE LH LK rec75	20,0

Zone <1> RLT-Anlage (204) mit $V_{SUP/ETA}$ = 300 / 300 m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, rec75
Zone <2> RLT-Anlage (204) mit $V_{SUP/ETA}$ = 3392 / 3392 m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, rec75
Zone <3> RLT-Anlage (204) mit $V_{SUP/ETA}$ = 2235 / 2235 m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, rec75
Zone <4> RLT-Anlage (204) mit $V_{SUP/ETA}$ = 3225 / 3225 m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, rec75
Zone <5> RLT-Anlage (204) mit $V_{SUP/ETA}$ = 733 / 733 m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, rec75
Zone <7> RLT-Anlage (204) mit $V_{SUP/ETA}$ = 788 / 788 m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, rec75
Zone <8> RLT-Anlage (204) mit $V_{SUP/ETA}$ = 551 / 551 m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, rec75
Zone <9> RLT-Anlage (204) mit $V_{SUP/ETA}$ = 497 / 497 m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, rec75
Zone <11> RLT-Anlage (204) mit $V_{SUP/ETA}$ = 3754 / 3754 m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, rec75
Zone <12> RLT-Anlage (204) mit $V_{SUP/ETA}$ = 140 / 140 m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, rec75
Zone <13> RLT-Anlage (204) mit $V_{SUP/ETA}$ = 480 / 480 m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, rec75

Feuchteanforderung mT / oT = mit / 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

9.2 Strombedarf der Ventilatoren

	$V_{mech,m}$ m³/h	t_V*d_V h/m	$p_{V,SUP}$ kW	$p_{V,ETA}$ kW	$W_{V,Jan}$ kWh
<1> Zone 01 - Büro	300	276	0,13	0,08	57
<2> Zone 02 - Gruppenräume	3392	153	1,41	0,94	361
<3> Zone 03 - Mensa	2235	191	0,93	0,62	297
<4> Zone 04 - WC & Sanitär	3225	276	1,34	0,90	619
<5> Zone 05 - sonstiger Auf	733	276	0,31	0,20	141
<7> Zone 07 - Küchen - Vorb	788	318	0,33	0,22	175
<8> Zone 08 - Besprechung	551	276	0,23	0,15	106
<9> Zone 09 - Behandlungsrä	497	276	0,21	0,14	95
<11> Zone 11 - Gruppenraum	3754	153	1,57	1,04	399
<12> Zone 12 - Küche Kühlun	140	318	0,06	0,04	31
<13> Zone 13 - Besprechung	480	276	0,20	0,13	92

monatliche Werte W_V [kWh]

	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
<1> Zone 01 - B	56	57	56	57	57	52	57	676
<2> Zone 02 - G	349	361	349	361	361	326	361	4.244
<3> Zone 03 - M	287	297	287	297	297	268	297	3.494
<4> Zone 04 - W	599	619	599	619	619	559	619	7.286
<5> Zone 05 - s	136	141	136	141	141	127	141	1.657
<7> Zone 07 - K	169	175	169	175	175	158	175	2.055
<8> Zone 08 - B	102	106	102	106	106	95	106	1.245
<9> Zone 09 - B	92	95	92	95	95	86	95	1.121
<11> Zone 11 -	386	399	386	399	399	360	399	4.696
<12> Zone 12 -	30	31	30	31	31	28	31	364
<13> Zone 13 -	89	92	89	92	92	83	92	1.082
	2.295	2.371	2.295	2.371	2.371	2.142	2.371	27.920

$V_{mech,m}$ = Zuluft- / Abluft-Volumenstrom, Regelwert = Luftwechselzahl * Luftvolumen
t_V*d_V = monatliche Betriebsstunden der RLT-Anlage = h/Tag * Tage * Nutzungsanteil im Regelbetrieb

$P_{V,SUP}$ / $P_{V,ETA}$ = elektrische Leistungsaufnahme [kW] der Zuluft- und Abluft-Ventilatoren
W_V = Endenergiebedarf für die Luftförderung im Betrachtungsmonat (Hilfsenergie)

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/m³	f_H	q_H Wh/m³	$Q_{V,H}$ kWh	$A_{K,A}$ m²
<1> Zone 01 - Büro	21,4	319	1,01	239	72	0,0
<2> Zone 02 - Gruppenräum	21,4	319	0,98	128	436	0,0
<3> Zone 03 - Mensa	21,4	319	0,98	161	359	0,0
<4> Zone 04 - WC & Sanitä	21,4	319	1,01	239	771	0,0
<5> Zone 05 - sonstiger A	21,4	319	1,01	239	175	0,0
<7> Zone 07 - Küchen - Vo	21,4	319	1,02	279	220	0,0
<8> Zone 08 - Besprechung	21,4	319	1,01	239	132	0,0
<9> Zone 09 - Behandlungs	21,4	319	1,01	239	119	0,0
<11> Zone 11 - Gruppenrau	21,4	319	0,98	128	482	0,0
<12> Zone 12 - Küche Kühl	21,4	319	1,02	279	39	0,0
<13> Zone 13 - Besprechun	21,4	319	1,01	239	115	0,0

Kennwerte für Zuluftkühlung im Juli

	Alt	$q_{C,12h}$ Wh/m³	f_C	q_C Wh/m³	$Q_{V,C}$ kWh	$A_{K,A}$ m²
<1> Zone 01 - Büro	-	307	0,98	223	67	0,0
<2> Zone 02 - Gruppenräum	-	307	1,04	131	445	0,0
<3> Zone 03 - Mensa	-	307	1,04	164	367	0,0
<4> Zone 04 - WC & Sanitä	-	307	0,98	223	720	0,0
<5> Zone 05 - sonstiger A	-	307	0,98	223	164	0,0
<7> Zone 07 - Küchen - Vo	-	307	0,95	250	197	0,0
<8> Zone 08 - Besprechung	-	307	0,98	223	123	0,0
<9> Zone 09 - Behandlungs	-	307	0,98	223	111	0,0
<11> Zone 11 - Gruppenrau	-	307	1,04	131	493	0,0
<12> Zone 12 - Küche Kühl	-	307	0,95	250	35	0,0
<13> Zone 13 - Besprechun	-	307	0,98	223	107	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
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

9.4 Energiebedarf für Zuluftvorwärmung

Zone <1> Zone 01 - Büro

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{V,H}$	kWh	4	19	50	74	72	59	45	349
$t_{h*,op}$	h	27	28	27	28	28	25	28	270
$Q_{h*,b}$	kWh	4	21	55	81	79	65	50	383
		4	21	55	81	79	65	50	383

Zone <2> Zone 02 - Gruppenräume

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{V,H}$	kWh	27	116	303	448	436	361	276	2.112
$t_{h*,op}$	h	15	15	15	15	15	14	15	135
$Q_{h*,b}$	kWh	30	128	334	493	479	397	304	2.323

		35	149	389	574	558	462	354	2.706

Zone <3> Zone 03 - Mensa

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{V,H}$	kWh	23	96	250	369	359	297	227	1.739
$t_{h*,op}$	h	18	19	18	19	19	17	19	168
$Q_{h*,b}$	kWh	25	105	275	406	395	327	250	1.913
		59	254	663	980	953	789	604	4.620

Zone <4> Zone 04 - WC & Sanitär

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{V,H}$	kWh	48	205	537	793	771	638	488	3.753
$t_{h*,op}$	h	27	28	27	28	28	25	28	270
$Q_{h*,b}$	kWh	53	226	590	872	848	702	537	4.129
		112	480	1.253	1.852	1.801	1.491	1.141	8.748

Zone <5> Zone 05 - sonstiger Aufenthalt

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{V,H}$	kWh	11	47	122	180	175	145	111	853
$t_{h*,op}$	h	27	28	27	28	28	25	28	270
$Q_{h*,b}$	kWh	12	51	134	198	193	160	122	938
		125	531	1.388	2.050	1.994	1.650	1.263	9.686

Zone <7> Zone 07 - Küchen - Vorbereitung, Lager

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{V,H}$	kWh	14	58	153	226	220	182	139	1.069
$t_{h*,op}$	h	31	32	31	32	32	29	32	311
$Q_{h*,b}$	kWh	15	64	168	248	241	200	153	1.175
		140	596	1.556	2.298	2.235	1.850	1.416	10.861

