

Bauphysikalische Berechnung

Energieeinsparnachweis gem. Gebäudeenergiegesetz 2020
ab dem 01.01.2024 (GEG2024)
Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes



Projekt:

Neubau der Schulteile für die RS Werner von
Siemens und die GS Lankow für Schülerinnen und
Schüler mit Förderbedarf in der emotional-
sozialen Entwicklung und Bürgerzentrum Lankow
Julius-Polentz-Straße
19057 Schwerin

Bauherr:

Zentrales Gebäudemanagement
ZGM Schwerin
Friesenstraße 29
19059 Schwerin

Entwurfsverfasser:

Bastmann Zavracky
Architekten und Generalplaner
Am Kreuzgraben 1a
18146 Rostock

Inhalt

Verwendete Normen, Verordnungen und Richtlinien	4
A. Vorbemerkungen	5
Wärmeschutznachweis	5
Objektbeschreibung	5
Allgemeines	5
Grundlagen	5
Anforderungen	5
Software	5
Wärmebrücken	5
Feuchteschutz	6
Luftdichtheit	6
Thermische Hülle	6
Ausführungshinweise	14
Temperaturkonzept	14
Zonierung	18
Anlagentechnik	25
Sommerlicher Wärmeschutznachweis	26
Grundlagen	26
Randbedingungen	26
Hinweise	26
B. Ergebnisse	39
Wärmeschutznachweis	39
Sommerlicher Wärmeschutznachweis	41
C. Bauteilquerschnitte	42
Bauteil: 11-Bodenplatte-EG (11)	42
Bauteil: 12-Bodenplatte-KG (12)	43
Bauteil: 13-Lift-Unterfahrt (13)	44
Bauteil: 21-Aussenwand (21)	45
Bauteil: 22-Aussenwand-Kellergeschoss (22)	46
Bauteil: 23-Lift-Unterfahrt (23)	47
Bauteil: 24-Lift-Überfahrt (24)	48
Bauteil: 25-Panel-Fenster (25)	49
Bauteil: 26-Aussenwand-Treppenhaus (26)	50
Bauteil: 41-Dach (41)	51
Bauteil: 42-Dach-Bürgerzentrum (42)	52
Bauteil: 43-Decke nach unten (43)	53
Bauteil: 44-Zwischendach (44)	54
Bauteil: 45-Lift-Überfahrt (45)	55
Bauteil: 51-Fenster (51)	56
Bauteil: 52-Kellerfenster (52)	56
Bauteil: 53-RWA (53)	56
Bauteil: 58-Aussentür (58)	56
Bauteil: 59-Aussentür (59)	56
Bauteil: 71-PRF (71)	56
D. Energetische Bewertung von Gebäuden	57
1.0 Geplante Gebäudezonen (DIN V 18599-1)	57
2.0 Transmissionswärmetransfer (DIN V 18599-2)	58
3.0 Lüftungswärmetransfer (DIN V 18599-2)	64
4.0 Solare Wärmequellen (DIN V 18599-2)	66
5.0 Interne Wärme- und Kältequellen (DIN V 18599-2)	68
6.0 Ausnutzungsgrad für Wärmequellen (DIN V 18599-2)	69
7.0 Heizwärmebedarf (DIN V 18599-2)	71
9.0 RLT-Systeme (DIN V 18599-3)	79
10.0 Beleuchtungssysteme (DIN V 18599-4)	83
11.0 Klimakältesysteme (DIN V 18599-7)	86
12.0 Warmwassersysteme (DIN V 18599-8)	88
13.0 Heizsysteme (DIN V 18599-5)	91
14.0 Energiebedarf (DIN V 18599-1)	99

15.0 Nachweise	101
17.0 Nutzung von erneuerbaren Energien	102
20.0 Bundesförderprogramme (BEG)	103
E. Energetische Bewertung von Gebäuden (Referenzgebäude)	104
G. Aufgestellt	152

Verwendete Normen, Verordnungen und Richtlinien

Gebäudeenergiegesetz - GEG 2024

Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden, Gesetz vom 08. August 2020 zuletzt geändert am 16. Oktober 2023

DIN V 18599:2018 Teil 1 - 12

Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung

DIN 4108-2:2013-02

Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz

DIN 4108-3:2018-10

Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz

DIN 4108-4:2013-02

Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 4: Wärme- und feuchteschutztechnische Bemessungswerte

DIN EN ISO 6946:2008-04

Bauteile - Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient - Berechnungsverfahren (ISO 6946:2007); Deutsche Fassung EN ISO 6946:2007

DIN EN ISO 13370:2008-04

Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden - Wärmeübertragung über das Erdreich - Berechnungsverfahren (ISO:13370:2007); Deutsche Fassung EN ISO 13370:2007

DIN EN ISO 10077-1:2010-05

Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen, Abschlüssen - Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten - Teil 1: Allgemeines (ISO 10077-1:2006 + Cor. 1:2009); Deutsche Fassung EN IS 10077-1:2006 + AC:2009

In diesem Dokument wird aus Gründen der besseren Lesbarkeit das generische Maskulinum verwendet. Weibliche und anderweitige Geschlechteridentitäten werden dabei ausdrücklich mitgemeint, soweit es für die Aussage erforderlich ist.

A. Vorbemerkungen

Wärmeschutznachweis

Objektbeschreibung

Bei dem geplanten Gebäude handelt es sich um den Neubau eines Schulgebäudes mit 3 Etagen und einem Zweigeschossigen Bürgerzentrum welches eine Ausstellungsfläche und eine Stadtbibliothek besitzt. Angrenzend an das Bürgerzentrum befindet sich die Grundschule und eine regionale Schule. Neben den üblichen Klassenräumen beinhaltet das Gebäude mehrere Küchen, Schlaf und Aufenthaltsräume sowie einen Sportraum. Das Gebäude besitzt eine Teilunterkellerung

Allgemeines

Das Gebäude wird gem. GEG 2024 §3 als Nichtwohngebäude eingestuft, die Nachweisführung erfolgt mit dem Mehr-Zonen-Modell.

Alle hier errechneten Parameter und Werte dienen ausschließlich der Erfüllung des öffentlich-rechtlichen Nachweises. Alle anlagenspezifischen Werte sind der Berechnung des TGA-Planers zu entnehmen.

Grundlagen

Zeichnerische Grundlage sind Pläne vom 10.03.2025.

Die Angaben über die technische Gebäudeausstattung stammen von IAM-Haustechnik und sind dem Erläuterungsbericht 24_009_Nebau_e-s-Schule-Lankow_Erläuterungsbericht_EW-Bau_TGA_27.01.2024 entnommen.

Anforderungen

Es wird der öffentlich-rechtliche Nachweis gem. dem GEG 2020 (Gebäudeenergiegesetz, Fassung 2024) geführt.

Weitergehende Anforderungen (z.B. bzgl. Einhaltung regionaler Klimaschutzprogramme o.ä.) sind nicht bekannt.

Software

Dämmwerk 2026 von Kern Ingenieurkonzepte aus Berlin, Stand 16.02.2026.

Wärmebrücken

In dem vorliegenden Nachweis wurde ein allgemeiner Wärmebrückenzuschlag von $0,10 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ angesetzt. Durch den Zuschlag ist eine zusätzliche Betrachtung der Wärmebrücken (bzgl. des Wärmeverlustes) nicht notwendig. Es wird empfohlen, die Wärmebrücken-Planungs- und Ausführungsbeispiele nach DIN 4108 Beiblatt 2 soweit wie möglich zu berücksichtigen, um die Einhaltung des Mindestwärmeschutzes im Bereich der Wärmebrücken zu gewährleisten.

Es kann trotz Einhaltung der rechnerischen Werte eine Schimmelpilzbildung nicht ausgeschlossen werden, da die normierte Berechnung von festen Randbedingungen ausgeht.

Feuchteschutz

Alle betrachteten Konstruktionen sollten gem. Abschnitt 5.3 der DIN 4108-3 als nachweisfreie Konstruktionen vom Entwurfsverfasser konstruiert werden.

Der genaue Aufbau und die Einhaltung des Feuchteschutzes ist Architektenleistung und vom Entwurfsverfasser, bei Abweichung zu den nachweisfreien Konstruktionen nach DIN 4108-3, selbstständig zu bewerten.

Nachweisfreie sowie nicht nachweisfreie Konstruktionen sind in den Bauteilübersichten ausgewiesen.

Die Prüfung einer nicht nachweisfreien Konstruktion kann nur mit der Angabe von genauen produktspezifischen Angaben erfolgen. Dies erfolgt im Rahmen der Ausführungsplanung, da erst dann die genauen produktspezifischen Kenndaten zur Verfügung stehen.

Schwerin liegt gem. Bild 11 der DIN 4108-3 in der Beanspruchungsgruppe II für die Schlagregenbeanspruchung, sollte jedoch aufgrund der Nähe zum Grenzbereich der Gruppe III für die Schlagregenbeanspruchungsgruppe III ausgelegt werden.