Zone <8> Zone 08 - Besprechung

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{V,H}$	kWh	8	35	92	135	132	109	83	641
$t_{h*,op}$	h	27	28	27	28	28	25	28	270
$Q_{h*,b}$	kWh	8	39	101	149	145	120	92	703
		148	634	1.657	2.447	2.380	1.970	1.507	11.565

Zone <9> Zone 09 - Behandlungsräume

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{V,H}$	kWh	7	32	83	122	119	98	75	578
$t_{h*,op}$	h	27	28	27	28	28	25	28	270
$Q_{h*,b}$	kWh	7	35	91	134	131	108	83	634
		155	669	1.747	2.582	2.511	2.078	1.590	12.199

Zone <11> Zone 11 - Gruppenraum Kühlung

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{V,H}$	kWh	30	129	336	496	482	399	305	2.337
$t_{h*,op}$	h	15	15	15	15	15	14	15	135
$Q_{h*,b}$	kWh	33	141	369	545	531	439	336	2.571
		189	810	2.117	3.127	3.042	2.517	1.926	14.770

Zone <12> Zone 12 - Küche Kühlung

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{V,H}$	kWh	2	10	27	40	39	32	25	190
$t_{h*,op}$	h	31	32	31	32	32	29	32	311
$Q_{h*,b}$	kWh	2	11	30	44	43	36	27	208
		191	822	2.147	3.171	3.084	2.553	1.953	14.979

Zone <13> Zone 13 - Besprechung Kühlung

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{V,H}$	kWh	7	31	80	118	115	95	73	559
$t_{h*,op}$	h	27	28	27	28	28	25	28	270
$Q_{h*,b}$	kWh	7	34	88	130	126	104	80	613
		198	855	2.234	3.301	3.211	2.657	2.033	15.591

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

	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
1 Fußbodenheizu	155	669	1.747	2.582	2.511	2.078	1.590	12.199
	155	669	1.747	2.582	2.511	2.078	1.590	12.199

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
$t_{h*,op} = t_{H,r} * t_{V,mech} * d_{V,mech} * b_{bv,mth} / b_{vh,a}$, 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

9.5 Energiebedarf für Zuluftkühlung

Zone <1> Zone 01 - Büro

		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{V,C}$	kWh	-	-	-	-	2	23	49	214
$t_{C*,op}$	h	-	-	-	-	10	275	267	1.172
$Q_{C*,b}$	kWh	-	-	-	-	2	23	49	214
		-	-	-	-	2	23	49	214

Zone <2> Zone 02 - Gruppenräume

		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{V,C}$	kWh	-	-	-	-	13	154	323	1.421
$t_{C*,op}$	h	-	-	-	-	6	153	148	652
$Q_{C*,b}$	kWh	-	-	-	-	13	154	323	1.421
		-	-	-	-	15	177	372	1.635

Zone <3> Zone 03 - Mensa

		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{V,C}$	kWh	-	-	-	-	11	127	266	1.170
$t_{C*,op}$	h	-	-	-	-	7	191	185	815
$Q_{C*,b}$	kWh	-	-	-	-	11	127	266	1.170
		-	-	-	-	26	303	638	2.805

Zone <4> Zone 04 - WC & Sanitär

		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{V,C}$	kWh	-	-	-	-	21	249	523	2.298

$t_{C*,op}$	h	-	-	-	-	5	276	267	1.132
$Q_{C*,b}$	kWh	-	-	-	-	21	249	523	2.298
		-	-	-	-	47	552	1.161	5.103

Zone <5> Zone 05 - sonstiger Aufenthalt

		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{V,C}$	kWh	-	-	-	-	5	56	119	522
$t_{C*,op}$	h	-	-	-	-	10	275	267	1.172
$Q_{C*,b}$	kWh	-	-	-	-	5	57	119	522
		-	-	-	-	52	608	1.280	5.625

Zone <7> Zone 07 - Küchen - Vorbereitung, Lager

		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{V,C}$	kWh	-	-	-	-	6	68	143	628
$t_{C*,op}$	h	-	-	-	-	11	304	308	1.336
$Q_{C*,b}$	kWh	-	-	-	-	6	68	143	628
		-	-	-	-	57	676	1.423	6.253

Zone <8> Zone 08 - Besprechung

		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{V,C}$	kWh	-	-	-	-	4	42	89	393
$t_{C*,op}$	h	-	-	-	-	10	275	267	1.172
$Q_{C*,b}$	kWh	-	-	-	-	4	42	89	393
		-	-	-	-	61	719	1.512	6.646

Zone <9> Zone 09 - Behandlungsräume

		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{V,C}$	kWh	-	-	-	-	3	38	81	354
$t_{C*,op}$	h	-	-	-	-	10	275	267	1.172
$Q_{C*,b}$	kWh	-	-	-	-	3	38	81	354
		-	-	-	-	64	757	1.593	7.000

Zone <11> Zone 11 - Gruppenraum Kühlung

		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{V,C}$	kWh	-	-	-	-	14	170	358	1.572
$t_{C*,op}$	h	-	-	-	-	6	153	148	652
$Q_{C*,b}$	kWh	-	-	-	-	14	170	358	1.572
		-	-	-	-	79	927	1.951	8.573

Zone <12> Zone 12 - Küche Kühlung

		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{V,C}$	kWh	-	-	-	-	1	12	25	112
$t_{C*,op}$	h	-	-	-	-	11	304	308	1.336
$Q_{C*,b}$	kWh	-	-	-	-	1	12	25	112
		-	-	-	-	80	939	1.976	8.684

Zone <13> Zone 13 - Besprechung Kühlung

		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{V,C}$	kWh	-	-	-	-	3	37	78	342
$t_{C*,op}$	h	-	-	-	-	10	275	267	1.172
$Q_{C*,b}$	kWh	-	-	-	-	3	37	78	342

-	-	-	-	83	976	2.054	9.026

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> = 0,984
$f_{T,c,T3}$ Abs.7.3,<2> = 1,040
$f_{T,c,T3}$ Abs.7.3,<3> = 1,040
$f_{T,c,T3}$ Abs.7.3,<4> = 0,984
$f_{T,c,T3}$ Abs.7.3,<5> = 0,984
$f_{T,c,T3}$ Abs.7.3,<7> = 0,945
$f_{T,c,T3}$ Abs.7.3,<8> = 0,984
$f_{T,c,T3}$ Abs.7.3,<9> = 0,984
$f_{T,c,T3}$ Abs.7.3,<11> = 1,040
$f_{T,c,T3}$ Abs.7.3,<12> = 0,945
$f_{T,c,T3}$ Abs.7.3,<13> = 0,984

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

9.6 Energiebedarf für Dampfbefeuchtung

nicht vorgesehen

10.0 Beleuchtungssysteme (DIN V 18599-4)

10.1 Tageslichtbereiche

Tageslichtbereiche an vertikalen Fassaden (13), mit Dachoberlichtern (3)
Bezüge siehe DIN V 18599-4
Der Verbauungsindex wird nach DIN V 18599, T4, Abs. 5.5.2 berechnet

Tageslichtbereiche an vertikalen Fassaden

Tageslichtbereich	Zone	E_m lx	A_{TL} m²	A_{RB} m²	Tageslicht	C_{TL} %
1 <1> Zone 01 - Büro » W	West 1	500	75,1	19,5	gut	81
2 <2> Zone 02 - Gruppenrä	Nord 2	300	263,5	129,1	gut	97
3 <3> Zone 03 - Mensa » O	Ost 3	200	124,1	35,1	gut	90
4 <4> Zone 04 - WC & Sani	West 4	200	13,3	5,3	gut	91
6 <5> Zone 05 - sonstiger	Süd 5	300	34,5	28,9	gut	89
7 <6> Zone 06 - Nebenfläc	West 6	100	43,4	17,4	gut	91
9 <7> Zone 07 - Küchen -	Süd 7	300	15,0	6,0	gut	88
10 <8> Zone 08 - Besprechu	Süd 8	500	12,9	8,4	gut	87
11 <9> Zone 09 - Behandlun	Ost 9	500	49,7	12,6	gut	81
12 <10> Zone 10 - Nebenflä	Nord 10	100	86,5	51,4	gut	97
14 <11> Zone 11 - Gruppenr	Nord 11	300	375,0	136,7	gut	95
15 <12> Zone 12 - Küche Kü	Süd 12	300	1,7	2,3	gut	89
16 <13> Zone 13 - Besprech	Süd 13	500	12,7	8,4	gut	87