Luftdichtheit

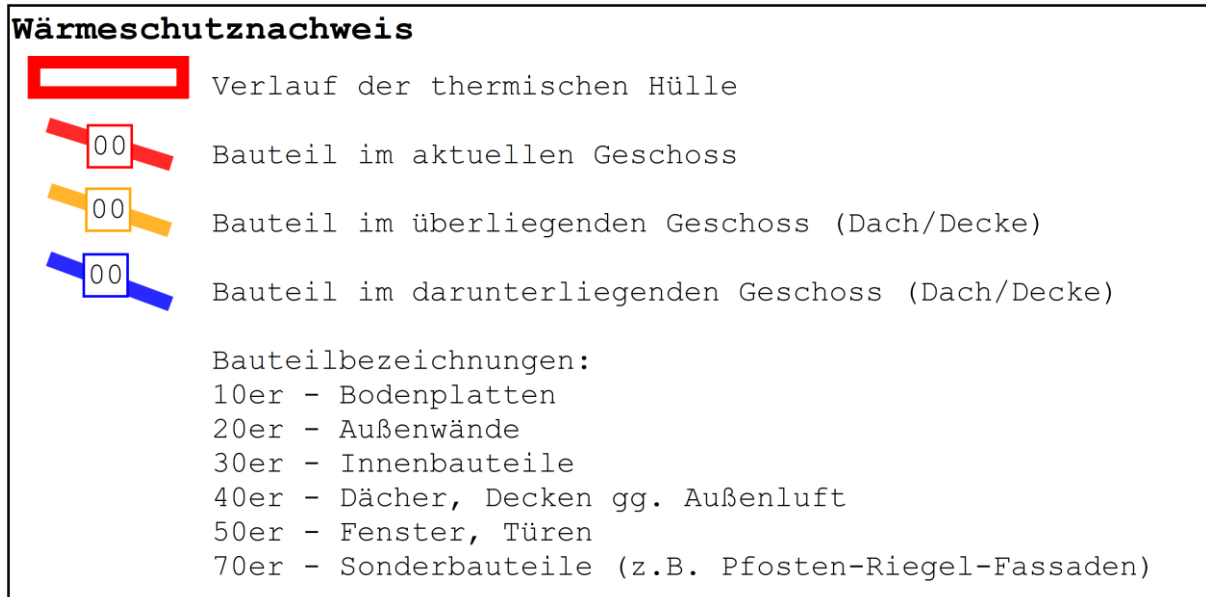
Gemäß §13 des GEG sind zu errichtende Gebäude so auszuführen, dass die wärmeübertragende Umfassungsfläche einschließlich der Fugen dauerhaft luftundurchlässig und entsprechend den anerkannten Regeln der Technik abgedichtet sind.

In der DIN 4108-7 sind u.a. Planungs- und Ausführungsempfehlungen beschrieben und dargestellt. Wenn nicht anders angegeben, sind diese Details als Leitdetails zu verwenden.

Thermische Hülle

Die thermische Hülle des Gebäudes verläuft entlang der Außenbauteile.

Abbildung 1 - Legende Wärmeschutznachweis



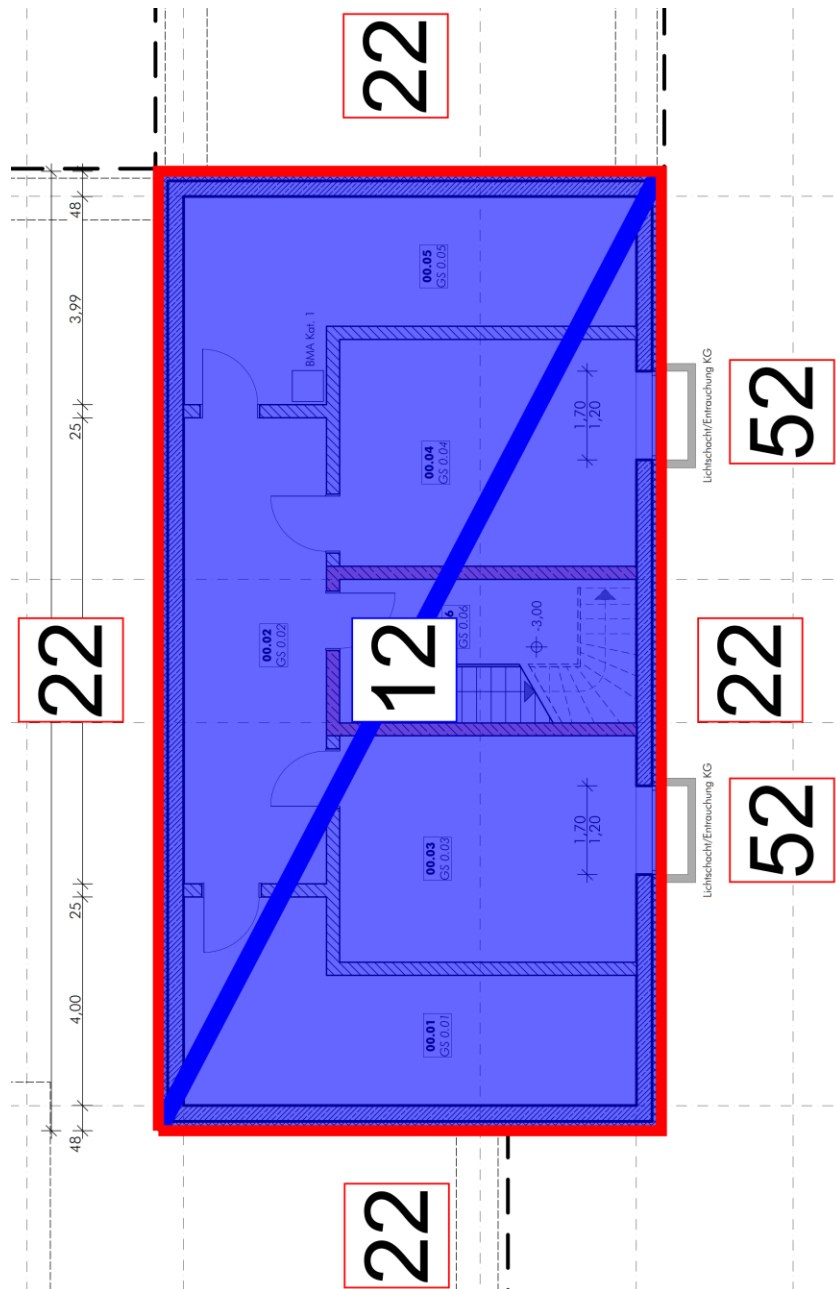


Abbildung 2 - Verlauf der thermischen Hülle und Bauteilzuordnung, Kellergeschoss

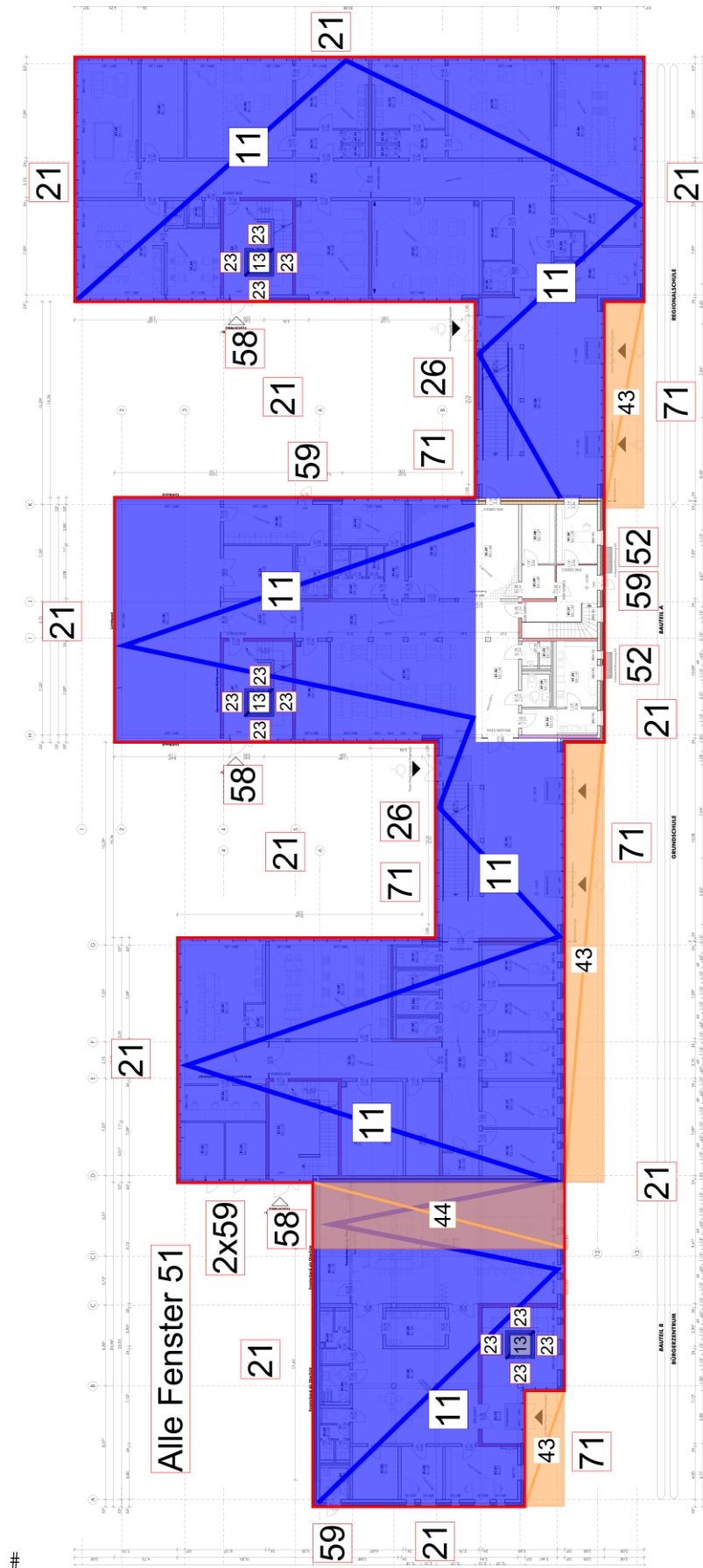


Abbildung 3 - Verlauf der thermischen Hülle und Bauteilzuordnung, EG

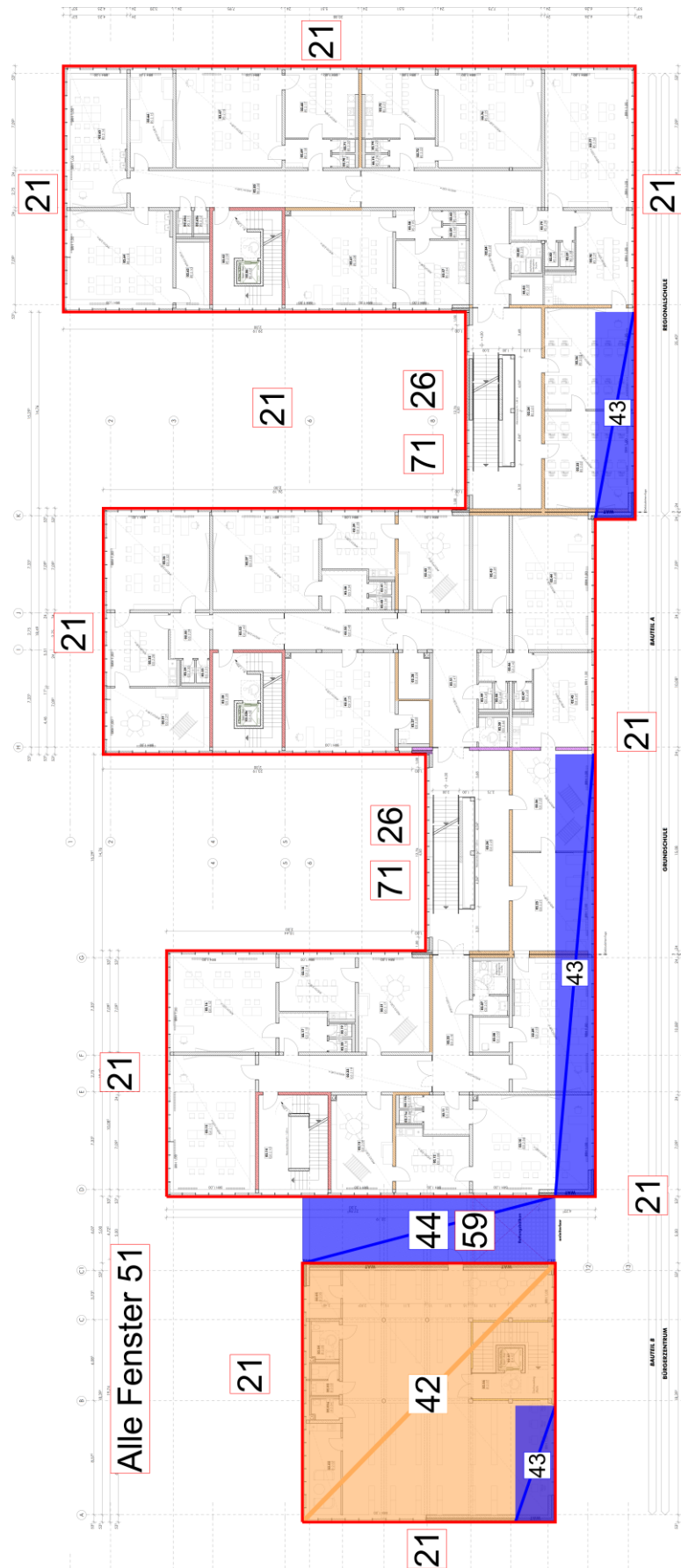


Abbildung 4 - Verlauf der thermischen Hülle und Bauteilzuordnung, 1.OG

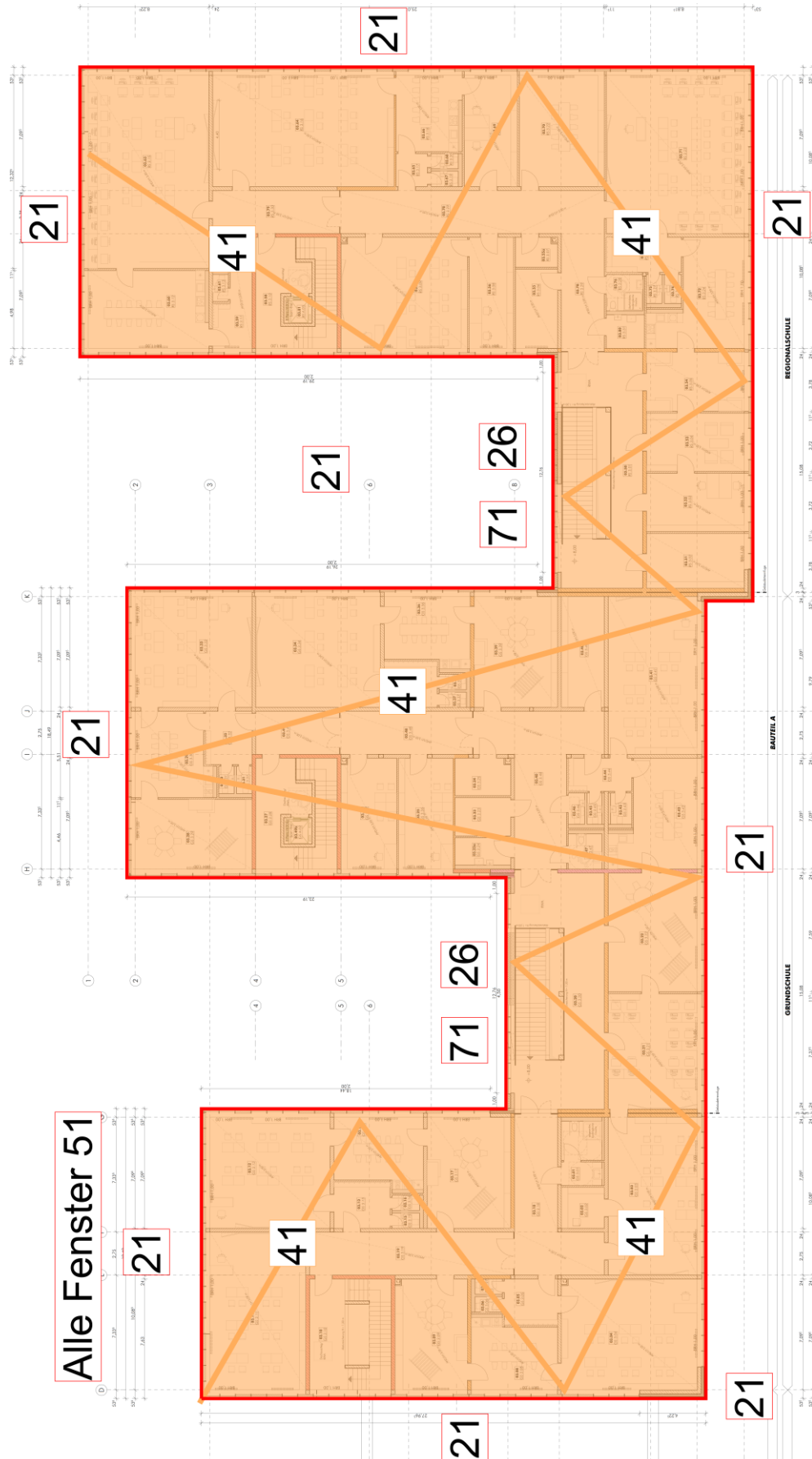


Abbildung 5 - Verlauf der thermischen Hülle und Bauteilzuordnung, 2.OG

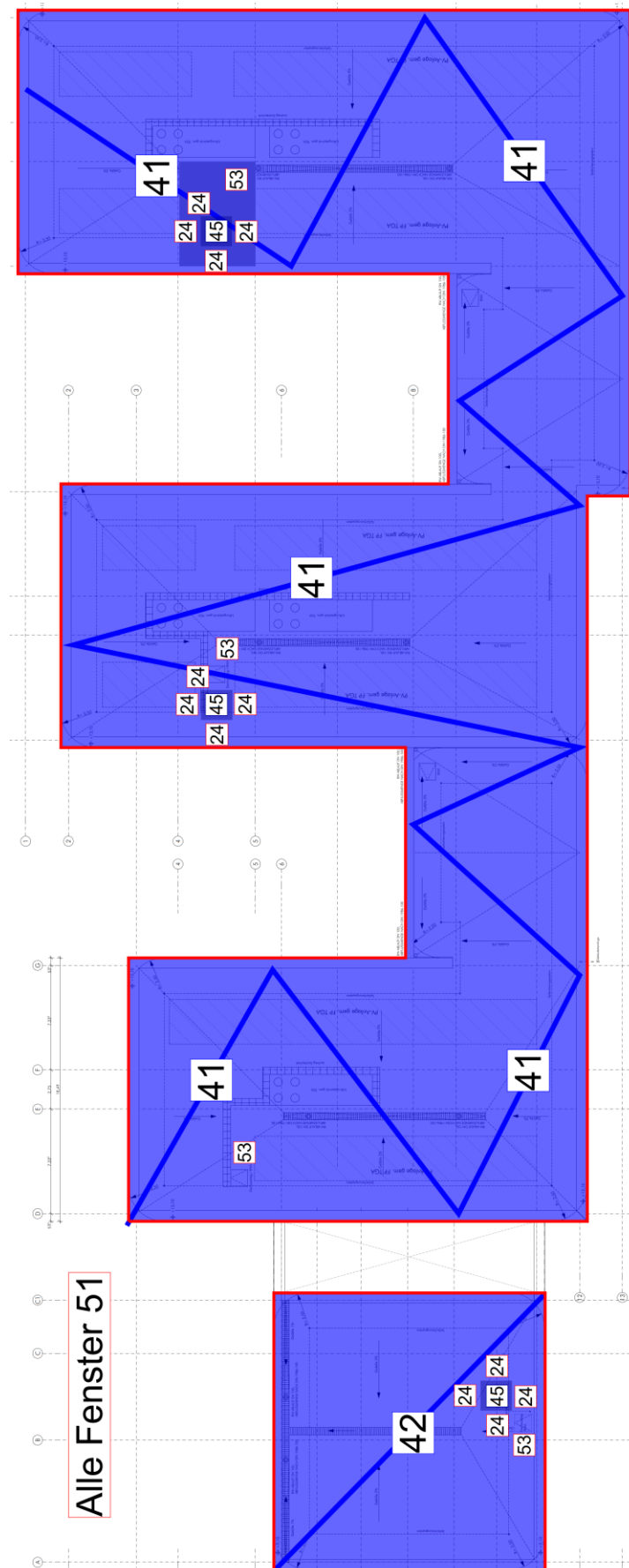


Abbildung 6 - Verlauf der thermischen Hülle und Bauteilzuordnung, Dachaufsicht

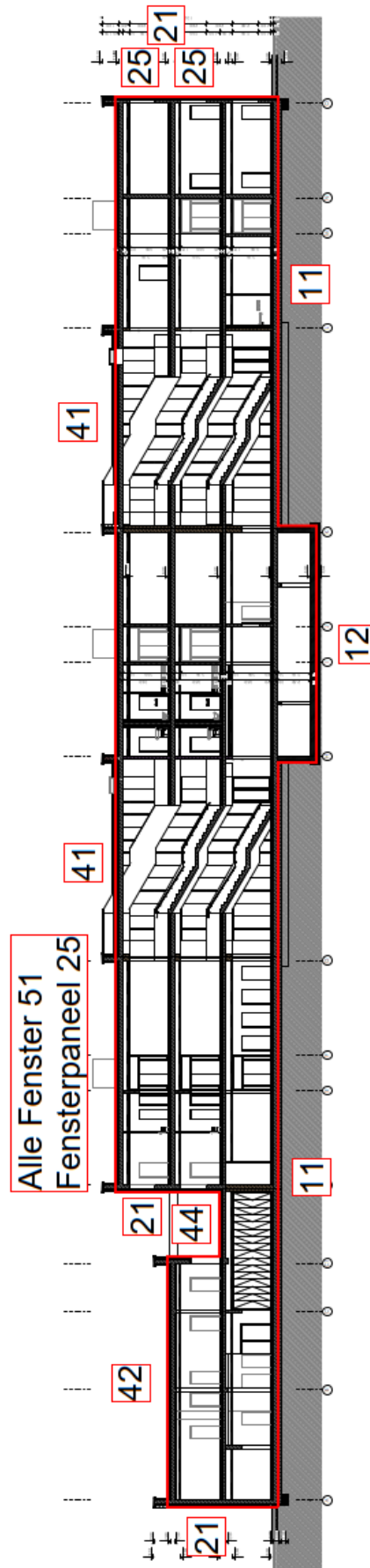