Tageslichtbereiche mit Dachoberlichtern

Tageslichtbereich	Zone	E_m lx	A_{TL} m²	A_{RB} m²	Tageslicht	C_{TL} %
5 <4> Zone 04 - WC & Sanitär »	4	200	201,7	21,4	gering	83
8 <6> Zone 06 - Nebenflächen »	6	100	185,3	3,9	keine	0
13 <10> Zone 10 - Nebenflächen	10	100	526,5	13,3	keine	0

tageslichtversorgte Flächen nach Zonen

Zone	A_{NGF} [m²]	A_{TL} [m²]	A_{KTL} [m²]
<1> Zone 01 - Büro	75	75	0
<2> Zone 02 - Gruppenräu	339	264	76
<3> Zone 03 - Mensa	124	124	0
<4> Zone 04 - WC & Sanit	215	215	0
<5> Zone 05 - sonstiger	105	34	70
<6> Zone 06 - Nebenfläch	229	229	0
<7> Zone 07 - Küchen - V	53	15	38
<8> Zone 08 - Besprechun	37	13	24
<9> Zone 09 - Behandlung	50	50	0
<10> Zone 10 - Nebenfläc	613	613	0
<11> Zone 11 - Gruppenra	375	375	0
<12> Zone 12 - Küche Küh	9	2	8
<13> Zone 13 - Besprechu	32	13	19

A_{TL} = tageslichtversorgte Fläche = α_{TL} * b_{TL}, bei Dachoberlichtern manueller Ansatz
mit α_{TL} = Tiefe des Tageslichtbereichs = 2.5 * (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
A_{RB} = Fensterfläche (Rohbaumaße), E_m = Wartungswert der Beleuchtungsstärke (Zonenrandbedingung)
Tageslichtquotient D_{Rb} = max[(4.13 + 20 * l_{Tr} - 1.36 * l_{Rt}) * l_V; 0] (Gl.30),
bei Dachoberlichtern D_j = D_a * τ_{D65} * k * A_{RB} / A_{TL} * η_R (Gl. 35), mit D_a = Außentageslichtquotient nach Tab.17, η_R = Raumwirkungsgrad nach Tab. 18 / 19
c_{TL} = Tageslichtversorgungsfaktor = $c_{TL,Vers,SNA}$ * (1 - $t_{rel,TL,SA}$) + $c_{TL,Vers,SA}$ * $t_{rel,TL,SA}$ (Gl.31)
c_{TL} bei Dachoberlichtern nach Tab.23/24, abhängig von der Dachneigung und Flächenorientierung

10.2 Teilbetriebsfaktoren Tageslicht

	Bereich	C_{TL}	$C_{TL,kon}$	F_{TL} Jan %	Feb %	Mrz %	Apr %	Mai %	Jun %
1	<1> Zone 01 - Büro 1	81	57	61	55	51	48	46	46
2	<2> Zone 02 - Grup 2	97	60	51	44	38	35	33	32
3	<3> Zone 03 - Mens 3	90	60	54	48	43	40	37	37
4	<4> Zone 04 - WC & 4	91	60	53	47	42	39	36	36
5	<4> Zone 04 - WC & 4	83	50	69	62	56	52	49	49
6	<5> Zone 05 - sons 5	89	60	54	48	43	40	38	37
7	<6> Zone 06 - Nebe 6	91	60	53	47	42	39	36	36
8	<6> Zone 06 - Nebe 6	0	50	100	100	100	100	100	100
9	<7> Zone 07 - Küch 7	88	60	55	49	44	41	38	38
10	<8> Zone 08 - Besp 8	87	57	58	52	47	44	42	42
11	<9> Zone 09 - Beha 9	81	57	61	55	51	48	46	46
12	<10> Zone 10 - Neb 10	97	60	50	43	38	35	32	32
13	<10> Zone 10 - Neb 10	0	50	100	100	100	100	100	100
14	<11> Zone 11 - Gru 11	95	60	51	45	39	36	34	33
15	<12> Zone 12 - Küc 12	89	60	54	48	43	40	38	37
16	<13> Zone 13 - Bes 13	87	57	58	52	47	44	42	42

Kontrollsystem(e): manuell (REF)

$C_{TL,kon}$ = 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} * C_{TL} * $C_{TL,kon}$;0], Verteilungsschlüssel v_{Monat} nach Tab.26 / 27

10.3 Kunstlichtversorgung

elektrische Anschlussleistung für Kunstlichtbereiche (13)
Tabellenverfahren, monatlich berechnet (Januar)

	Bereich	Zone	E_m lx	Lampen	p_j W/m²	$f_{Prä}$	$t_{T,TL}$ h/m	$t_{T,KTL}$ h/a	t_N h/a	$Q_{l,b}$ kWh/m
1	<1> Zone 01 - Bür	1	500	9-1-1	6,5	0,85	110	2162	176	61
2	<2> Zone 02 - Gru	2	300	9-1-1	3,2	0,88	53	1225	0	70

3 <3> Zone 03 - Men	3	200	9-1-1	2,0	1,00	80	1750	0	20
4 <4> Zone 04 - WC	4	200	9-1-1	3,3	0,55	81	1399	114	63
5 <5> Zone 05 - son	5	300	9-1-1	3,6	0,75	89	1907	155	56
6 <6> Zone 06 - Neb	6	100	9-1-1	1,2	0,14	28	369	30	8
7 <7> Zone 07 - Küc	7	300	9-1-1	3,6	0,75	84	1808	1117	43
8 <8> Zone 08 - Bes	8	500	9-1-1	5,9	0,75	94	1907	155	33
9 <9> Zone 09 - Beh	9	500	9-1-1	6,6	1,00	132	2543	207	49
10 <10> Zone 10 - Ne	10	100	9-1-1	1,2	0,14	29	369	30	23
11 <11> Zone 11 - Gr	11	300	9-1-1	3,2	0,88	53	1225	0	64
12 <12> Zone 12 - Kü	12	300	9-1-1	3,6	0,75	81	1808	1117	8
13 <13> Zone 13 - Be	13	500	9-1-1	5,9	0,75	94	1907	155	28
									526

9-1-1 (0,44): LED-Leuchten, Vorschaltgerät EVG elektronisch, direkt, A_{KL} = 2.255 m²
Präsenzmelder: Zonen 4/, Konstantlichtregelung: nein

10.4 Endenergiebedarf für Beleuchtung Ql,f

Zone	Sep kWh	Okt kWh	Nov kWh	Dez kWh	Jan kWh	Feb kWh	Mär kWh	Jahr kWh
<1> Zone 01 -	36	40	42	48	43	36	37	452
<2> Zone 02 -	53	58	62	72	63	52	53	656
<3> Zone 03 -	16	19	21	24	20	16	16	204
<4> Zone 04 -	51	58	61	71	63	52	53	645
<5> Zone 05 -	52	55	55	58	56	50	54	643
<6> Zone 06 -	8	8	8	9	8	8	8	98
<7> Zone 07 -	41	42	42	44	43	38	42	496
<8> Zone 08 -	31	32	32	34	33	29	32	377
<9> Zone 09 -	41	45	49	55	49	40	42	515
<10> Zone 10 -	22	23	22	24	23	21	23	268
<11> Zone 11 -	45	52	59	70	57	46	44	565
<12> Zone 12 -	8	8	8	8	8	7	8	91
<13> Zone 13 -	26	28	27	29	28	25	27	319
	429	468	488	544	495	419	437	5.330

p_j = elektrische Bewertungsleistung = $p_{j,lx} * E_m * k_{WF} * k_A * k_L * k_{VB}$ 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 = $p_j * [A_{TL}*(t_{Tag,TL} + t_{Nacht}) + A_{KTL}*(t_{Tag,KTL} + t_{eff,Nacht})]$ (Gl.2)
$Q_{l,f} = \Sigma F_{t,n} * \Sigma Q_{l,b} = Q_{i,L,elektr}$ = Endenergiebedarf für Beleuchtung nach Zonen (Gl.1)