Abbildung 7 - Verlauf der thermischen Hülle und Bauteilzuordnung, Schnitt A-A

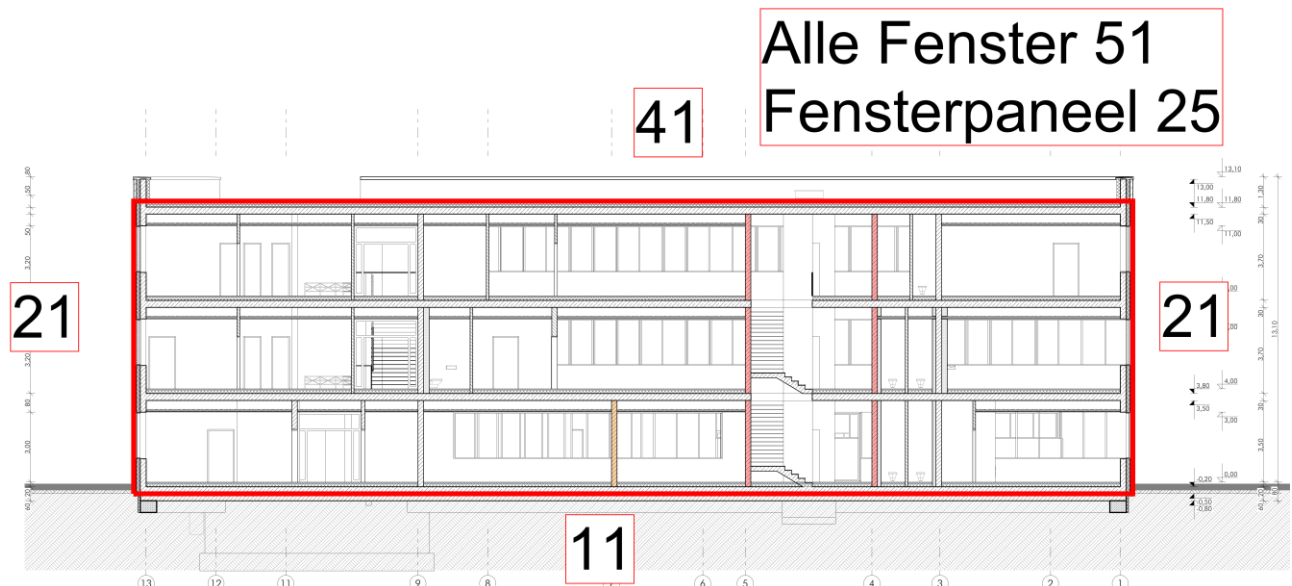


Abbildung 8 - Verlauf der thermischen Hülle und Bauteilzuordnung, Schnitt B-B

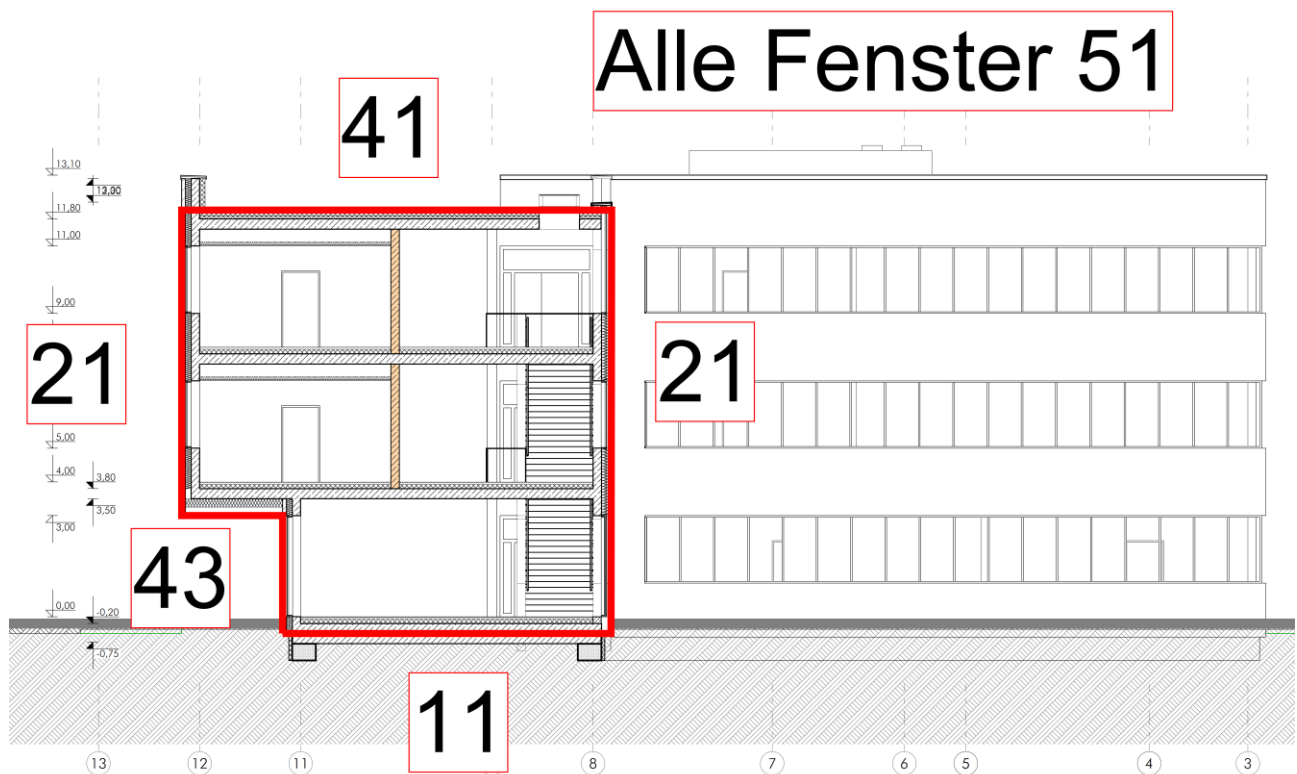


Abbildung 9 - Verlauf der thermischen Hülle und Bauteilzuordnung, Schnitt C-C

Ausführungshinweise

Es ist vor Einbau der Dämmmaterialien etc. die einwandfreie Beschaffenheit der vorhandenen und einzubauenden Materialien sicherzustellen. Ein Einbau von feuchten Dämmstoffen ist nicht zulässig! Sollten Feuchte- oder Schadstellen an den Bestandsbauteilen vorhanden sein, sind diese vorher fachmännisch zu sanieren bzw. der Untergrund wieder instand zu setzen.

Temperaturkonzept

Für die Dimensionierung der Bauteile, aber auch für die Festlegung weiterer Parameter, sind die Solltemperaturen der einzelnen Raumbereiche von Bedeutung. Im Rahmen des GEG sind lediglich die nachfolgenden Temperaturbereiche von Interesse:

Temperaturbereiche nach Zonen

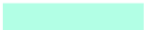
	$T_i \geq 19^\circ\text{C}$
	$T_i < 19^\circ\text{C}$ bis 12°C
	$T_i \leq 12^\circ\text{C}$

Abbildung 10 - Legende Temperaturkonzept

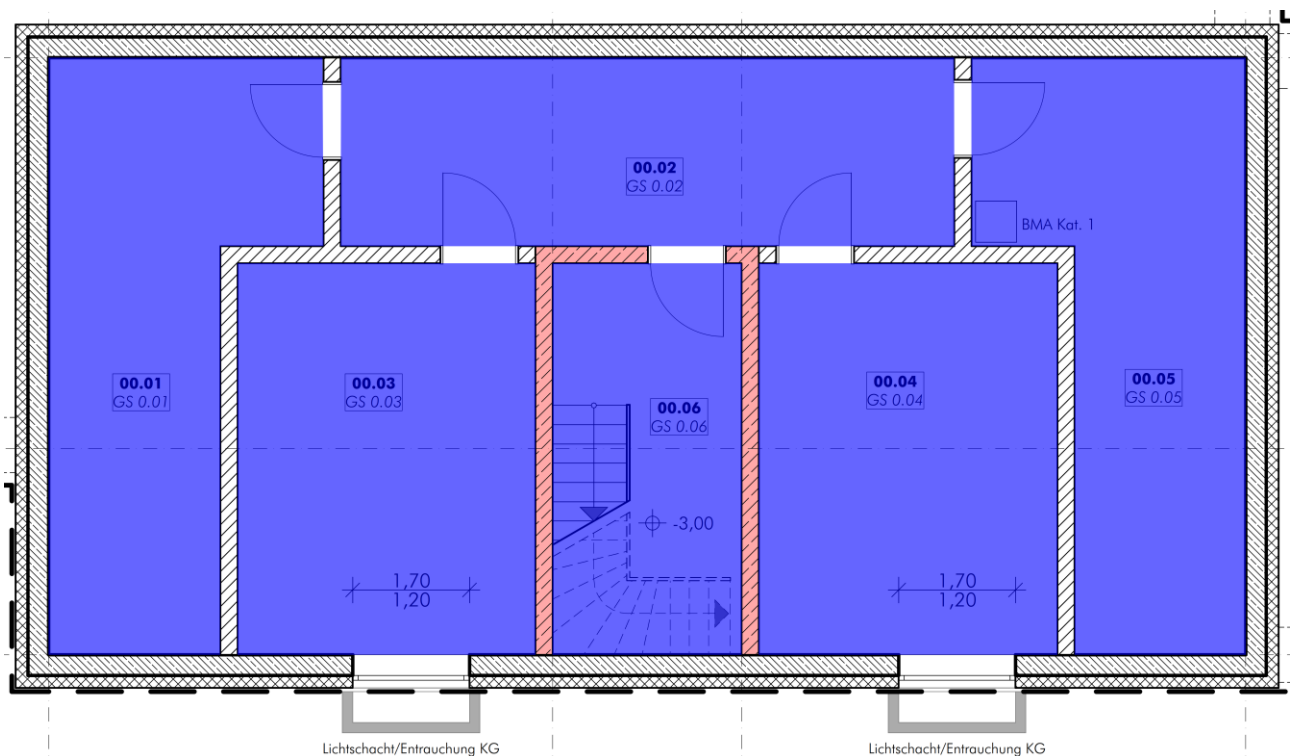


Abbildung 11 - Übersicht Temperaturkonzept, Kellergeschoss

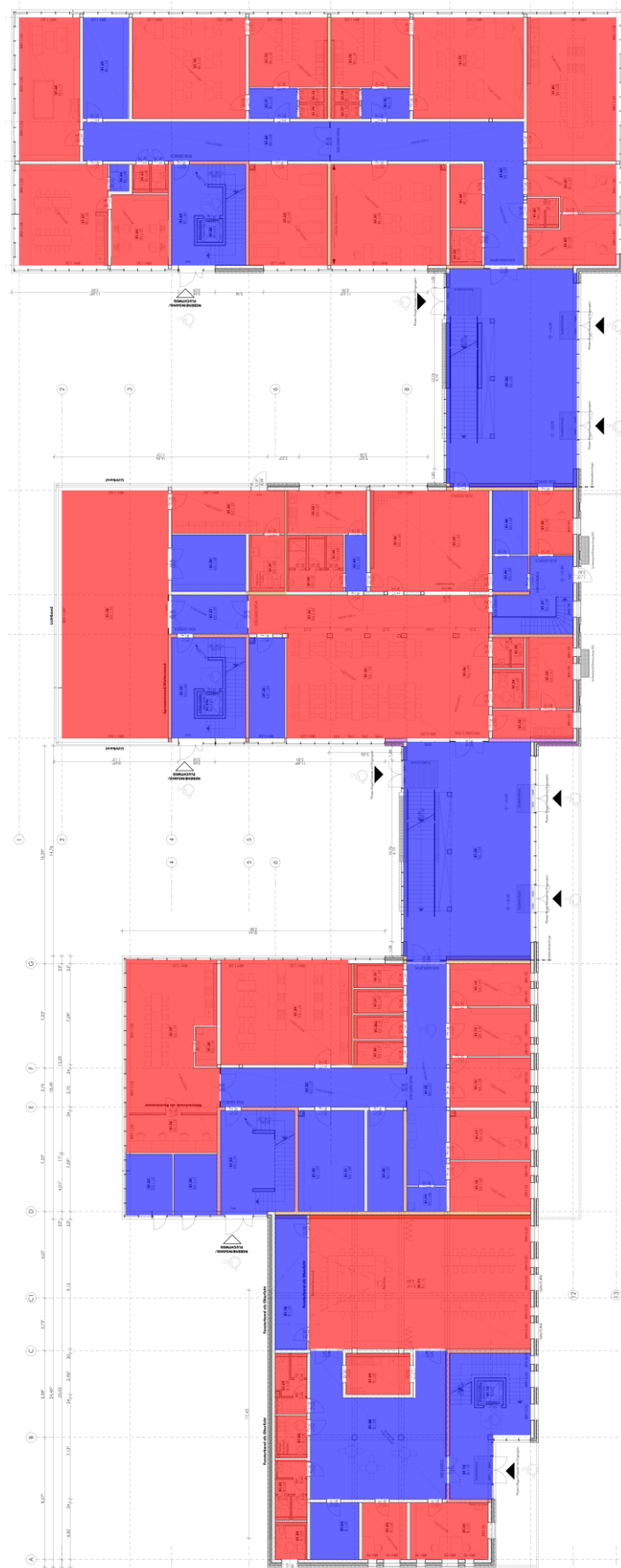


Abbildung 12 - Übersicht Temperaturkonzept, Erdgeschoss

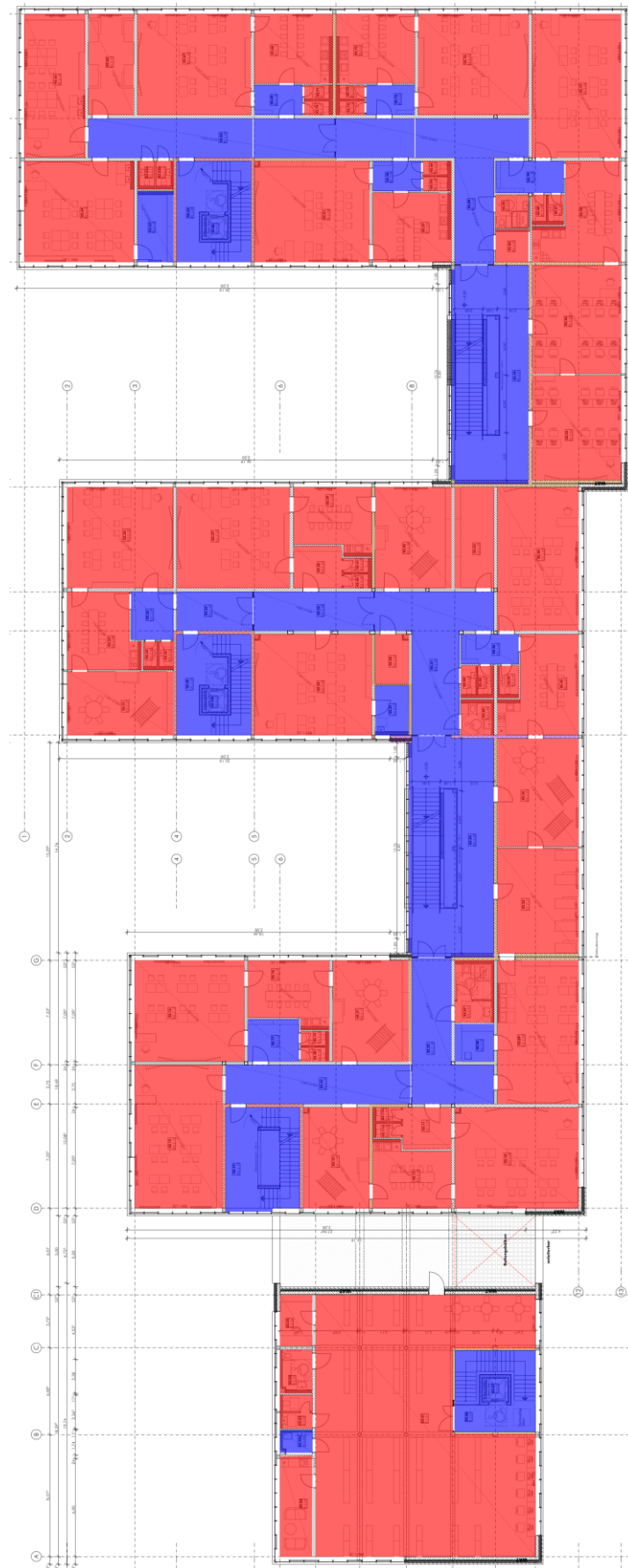


Abbildung 13 - Übersicht Temperaturkonzept, 1. Obergeschoss

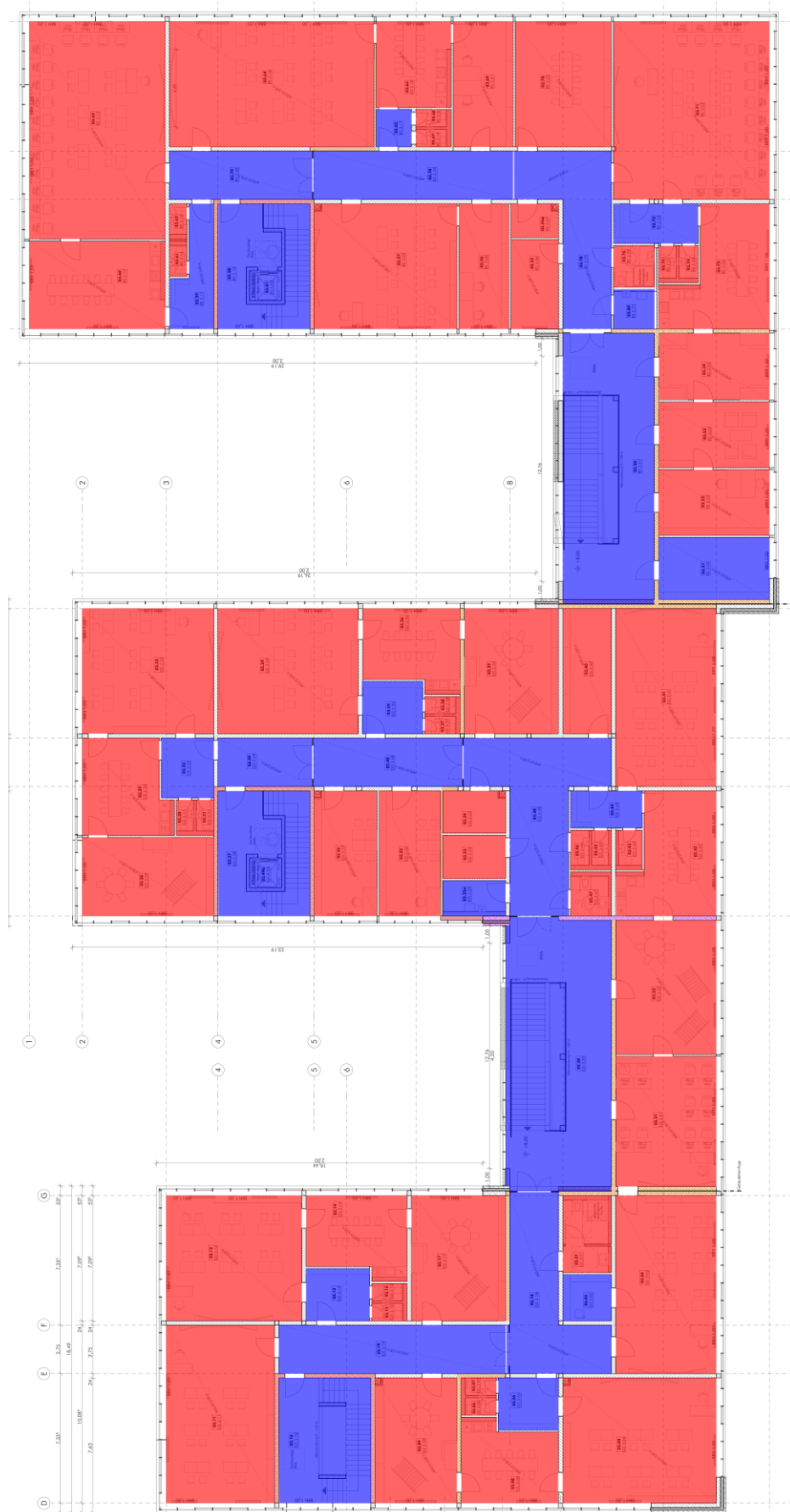


Abbildung 14 - Übersicht Temperaturkonzept, 2. Obergeschoss

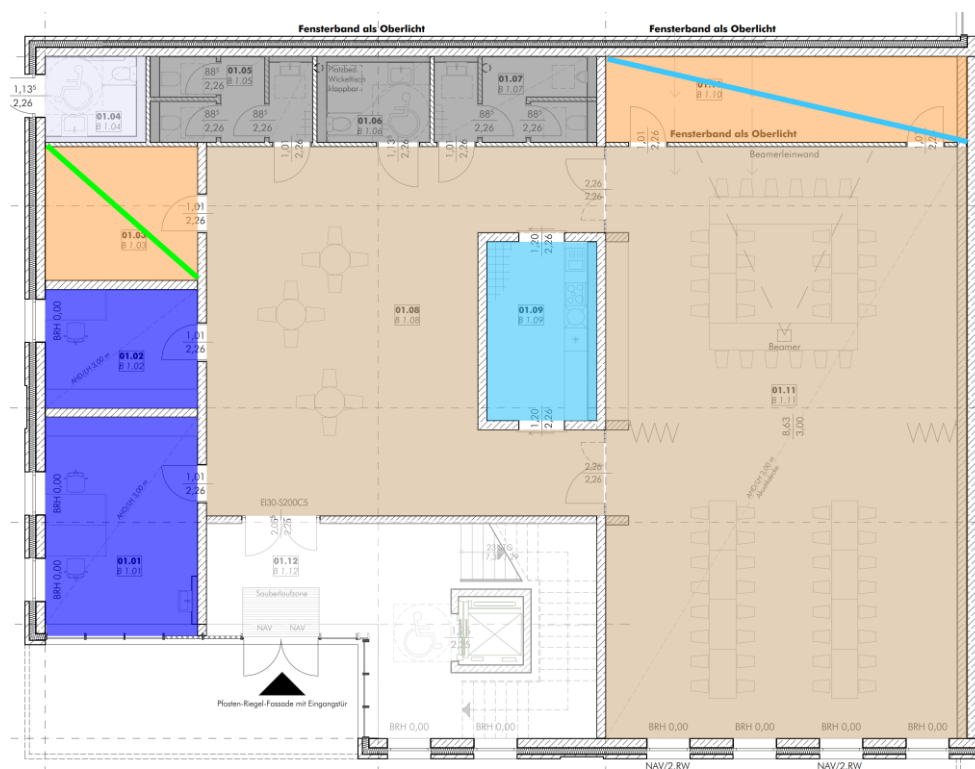


Abbildung 16 - Übersicht Zonierung, Erdgeschoss Bürgerzentrum