11.0 Klimakältesysteme (DIN V 18599-7)

11.1 Kühlenergiebedarf

Ausnutzungsgrad für Wärmequellen (Kühlbilanz)
Betrachtungsmonat Juli

Zone	Qsink	Qsource	γ	cwirk	τ	η
<1> Zone 01 - Büro	6	18	2,948	50,000	29,11	0,328
<2> Zone 02 - Gruppenräume	32	123	3,846	50,000	21,51	0,252
<3> Zone 03 - Mensa	11	45	4,170	50,000	16,38	0,230
<4> Zone 04 - WC & Sanitär	19	49	2,542	50,000	14,51	0,350
<5> Zone 05 - sonstiger Aufe	8	23	2,982	50,000	24,27	0,321
<6> Zone 06 - Nebenflächen	10	16	1,591	50,000	79,58	0,613
<7> Zone 07 - Küchen - Vorbe	5	18	3,888	50,000	13,34	0,241
<8> Zone 08 - Besprechung	4	9	2,460	50,000	13,63	0,358
<9> Zone 09 - Behandlungsräu	4	17	4,213	50,000	19,30	0,230

<10> Zone 10 - Nebenflächen	26	61	2,382	50,000	86,08	0,419
<11> Zone 11 - Gruppenraum K	37	132	3,561	50,000	20,96	0,270
<12> Zone 12 - Küche Kühlung	1	4	3,449	50,000	11,27	0,263
<13> Zone 13 - Besprechung K	3	9	2,689	50,000	13,55	0,331

Kühlenergiebedarf

Zone	Dez kWh	Jan kWh	Feb kWh	Mär kWh	Apr kWh	Mai kWh	Jun kWh	Jahr kWh
⇒ $Q_{C,b}$ (Raumklima)								
<1> Zone 01 -	4	7	6	34	143	146	210	1.261
<2> Zone 02 -	41	65	71	231	712	1.017	1.316	7.461
<3> Zone 03 -	103	151	134	320	640	584	669	5.212
<4> Zone 04 -	1	3	6	49	273	496	663	2.934
<5> Zone 05 -	29	61	45	158	362	223	269	2.550
<6> Zone 06 -	-	-	-	-	3	9	58	279
<7> Zone 07 -	103	115	105	160	228	233	255	2.316
<8> Zone 08 -	14	20	18	48	104	91	111	853
<9> Zone 09 -	22	28	28	73	189	200	246	1.587
<10> Zone 10 -	-	-	-	-	8	131	466	1.835
<11> Zone 11 -	39	59	67	236	787	1.037	1.377	7.776
<12> Zone 12 -	11	16	13	26	44	55	60	468
<13> Zone 13 -	13	20	18	49	112	91	111	858
⇒ $Q_{C*,b}$ (RLT)								
<1> Zone 01 -	-	-	-	-	2	23	49	214
<2> Zone 02 -	-	-	-	-	13	154	323	1.421
<3> Zone 03 -	-	-	-	-	11	127	266	1.170
<4> Zone 04 -	-	-	-	-	21	249	523	2.298
<5> Zone 05 -	-	-	-	-	5	57	119	522
<7> Zone 07 -	-	-	-	-	6	68	143	628
<8> Zone 08 -	-	-	-	-	4	42	89	393
<9> Zone 09 -	-	-	-	-	3	38	81	354
<11> Zone 11 -	-	-	-	-	14	170	358	1.572
<12> Zone 12 -	-	-	-	-	1	12	25	112
<13> Zone 13 -	-	-	-	-	3	37	78	342

Kühlenergiebedarf der Raumklimasysteme $Q_{C,b}$ und der RLT-Kühlregister $Q_{C*,b}$
$Q_{C,b} = (1 - \eta) * Q_{source}$ mit $Q_{source} = (Q_T + Q_V + Q_S + Q_I)_{source}$ (T2, Gl.2, nur Regelbetrieb)
berechnet mit $\theta_{i,c} = \theta_{i,c,soll}$ - 2K (T2 Gl.39), c_{wirk} und Zeitkonstante τ siehe Abschnitt 6.0

11.2 Maximal erforderliche Kälteleistung Qc,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
<1> Zone 01 - Büro	13	4,5	4,1	ja
<2> Zone 02 - Gruppenräume	9	20,8	17,8	ja
<3> Zone 03 - Mensa	9	10,4	9,5	ja
<4> Zone 04 - WC & Sanitär	13	9,7	5,7	ja
<5> Zone 05 - sonstiger Auf	13	5,7	6,4	ja
<6> Zone 06 - Nebenflächen	13	4,4	3,1	ja
<7> Zone 07 - Küchen - Vorb	15	2,0	1,7	ja
<8> Zone 08 - Besprechung	13	2,1	1,8	ja
<9> Zone 09 - Behandlungsrä	13	3,3	2,6	ja
<10> Zone 10 - Nebenflächen	13	9,3	6,5	ja
<11> Zone 11 - Gruppenraum	9	26,5	21,8	ja
<12> Zone 12 - Küche Kühlun	15	0,4	0,4	ja
<13> Zone 13 - Besprechung	13	2,0	1,8	ja
		101,1	83,2	

$Q_{c,max}$ = 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

11.3 <1> Zone 01 - Büro

Erzeuger-Nutzkältebedarf

RLT-Klimasystem: Kältesystem Kaltwasser 6/12 °C (2.255 m²)
<1> Zone 01 - Büro
<2> Zone 02 - Gruppenräume
<3> Zone 03 - Mensa
<4> Zone 04 - WC & Sanitär
<5> Zone 05 - sonstiger Aufenthalt
<6> Zone 06 - Nebenflächen
<7> Zone 07 - Küchen - Vorbereitung Lager
<8> Zone 08 - Besprechung
<9> Zone 09 - Behandlungsräume
<10> Zone 10 - Nebenflächen mit RLT
<11> Zone 11 - Gruppenraum Kühlung
<12> Zone 12 - Küche Kühlung
<13> Zone 13 - Besprechung Kühlung
Erzeuger-Nutzkältebedarf $Q_{c*,outg}$ = $Q_{c*,b}$ * η mit η = Nutzungsgrade der Kälteübergabe und -verteilung RLT
η = (4- $\eta_{c*,ce}$ - $\eta_{c*,ce,sens}$ - $\eta_{c*,d}$) = 4-0,9-0,94-0,9 = 1,260 (T7, Tab.13)
Bedarfszeit der RLT-Kühlung $t_{C*,op}$ nach T7, Gl.10, siehe RLT-Systeme

Raumklimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "<2> Zone 02 - Gruppenräume"

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C*,b}$	kWh	-	-	-	-	105	1.232	2.592	11.390
$Q_{C*,outg}$	kWh	-	-	-	-	132	1.552	3.266	14.351
$t_{C*,op}$	h	-	-	-	-	11	304	308	1.336

Hilfsenergiebedarf

Kälteverteilung: $W_{Z,aux,d}$ Strombedarf der Kälteverteilung mit dem vereinfachten Verfahren nach DIN V 18599-7:2018, Abs.6.5.3 für intermittierende Betriebsweise, mittlerer Rohrnetzwiderstand, praxisnahe Auslegung, mit den Netzteilen Primärkreis, Hauptverteiler, RLT-Kühlung
Kälteleistung der Versorgungseinheit Q_Z = 101,1 kW, Hilfsenergieaufwand $W_{Z,d}$

weitere Hilfsenergien ...
Pumpe eines Kreislaufverbundsystems zur WRG, geregelte Pumpe, $W_{hr,f}$ = V_{AI} * 0.015 * t_{WRG} / 1000

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$W_{Z,d}$	kWh	-	-	-	-	33	388	816	3.588
$W_{hr,f}$	kWh	1	1	1	1	1	1	1	9
	kWh	1	1	1	1	34	389	817	3.597

Kälteerzeugung

Kältespeicherung: Speicherverluste $Q_{C,s}$

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C,s}$	kWh	2	3	3	12	193	1.686	3.483	15.464

Kältemaschine: (240) 101,1 kW luftgekühlte Kompressionskältemaschinen, Kältemittel R134a, Kaltwasseraustrittstemperatur 6 °C (KKM), Kolben-/Scollverdichter, taktend (A),
Nennkälteleistungszahl EER = 2,70 mit $f_{C,B}$ = 1 (Baujahr 2010)
Teillast-Kennwerte PLV_{AV} nach Zonen, Tabellenwerte aus Anhang A:
Kennwerttabellen für Nutzungsart "Einzelbüro"