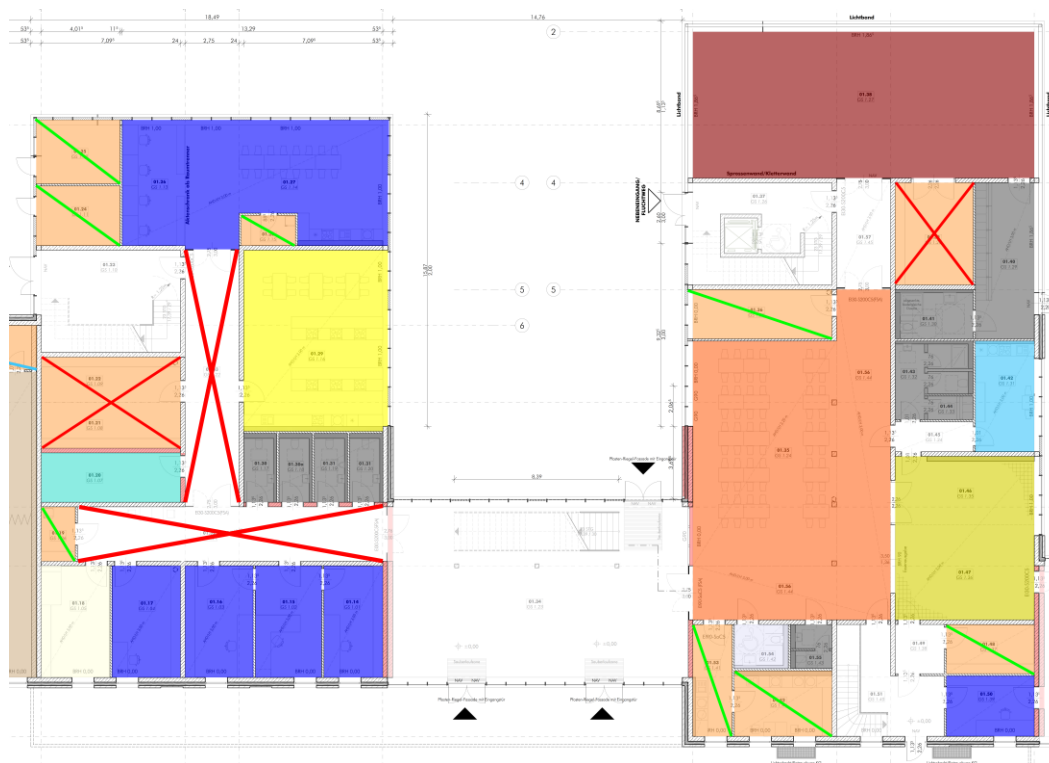


Abbildung 17 - Übersicht Zonierung, Erdgeschoss Grundschule

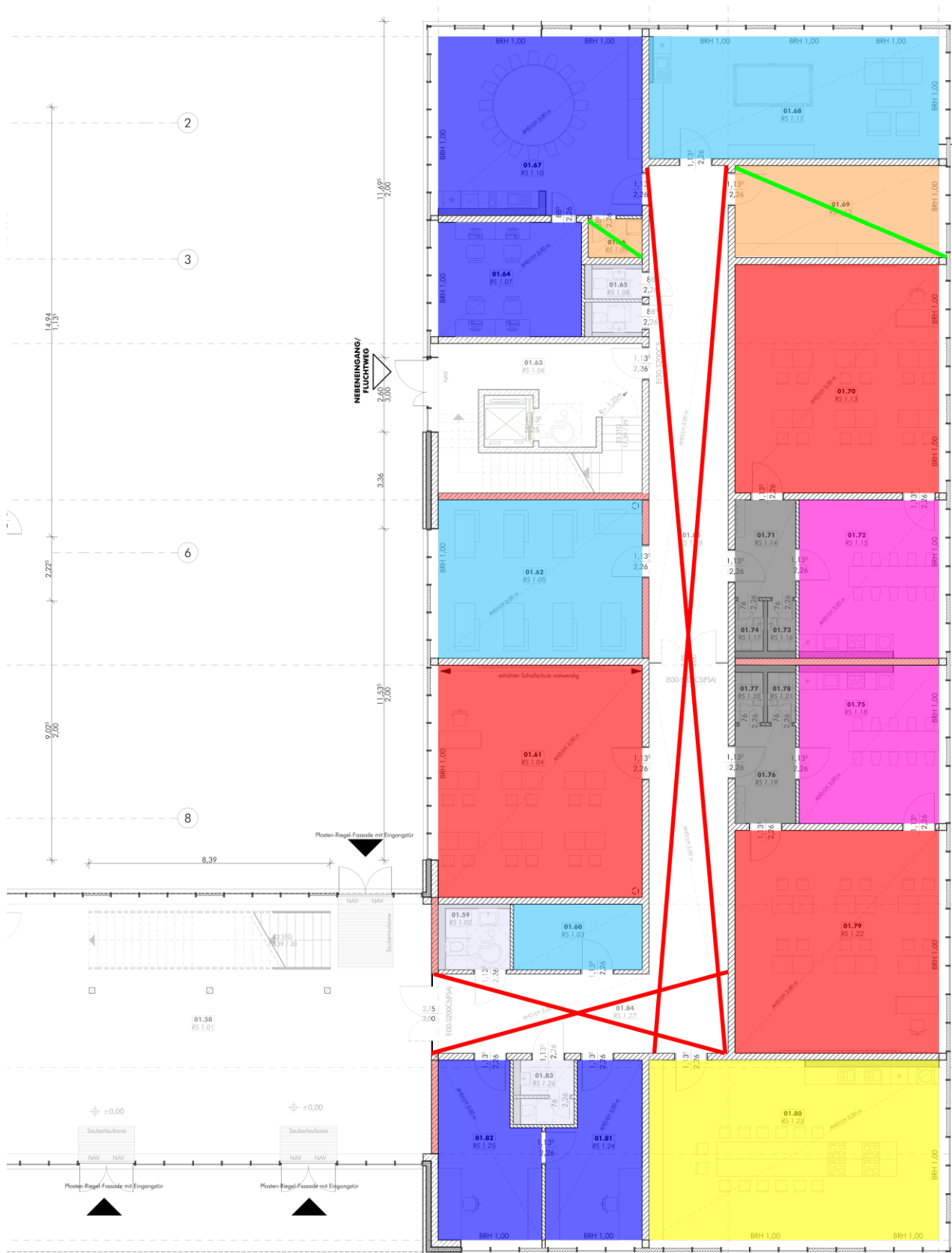


Abbildung 18 - Übersicht Zonierung, Erdgeschoss Regionale Schule

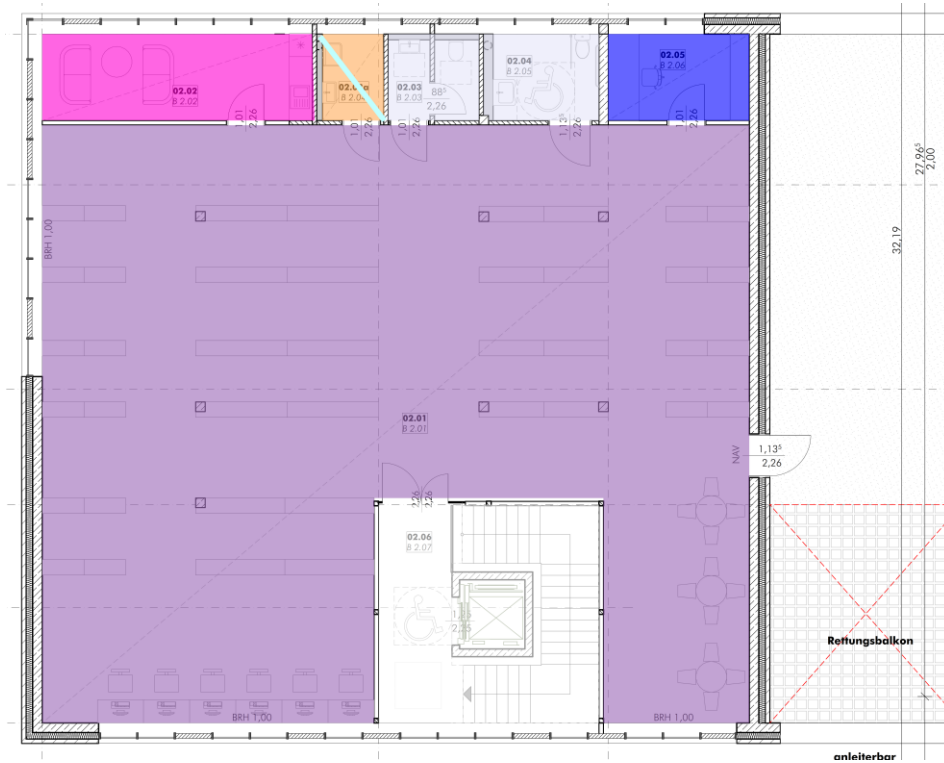


Abbildung 19 - Übersicht Zonierung, 1.OG Bürgerzentrum

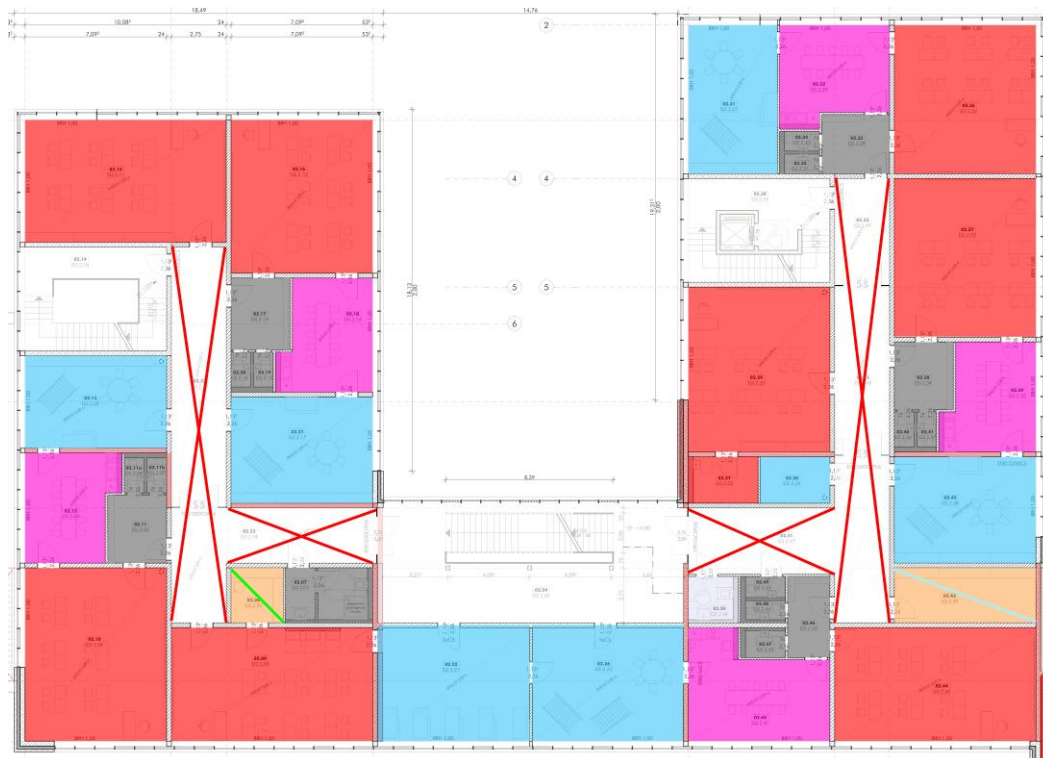


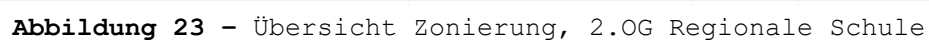
Abbildung 20 - Übersicht Zonierung, 1.OG Grundschule