<1> Zone 01 - Büro , RLT-System, PLV_{AV} = 1,16
<2> Zone 02 - Gruppenräume, RLT-System, PLV_{AV} = 1,17
<3> Zone 03 - Mensa, RLT-System, PLV_{AV} = 1,14
<4> Zone 04 - WC & Sanitär, RLT-System, PLV_{AV} = 1,16
<5> Zone 05 - sonstiger Aufenthalt, RLT-System, PLV_{AV} = 1,16
<6> Zone 06 - Nebenflächen, RLT-System, PLV_{AV} = 1,16
<7> Zone 07 - Küchen - Vorbereitung, Lager, RLT-System, PLV_{AV} = 1,18
<8> Zone 08 - Besprechung, RLT-System, PLV_{AV} = 1,16
<9> Zone 09 - Behandlungsräume, RLT-System, PLV_{AV} = 1,16
<10> Zone 10 - Nebenflächen mit RLT, RLT-System, PLV_{AV} = 1,16
<11> Zone 11 - Gruppenraum Kühlung, RLT-System, PLV_{AV} = 1,17
<12> Zone 12 - Küche Kühlung, RLT-System, PLV_{AV} = 1,18
<13> Zone 13 - Besprechung Kühlung, RLT-System, PLV_{AV} = 1,16

elektrischer Endenergiebedarf Kältemaschine $Q_{C,f,el} = Q_{C,outg} / (EER * PLV_{AV})$
Speicherfaktor für Kältespeicherung, f_{SP} = 1,00 (Tab.40)

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C*,outg}$	kWh	-	-	-	-	132	1.552	3.266	14.351
$Q_{C,s}$	kWh	2	3	3	12	193	1.686	3.483	15.464
$Q_{C,f,el}$	kWh	-	-	-	-	42	495	1.041	4.575

11.4 <2> Zone 02 - Gruppenräume

Erzeuger-Nutzkältebedarf

RLT-Klimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "<1> Zone 01 - Büro "
Raumklimasystem: Raumkühlung Kaltwasser 18/20 (Bauteilaktivierung) (1.839 m²)
<1> Zone 01 - Büro
<2> Zone 02 - Gruppenräume
<3> Zone 03 - Mensa
<4> Zone 04 - WC & Sanitär
<5> Zone 05 - sonstiger Aufenthalt
<6> Zone 06 - Nebenflächen
<7> Zone 07 - Küchen - Vorbereitung Lager
<8> Zone 08 - Besprechung
<9> Zone 09 - Behandlungsräume
<10> Zone 10 - Nebenflächen mit RLT
Erzeuger-Nutzkältebedarf $Q_{c,outg} = Q_{c,b} * \eta$ mit η = Nutzungsgrade der Kälteübergabe und -verteilung Raum
$\eta = (4- \eta_{c,ce} - \eta_{c,ce,sens} - \eta_{c,d}) = 4\text{-}1{,}0\text{-}1{,}0\text{-}1{,}0 = 1{,}000$ (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	317	450	414	1.074	2.662	3.130	4.261	26.288
$Q_{c,outg}$	kWh	317	450	414	1.074	2.662	3.130	4.261	26.288
$t_{C,op}$	h	153	153	138	153	148	153	148	1.800

Hilfsenergiebedarf

Sekundärventilatoren zur Raumkühlung Standardwert 2018
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: $W_{Z,aux,d}$ Strombedarf der Kälteverteilung mit dem vereinfachten Verfahren nach DIN V 18599-7:2018, Abs.6.5.3 für intermittierende Betriebsweise, mittlerer Rohrnetzwiderstand, praxisnahe Auslegung, mit den Netzteilen Primärkreis, Hauptverteiler, Gebäudekühlung
Kälteleistung der Versorgungseinheit Q_Z = 86,7 kW, Hilfsenergieaufwand $W_{Z,d}$

weitere Hilfsenergien ...

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr

$Q_{C,ce,aux}$	kWh	2	3	2	7	16	19	25	159
$W_{Z,d}$	kWh	55	79	75	202	525	628	846	5.153
	kWh	57	82	77	208	541	647	871	5.311

Kälteerzeugung

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

Kältemaschine: (245) 86,7 kW luftgekühlte Kompressionskältemaschinen, Kältemittel R290,
Kaltwasseraustrittstemperatur 14 °C (KKM), Kolben-/Scollverdichter, taktend (A),
Nennkälteleistungszahl EER = 3,52 mit $f_{C,B}$ = 1,1 (Baujahr 2026)
Teillast-Kennwerte PLV_{AV} nach Zonen, Tabellenwerte aus Anhang A:
Kennwerttabellen für Nutzungsarten nach Tab. A.2
<1> Zone 01 - Büro , Raumklimasystem, PLV_{AV} = 1,28
<2> Zone 02 - Gruppenräume, Raumklimasystem, PLV_{AV} = 1,25
<3> Zone 03 - Mensa, Raumklimasystem, PLV_{AV} = 1,21
<4> Zone 04 - WC & Sanitär, Raumklimasystem, PLV_{AV} = 1,28
<5> Zone 05 - sonstiger Aufenthalt, Raumklimasystem, PLV_{AV} = 1,28
<6> Zone 06 - Nebenflächen, Raumklimasystem, PLV_{AV} = 1,28
<7> Zone 07 - Küchen - Vorbereitung, Lager, Raumklimasystem, PLV_{AV} = 1,22
<8> Zone 08 - Besprechung, Raumklimasystem, PLV_{AV} = 1,28
<9> Zone 09 - Behandlungsräume, Raumklimasystem, PLV_{AV} = 1,28
<10> Zone 10 - Nebenflächen mit RLT, Raumklimasystem, PLV_{AV} = 1,28

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	317	450	414	1.074	2.662	3.130	4.261	26.288
$Q_{C,f,el}$	kWh	73	103	95	245	605	710	964	5.966

11.5 <3> Zone 03 - Mensa

Erzeuger-Nutzkältebedarf

RLT-Klimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "<1> Zone 01 - Büro "
Raumklimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "<2> Zone 02 - Gruppenräume"

11.6 <4> Zone 04 - WC & Sanitär

Erzeuger-Nutzkältebedarf

RLT-Klimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "<1> Zone 01 - Büro "
Raumklimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "<2> Zone 02 - Gruppenräume"

11.7 <5> Zone 05 - sonstiger Aufenthalt

Erzeuger-Nutzkältebedarf

RLT-Klimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "<1> Zone 01 - Büro "
Raumklimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "<2> Zone 02 - Gruppenräume"

11.8 <6> Zone 06 - Nebenflächen

Erzeuger-Nutzkältebedarf

Raumklimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "<2> Zone 02 - Gruppenräume"

11.9 <7> Zone 07 - Küchen - Vorbereitung, Lager

Erzeuger-Nutzkältebedarf

RLT-Klimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "<1> Zone 01 - Büro "
Raumklimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "<2> Zone 02 - Gruppenräume"

11.10 <8> Zone 08 - Besprechung

Erzeuger-Nutzkältebedarf

RLT-Klimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "<1> Zone 01 - Büro "
Raumklimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "<2> Zone 02 - Gruppenräume"

11.11 <9> Zone 09 - Behandlungsräume

Erzeuger-Nutzkältebedarf

RLT-Klimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "<1> Zone 01 - Büro "
Raumklimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "<2> Zone 02 - Gruppenräume"

11.12 <10> Zone 10 - Nebenflächen mit RLT

Erzeuger-Nutzkältebedarf

Raumklimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "<2> Zone 02 - Gruppenräume"

11.13 <11> Zone 11 - Gruppenraum Kühlung

Erzeuger-Nutzkältebedarf

RLT-Klimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "<1> Zone 01 - Büro "
Raumklimasystem: Raumkühlung durch Direktverdampfung (417 m²)
<11> Zone 11 - Gruppenraum Kühlung
<12> Zone 12 - Küche Kühlung
<13> Zone 13 - Besprechung Kühlung
Erzeuger-Nutzkältebedarf $Q_{c,outg} = Q_{c,b} * \eta$ mit η = Nutzungsgrade der Kälteübergabe und -verteilung Raum
$\eta = (4- \eta_{c,ce} - \eta_{c,ce,sens} - \eta_{c,d}) = 4\text{-}1{,}0\text{-}0{,}87\text{-}1{,}0 = 1{,}130$ (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	63	95	98	311	944	1.183	1.549	9.102
$Q_{C,outg}$	kWh	71	107	111	352	1.066	1.337	1.750	10.285
$t_{C,op}$	h	153	153	138	153	148	153	148	1.800

Hilfsenergiebedarf

Sekundärventilatoren zur Raumkühlung Standardwert 2018
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: $W_{Z,aux,d}$ Strombedarf der Kälteverteilung mit dem vereinfachten Verfahren nach DIN V 18599-7:2018, Abs.6.5.3 für bedarfsgesteuerte Betriebsweise, Rohrnetz energetisch optimiert, optimale Auslegung, mit den Netzteilen Primärkreis, Hauptverteiler, Gebäudekühlung
Kälteleistung der Versorgungseinheit $Q_Z = 28{,}9$ kW, Hilfsenergieaufwand $W_{Z,d}$

weitere Hilfsenergien ...

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C,ce,aux}$	kWh	0	1	1	2	6	8	10	62
$W_{Z,d}$	kWh	2	3	3	10	31	39	51	297
	kWh	2	4	4	12	37	47	61	359

Kälteerzeugung

Kältespeicherung: Speicherverluste $Q_{C,s}$

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C,s}$	kWh	71	107	111	352	1.066	1.337	1.750	10.286

Kältemaschine: (154) 28,9 kW Raumklimasystem luftgekühlt, Multi-Split-System invertergeregelt (d) (KKM), Nennkälteleistungszahl EER = 2,80
Teillast-Kennwerte PLV_{AV} nach Zonen, Tabellenwerte aus Anhang A:
Kennwerttabellen für Nutzungsarten nach Tab. A.2
<11> Zone 11 - Gruppenraum Kühlung, Raumklimasystem, PLV_{AV} = 1,29
<12> Zone 12 - Küche Kühlung, Raumklimasystem, PLV_{AV} = 1,29
<13> Zone 13 - Besprechung Kühlung, Raumklimasystem, PLV_{AV} = 1,29

elektrischer Endenergiebedarf Kältemaschine $Q_{C,f,el} = Q_{C,outg} / (EER * PLV_{AV})$
Speicherfaktor für Kältespeicherung, f_{SP} = 1,00 (Tab.40)

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
$Q_{C,outg}$	kWh	71	107	111	352	1.066	1.337	1.750	10.285
$Q_{C,s}$	kWh	71	107	111	352	1.066	1.337	1.750	10.286
$Q_{C,f,el}$	kWh	39	59	61	195	590	740	969	5.695

11.14 <12> Zone 12 - Küche Kühlung

Erzeuger-Nutzkältebedarf

RLT-Klimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "<1> Zone 01 - Büro "
Raumklimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "<11> Zone 11 - Gruppenraum Kühlung"

11.15 <13> Zone 13 - Besprechung Kühlung

Erzeuger-Nutzkältebedarf

RLT-Klimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "<1> Zone 01 - Büro "
Raumklimasystem: Kälteversorgung siehe Zone "<11> Zone 11 - Gruppenraum Kühlung"

11.16 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	112	163	156	440	1.238	1.945	2.974	16.237
$Q_{C,aux}$	kWh	61	87	81	221	612	1.083	1.749	9.268
Strom-Mix	kWh	112	163	156	440	1.238	1.945	2.974	16.237

Für die Referenzberechnung werden in den Zonen 1 (201 Einzelbüro), 2 (208 Klassenzimmer (Schule), Gruppenraum (Kindergarten)), 3 (212 Kantine), 8 (204 Besprechung, Sitzung, Seminar), 10 (218 Nebenflächen (ohne Aufenthaltsräume)) nur 50% des Primärenergiebedarfs angerechnet (GEG A2)

Monat		Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jahr
Strom-Mix	kWh	76	111	109	318	914	1.343	1.972	10.966

12.0 Warmwassersysteme (DIN V 18599-8)

12.1 Nutzenergiebedarf Warmwasser

Zone	Nutzung	$q_{w,b}$ kWh/d je	Menge	$Q_{w,b,Jan}$ kWh/M	
<1> Zone 01 - Büro	nicht relevant			-	
<2> Zone 02 - Gruppe	nicht relevant			-	
<3> Zone 03 - Mensa	nicht relevant			-	
<4> Zone 04 - WC & S	vernachlässigt			-	b
<5> Zone 05 - sonsti	nicht relevant			-	
<6> Zone 06 - Nebenf	nicht relevant			-	
<7> Zone 07 - Küchen	nicht relevant			-	
<8> Zone 08 - Bespre	nicht relevant			-	
<9> Zone 09 - Behand	nicht relevant			-	
<10> Zone 10 - Neben	nicht relevant			-	
<11> Zone 11 - Grupp	nicht relevant			-	
<12> Zone 12 - Küche	nicht relevant			-	
<13> Zone 13 - Bespr	nicht relevant			-	

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

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

.....

13.0 Heizsysteme (DIN V 18599-5)

13.1 Maximal erforderliche Heizleistung Qh,max

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

Zone	$Q_{T,max}$ kW	$Q_{V,max}$ kW	V_{mech} m³/h	$Q_{V,mech}$ kW	$\Phi_{h,max}$ kW
<1> Zone 01 - Büro	1,7	0,3	299	0,8	2,8
<2> Zone 02 - Gruppenräume	8,6	1,4	3389	9,2	19,2
<3> Zone 03 - Mensa	2,2	0,4	2234	6,1	8,7
<4> Zone 04 - WC & Sanitär	3,3	0,7	3221	8,8	12,7
<5> Zone 05 - sonstiger Auf	1,9	0,4	731	2,0	4,2
<6> Zone 06 - Nebenflächen	3,0	0,8	0	0,0	3,8
<7> Zone 07 - Küchen - Vorb	0,6	0,2	789	2,1	2,9
<8> Zone 08 - Besprechung	0,8	0,1	553	1,5	2,4
<9> Zone 09 - Behandlungsrä	0,9	0,2	498	1,4	2,4
<10> Zone 10 - Nebenflächen	7,5	1,9	0	0,0	9,4
<11> Zone 11 - Gruppenraum	10,0	1,6	3757	10,2	21,9
<12> Zone 12 - Küche Kühlun	0,3	0,1	140	0,4	0,7
<13> Zone 13 - Besprechung	0,7	0,1	480	1,3	2,1

$Q_{T,max}$ = Heizleistung zur Deckung der Transmissionswärmeverluste inklusive Wärmebrücken. Wärmetransfer zu benachbarten Zonen $Q_{T,iz}$ temperaturgewichtet mit $T_{i,min,H}$.

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

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

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

$\Phi_{h,max} = Q_{T,max} + 0,5 * Q_{V,max} + Q_{V,mech}$ = erforderliche Heizleistung in der Gebäudezone (T2 Gl.B.4)

13.2 Eingesetzte Heizsysteme

Anlage	Versorgungsbereich Zone(n)	$Q_{h,b}$ kWh/Jahr	$\Phi_{h,max}$ kW	$Q_{N,h}$ kW

1 Fußbodenheizung Nasssystem	*	85.981	68,7	118,3
2				

* = 1/2/3/4/5/6/7/8/9/10/

<1> hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich, n<=10, System Nasssystem, Raumtemperaturregelung Pi-Regler nicht zertifiziert, intermittierender Heizbetrieb ja, 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	2.088	5.497	11.096	14.661	13.712	11.507	8.485	73.782
$Q_{h*,b,<1>}$	kWh	155	669	1.747	2.582	2.511	2.078	1.590	12.199

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

13.3 Heizzeiten

(1) Bereich "Fußbodenheizung Nasssystem", Leitzone <1> Zone 01 - Büro

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
t_{h} <1>	h/m	709	744	720	744	744	672	744	7.098
$t_{h,rL,d}$ <1>	h/d	13	13	16	18	17	17	16	
$d_{h,rB}$ <1>	d/m	20	23	24	26	26	23	25	229
$t_{h,rL}$ <1>	h/m	266	308	389	462	460	400	391	3.464

$t_h = t_{h,Nutz} + t_{h,WE}$ = 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

13.4 Heizwärmeübergabe

(1) Fußbodenheizung Nasssystem
hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich, n<=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°K (T5 Gl.35)
$Q_{h,ce} = Q_{h,b} * \Delta\vartheta_{ce} /(T_{i,h} - T_e)$ (Gl.34) (12,4%)

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	2.088	5.497	11.096	14.661	13.712	11.507	8.485	73.782
$Q_{h,ce}$	kWh	592	909	1.248	1.386	1.303	1.145	989	9.186
$\Sigma Q_{h,b+ce}$	kWh	2.681	6.406	12.344	16.048	15.015	12.652	9.474	82.968

Nutz-Heizwärmebedarf $Q_{h,b}$ (nach T2), Regel- und WE-Betrieb, ohne RLT-Wärmebedarf
Verluste der Wärmeübergabe $Q_{h,ce} = Q_{h,b} * \Delta\vartheta_{ce} /(T_{i,h} - T_e)$ (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

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 Etagenverteilertyp, Flächenheizung, Leitunglängen nach Abs.6.3 mit $A_{Nutz,Heizbereich}$ = 2258,0 m², Geschosshöhe i.M. = 4,00 m, 2 Geschosse. manuell
Vor- / Rücklauftemperatur (Auslegung) θ_{VA} = 35 °C / θ_{RA} = 28 °C, Umgebungstemperatur in der thermischen Hülle = Bilanzinnentemperatur, Überströmung im Verteilkreis 20,0 l/kW.
Wärmedurchgangszahlen U_i nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

Heizungspumpe: Differenzdruck des Verteilsystems = 51 kPa (aus Rohrleitung, Erzeuger, Wärmemengenzähler, Strangarmaturen)
Korrekturfaktoren $f_{hydr.\ Abgleich}$ = 1,02, $f_{Netzform}$ = 1,00, $f_{d,Pumpenmanagement}$ = 0,75
Heizungspumpe Δp variabel, bedarfsgerecht, P_{Pumpe} unbekannt, intermittierend

	Verteilung (V)	Stränge (S)	Anbindung (A)
(1) Fußbodenheizung Nasssystem			
Leitungslängen l_i	400,0 m	60,0 m	- m
Wärmedurchgangszahlen U_i	0,200 W/(mK)	0,255 W/(mK)	0,255 W/(mK)
Umgebungstemperaturen $\theta_{I,i}$	20,0 °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 $Q_{I,h,d}$ und Hilfsenergiebedarf $Q_{h,d,aux}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
(1) Fußbodenheizung Nasssystem									
$\beta_{h,d}$		0,06	0,13	0,25	0,31	0,29	0,27	0,19	
$\theta_{VL,av}$	°C	22,0	23,1	25,0	25,9	25,6	25,3	24,0	
$\theta_{RL,av}$	°C	21,5	22,1	23,0	23,4	23,3	23,2	22,5	
$Q_{h,d}$	kWh	28	64	143	208	198	162	117	1.014
$W_{h,d}$	kWh	43	52	63	74	72	63	60	551
$Q_{I,h,d}$	kWh	28	64	143	208	198	162	117	1.014

Leitungsverluste $Q_{h,d}$ = 1,2 %, ungeregelte Wärmeeinträge $Q_{I,h,d}$ = 1,2 %
Aufteilung $Q_{I,h,d}$: 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 = $\Sigma\ l_i * U_i\ (\theta_{HK,m} - \theta_{I,i}) * t_{h,rL,i}/1000$ [kWh] (Gl.52)
$Q_{I,h,d} = Q_{h,d}$ = ungeregelte Wärmeeinträge in Zonen mit innen liegenden Leitungen
$W_{h,d} = W_{h,d,hydr} * e_{h,d,aux}$ = Hilfsenergiebedarf der Heizungspumpe (Gl.55)
$W_{h,d} = W_{h,d,hydr} * e_{h,d,aux} * ((1.03 * t_{h,rL} + f_{P,A} * (t_h - t_{h,rL})) / t_h)$ (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)

13.6 Nutzwärmebedarf der Erzeugung

(1) Fußbodenheizung Nasssystem

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,out}$*	kWh	2.864	7.140	14.234	18.838	17.724	14.892	11.181	96.181

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

13.7 Heizwärmepufferspeicher

Heizbereiche (1)

(1) Fußbodenheizung Nasssystem
Speicher: zur Wärmepumpe
Speicher-Nenninhalt V = 1000 l, Umgebungstemperatur θ_u = 13,0 °C
Bereitschaftswärmeverlust $q_{B,S}$ = 4,8 kWh/d, Faktor für die Verbindungsleitung f_{con} = 1,20
Speicherladepumpe, Leistungsaufnahme P_{Pumpe} = 108 W

$Q_{h,s} = f_{con} * (\theta_{h,s} - \theta_u) / 45 * d_{h,mth} * q_{B,S}$ = Speicherverluste (Gl.68)
$Q_{l,h,s} = Q_{h,s}$ bei Aufstellung im beheizten Bereich (ungeregelte Wärmeeinträge, Gl.69)
$W_{h,s} = P_{Pumpe} * \beta_{h,s} * 24 * d_{mth} / 1000$ = Hilfsenergiebedarf (Gl.71)

(1) Fußbodenheizung Nasssystem

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$\theta_{h,s}$	°C	22	23	24	25	25	25	24	
$Q_{h,s}$	kWh	34	39	44	49	48	42	42	335
$W_{h,s}$	kWh	5	11	22	30	28	23	18	157

13.8 solare Heizungsunterstützung

nicht vorgesehen

13.9 Heizungswärmepumpen

Heizbereiche (1)

(1) Fußbodenheizung Nasssystem
Wärmepumpe 1, Luft-Wasser WP (Standard) ab 2010
für Heizung und WW, 139,8 kW
Energieträger Strom-Mix, maximale Laufzeit 20 h/d

Leistungszahl im Prüfstand COP = 3,8 bei A7/W35
Die Leistungszahlen (COP) werden für die mittleren, monatlichen Vorlauftemperaturen $\theta_{VL}(\beta_h)$ (Gl.14) und stundenanteilig für die Temperaturklassen -7 / 2 / 7 / 20 °C korrigiert
Stundensummen in den Temperaturklassen nach DIN V 18599-5, Tab.31
COP-Koeffizienten durch Inter- / Extrapolation aus tabellierten Werten (Normwerte / Herstellerangaben)

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

Wärmepumpe 1, Jahresarbeitszahl$_{Hzg}$ = 3,46

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,outg}$	kWh	2.898	7.178	14.278	18.887	17.772	14.934	11.223	96.516
COP		4,67	4,00	3,66	3,42	3,44	3,45	3,67	
$t_{ON,g,d}$	h/d	0,7	1,8	3,9	5,3	5,1	4,6	3,0	
$Q_{h,f}$	kWh	727	1.909	4.042	5.682	5.370	4.468	3.200	27.872
$Q_{h,in}$	kWh	2.172	5.270	10.237	13.205	12.402	10.467	8.024	68.644

13.10 Konventionelle Heizwärmeerzeuger

Heizbereiche (1)

(1) "Fußbodenheizung Nasssystem", Zonen 1/2/3/4/5/6/7/8/9/10 (A_{NGF} = 1.839 m²)
Ein konventioneller Wärmeerzeuger ist nicht erforderlich

13.11 Endenergie Heizwärme

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,f}$	kWh	727	1.909	4.042	5.682	5.370	4.468	3.200	27.872
W_h	kWh	48	63	86	103	100	86	77	708
Strom-Mix	kWh	727	1.909	4.042	5.682	5.370	4.468	3.200	27.872
$Q_{I,h,<1>}$	kWh/d	0,0	0,1	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	
$Q_{I,h,<2>}$	kWh/d	0,2	0,4	0,9	1,2	1,2	1,1	0,7	
$Q_{I,h,<3>}$	kWh/d	0,1	0,1	0,3	0,5	0,4	0,4	0,3	
$Q_{I,h,<4>}$	kWh/d	0,1	0,2	0,6	0,8	0,7	0,7	0,4	
$Q_{I,h,<5>}$	kWh/d	0,1	0,1	0,3	0,4	0,4	0,3	0,2	
$Q_{I,h,<6>}$	kWh/d	0,1	0,3	0,6	0,8	0,8	0,7	0,5	
$Q_{I,h,<7>}$	kWh/d	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	
$Q_{I,h,<8>}$	kWh/d	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
$Q_{I,h,<9>}$	kWh/d	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	
$Q_{I,h,<10>}$	kWh/d	0,3	0,7	1,6	2,2	2,1	1,9	1,3	

$Q_{h,f}$ = 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)
$Q_{I,h}$ = ungeregelte Wärmeeinträge = $Q_{I,h,d} + Q_{I,h,s} + Q_{I,h,g}$ (Gl.7)
Die Energieanteile nach Energieträgern werden bei Bedarf nach anteiliger Kesselbelastung aufgeteilt
Ungeregelte Wärmeeinträge werden bei Bedarf flächengewichtet auf die Zonen aufgeteilt

.....

14.0 Energiebedarf (DIN V 18599-1)

14.1 Stromerzeugende Systeme

Eine BHKW-Anlage ist nicht vorgesehen

Stromgutschrift für Strom aus erneuerbaren Energiequellen
Stromangebot aus Photovoltaikanlage nach GEG 2024 und DIN V 18599-9:2018
Peakleistung 79,72 kWp, quadratmeterbezogen 79,72 / (2255,4) = 0,035 kWp/m²
438m² PV-Module S-W 15° Standort Deutschland (Potsdam)
$Q_{f,prod,PV} = E_{sol} * P_{pk} * f_{perf} / I_{ref}$, DIN V 18599-9:2018, Gl.64
$Q_{f,nutz,PV}$ durch monatliche Aufrechnung MIN($Q_{f,prod,PV}$ / Q_{Bedarf}) (anrechenbar)

Strombedarf für Heizwärme Klimakälte Beleuchtung Hilfsenergie

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Strombedarf	kWh	5.811	5.728	7.166	8.875	8.585	7.352	6.747	87.335
Stromangebot	kWh	5.620	3.673	1.405	854	1.452	1.774	4.441	63.249
anrechenbar	kWh	5.620	3.673	1.405	854	1.452	1.774	4.441	56.098

Jahres-Stromproduktion = 63.249 kWh/a, Strombedarf = 87.335 kWh/a, anrechenbar = 56.098 kWh/a

14.2 Energiebedarf nach Energieträgern

Energieträger	Prozessbereich	Zonen	Endenergie kWh/a	f_P	$f_{Hs/Hi}$	Q_P kWh/a
Strom-Mix	Heizwärme	*	27.872	1,80	1,00	50.170
Strom-Mix	Klimakälte	**	10.966	1,80	1,00	19.739
Strom-Mix	Beleuchtung	***	5.330	1,80	1,00	9.594
Strom-Mix	Hilfsenergie		37.896	1,80	1,00	68.212
Strom-Mix	Stromgutschrift		-56.099	1,80	1,00	-100.977
		Σ [kWh/Jahr]	25.965			46.738

* = 1/2/3/4/5/6/7/8/9/10/
** = 1/2/3/4/5/6/7/8/9/10/11/12/13/
*** = 1/2/3/4/5/6/7/8/9/10/11/12/13/

$Q_P = \Sigma Q_{f,i} * f_{P,i} / f_{Hs/Hi,i}$ (DIN V 18599-1, Gl.22)
Jahres-Primärenergiebedarf q_P = 46.738 / 2.255 = **20,7** kWh/(m²a) (ΣA_{NGF} = 2.255 m²)
Endenergie brennwertbezogen = 25.965 kWh/a = Jahressummen aus den Prozessbereichen
f_P = Primärenergiefaktoren energieträgerbezogen nach DIN V 18599-1, Tab.A.1
Endenergiebedarf: Hilfsenergie 16,8 kWh/(m²a), Strom-Mix 19,6 kWh/(m²a), Stromgutschrift [Strom-Mix] -24,9 kWh/(m²a)

Treibhausgasemissionen (CO2)

Energieträger	Endenergie kWh/a	Emissionsfaktor g CO2/kWh	Emissionen kg/a	kg/(m²a)
Strom-Mix	27.872	560	15.608	
Strom-Mix	10.966	560	6.141	
Strom-Mix	5.330	560	2.985	
Strom-Mix	37.896	560	21.222	
Strom aus PV	-	560	-31.415	
	82.064		14.540	6,4

Emissionsfaktoren nach GEG 2020, Anlage 9, Endenergiebedarf heizwertbezogen
Gutschrift für PV-Strom = - 45955,6 / 82064,0 * 56099 = -31.415 KWh/a (GEG A9, Abs.1g)

14.3 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
<1> Zone 01 - Bür	75	-	452	416	-	1.329	2.198
<2> Zone 02 - Gru	339	-	656	2.507	-	6.194	9.357
<3> Zone 03 - Men	124	-	204	1.802	-	1.040	3.046
<4> Zone 04 - WC	215	-	645	1.476	-	3.444	5.566
<5> Zone 05 - son	105	-	643	867	-	1.101	2.611
<6> Zone 06 - Neb	229	-	98	79	-	3.839	4.016
<7> Zone 07 - Küc	53	-	496	830	-	351	1.677
<8> Zone 08 - Bes	37	-	377	352	-	583	1.312
<9> Zone 09 - Beh	50	-	515	548	-	906	1.969
<10> Zone 10 - Ne	613	-	268	518	-	9.081	9.867
<11> Zone 11 - Gr	375	-	565	5.747	-	-	6.312
<12> Zone 12 - Kü	9	-	91	356	-	-	448
<13> Zone 13 - Be	32	-	319	737	-	-	1.056
Gebäude	2.255	-	5.330	16.236	-	27.867	49.434

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

14.4 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	12,4	2,4	19,7	0,0	38,1	72,6
Endenergiebedarf	12,4	2,4	9,0	0,0	12,7	36,4
Primärenergiebedarf	22,3	4,3	16,1	0,0	22,8	65,5

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

.....

15.0 Nachweise

für ein neu errichtetes Gebäude
Referenzberechnung = "261007-EG40-Referenz"

15.1 Nachweis der thermischen Hülle

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

15.2 Nachweis des Primärenergiebedarfs

Höchstwert des grundflächenbezogenen Jahres-Primärenergiebedarfs nach GEG ´20, § 18
zul $q_{P,REF}$ = 118,5 kWh/(m²a), aus der Referenzberechnung
zul q_P = 118,5 - 45% = 65,2 kWh/(m²a), geforderte Unterschreitung nach GEG §18 und GEG-Novelle 2023 / 2024
vorh q_P = 46.738 / 2255,4 = 20,7 kWh/(m²a)

vorh q_P = 20,7 ≤ 65,2 kWh/(m²a), **Grenzwert wird eingehalten**

15.8 Nachweis der Nutzung erneuerbarer Energien

Nachweis 65% E r n e u e r b a r e
Erfüllungsoption ohne rechnerischen Nachweis des Deckungsanteils

Erfüllungsoption: elektrisch angetriebene Wärmepumpe (§71c)
Heizbereiche ohne Wärmepumpe: keine (OK)

Die Anforderungen an die Heizungsanlage nach GEG 2024 §71 **werden erfüllt**

.....

20.0 Bundesförderprogramme (BEG)

Bundesförderprogramme für den Neubau von Nichtwohngebäuden

Technische Mindestanforderungen zum Programm:
KFW-Förderprogramme für den klimafreundlichen Neubau von Nichtwohngebäuden ab 1.3.2023,
Effizienzgebäude EG40, GWP_{100} <= Grenzwert kg CO2 Äqu./(m2 a) (LCA, projektspezifisch)

Referenzberechnung = "261007-EG40-Referenz"

	Primärenergiebedarf		------ mittlere U-Werte ------				
		Qp´´	Opake	Fenster	Vorhf.	Oberl.	
		kWh/(m²a)	W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)	
Referenzberechnung	100 %	118,5					
erreicht Ti >= 19°C	17 %	20,7	0,14	1,00		1,60	
Effizienzgebäude 40	40 %	47,4	0,18	1,00	1,00	1,60	**OK**

LCA-Grenzwert GWP_{100} ≤ Anforderung projektspezifisch [kg CO2 Äqu./(m2 a)]

Der Nachweis zur Begrenzung der Treibhausgas-Emissionen im Lebenszyklus liegt nicht vor

NH-Paket (Nachhaltigkeitszertifikat)

Eine anerkannte Nachhaltigkeitszertifizierung nach BMI liegt nicht vor

Ein klimafreundliches Nichtwohngebäude KFNWG wird nicht erreicht.