Abbildung 21 - Übersicht Zonierung, 1.OG Regionale Schule



Abbildung 22 - Übersicht Zonierung, 2.OG Grundschule



Anlagentechnik

Aufgrund der Komplexität der verschiedenen konditionierten Zonen, wird nicht jede Zone im Detail erläutert. Es wird lediglich ein grober Umriss der Anlagentechnik beschrieben. Für eine genauere Beschreibung ist die Berechnung oder die Beschreibung des TGA-Planers heranzuziehen.

	Warmwasser	Lüftung	Heizung
Erzeuger 1	Fernwärme	RLT WRG $\geq 75\%$	Fernwärme
Erzeuger 2	DLE	-	-
Speicherung	-	-	
Verteilung	-	-	65/50°C-2-Rohr
Übergabe	-	-	Freie Heizflächen Deckenstrahlplatten Fußbodenheizung
Lage	-	-	innen

Die genauen Konfigurationen sind der Berechnung bzw. der TGA-Planung zu entnehmen.

Die Wärmeerzeugung erfolgt durch einen Fernwärmeanschluss der Stadt Schwerin. Der Primärenergiefaktor beträgt gem. Zertifikat (siehe Anhang 1 des WSN-Leistungsphase 3) $\epsilon_p = 0,29$.

Die Wärmeübergabe erfolgt über einen Fernwärmeanschluss (Heizkreistemperatur 65/50°C)

Die Wärmeübergabe der Fußbodenheizung erfolgt über einen Fernwärmeanschluss (Heizkreistemperatur 35/28°C)

Die Durchführung des hydraulischen Abgleichs ist Grundlage des verwendeten Berechnungsverfahrens.

Das Protokoll des hydraulischen Abgleichs ist direkt nach Inbetriebnahme der Heizungsanlage dem Bauherrn und dem Unterzeichner zu übergeben.

Die Be- und Entlüftung erfolgt manuell mittels Fensterlüftung sowie in manchen Bereichen mechanisch mit einer zentralen Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung (WRG $\geq 75\%$).

Die Erstellung eines Lüftungskonzeptes gem. DIN 1946-6 o.ä. hat vom zuständigen Fachplaner zu erfolgen. Evtl. einzuhaltende Arbeitsstättenrichtlinien und weitere Vorschriften sind zu beachten. Der Nachweis nach DIN 1946-6 o.ä. ist dem Unterzeichner VOR Ausschreibung der Leistungen vorzulegen.

Eine Photovoltaikanlage mit 75,95 kWp ist in der Berechnung berücksichtigt.

Sommerlicher Wärmeschutznachweis

Grundlagen

Als Grundlage für die Erfassung der Geometrie dienen die o.g. Unterlagen.

Randbedingungen

Der Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes wird nach dem vereinfachten Verfahren (Sonneneintragskennwertverfahren) nach DIN 4108-2:2013-02 Abschnitt 8.3 geführt.

Folgende Randbedingungen liegen der Betrachtung zugrunde:

- Schwerin liegt in der Klimazone B gem. DIN 4108
- Eine erhöhte Nachtlüftung wird angesetzt.
- Die wirksame Speicherfähigkeit der betrachteten Räume wird zu mittel berechnet
- Die Fensterverglasung wird durchgehend mit einem $g = 40\%$ angesetzt.

Hinweise

Abminderungswert der Verschattung (Fc-Wert)

In der nachstehenden Tabelle sind die Werte gem. DIN 4108-2 mit Anwendungsbeispielen dargestellt.

Die hier angesetzten Fc-Werte sind durch entsprechende Herstellerzertifikate nachzuweisen. Dies gilt für den inneren und äußeren Sonnenschutz, jeweils in Kombination mit der Verglasung.

Relevant ist der g_{total} -Wert, also das Produkt aus g-Wert der Verglasung und dem Fc-Wert der Sonnenschutzmaßnahme.

$$g_{\text{total}} = g \times Fc$$

Erfüllung des nötigen Luftwechsels

Gemäß den Fußnoten zur Tabelle 8 der DIN 4108 aus dem Abschnitt 8.3.3 darf der Ansatz des nötigen Luftwechsels auch über eine Lüftungsanlage erfolgen.

zur Nachtlüftung

Es wird eine erhöhte Nachtlüftung mit einem erforderlichen Luftwechsel von $2,0 \text{ h}^{-1}$ in der Berechnung berücksichtigt. Es wird darauf hingewiesen, dass hierfür ein aktives Handeln des Nutzers erforderlich ist.

Der geforderte Luftwechsel ist über die Nachtzeit zu gewährleisten. Dies ist in der Regel nur bei einer richtigen Querlüftung möglich.

In Hitzeperioden kann sich u.U. eine Querlüftung nicht einstellen!

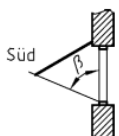
zur wirksamen Speicherfähigkeit

Die wirksame Speicherfähigkeit der betrachteten Räume wird zum Teil mit angenommenen Bauteilen berechnet. Die Innenbauteile sind im Regelfall für die Wärmeschutzberechnung nicht relevant. Da diese für die Betrachtung des sommerlichen Wärmeschutznachweises berücksichtigt worden sind, sind Änderungen an den Innenbauteilen nur nach Rücksprache möglich!

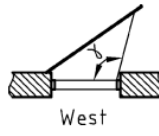
Tabelle 2 - Anhaltswerte für Abminderungsfaktoren F_C von fest installierten Sonnenschutzvorrichtungen in Abhängigkeit vom Glaserzeugnis nach DIN 4108-2 Tabelle 7

Zeile	Sonnenschutzvorrichtung ^a	F_C		
		$g \leq 0,40$ (Sonnen- schutzglas) zweifach	$g > 0,40$	
			dreifach	zweifach
1	ohne Sonnenschutzvorrichtung	1,00	1,00	1,00
2	Innenliegend oder zwischen den Scheiben ^b			
2.1	weiß oder hoch reflektierende Oberflächen mit geringer Transparenz ^c	0,65	0,70	0,65
2.2	helle Farben oder geringe Transparenz ^d	0,75	0,80	0,75
2.3	dunkle Farben oder höhere Transparenz	0,90	0,90	0,85
3	Außenliegend			
3.1	Fensterläden, Rollläden			
3.1.1	Fensterläden, Rollläden, $\frac{3}{4}$ geschlossen	0,35	0,30	0,30
3.1.2	Fensterläden, Rollläden, geschlossen ^e	0,15 ^e	0,10 ^e	0,10 ^e
3.2	Jalousie und Raffstore, drehbare Lamellen			
3.2.1	Jalousie und Raffstore, drehbare Lamellen, 45° Lamellenstellung	0,30	0,25	0,25
3.2.2	Jalousie und Raffstore, drehbare Lamellen, 10° Lamellenstellung ^e	0,20 ^e	0,15 ^e	0,15 ^e
3.3	Markise, parallel zur Verglasung ^d	0,30	0,25	0,25
3.4	Vordächer, Markisen allgemein, freistehende Lamellen ^f	0,55	0,50	0,50

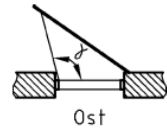
^a Die Sonnenschutzvorrichtung muss fest installiert sein. Übliche dekorative Vorhänge gelten nicht als Sonnenschutzvorrichtung.
^b Für innen- und zwischen den Scheiben liegende Sonnenschutzvorrichtungen ist eine genaue Ermittlung zu empfehlen.
^c Hoch reflektierende Oberflächen mit geringer Transparenz, Transparenz $\leq 10\%$, Reflexion $\geq 60\%$.
^d Geringe Transparenz, Transparenz $< 15\%$.
^e F_C -Werte für geschlossenen Sonnenschutz dienen der Information und sollten für den Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes nicht verwendet werden. Ein geschlossener Sonnenschutz verdunkelt den dahinterliegenden Raum stark und kann zu einem erhöhten Energiebedarf für Kunstlicht führen, da nur ein sehr geringer bis kein Einfall des natürlichen Tageslichts vorhanden ist.
^f Dabei muss sichergestellt sein, dass keine direkte Besonnung des Fensters erfolgt. Dies ist näherungsweise der Fall, wenn
 — bei Südorientierung der Abdeckwinkel $\beta \geq 50^\circ$ ist;
 — bei Ost- und Westorientierung der Abdeckwinkel $\beta \geq 85^\circ$ ist $\gamma \geq 115^\circ$ ist.
 Der F_C -Wert darf auch für beschattete Teilflächen des Fensters angesetzt werden. Dabei darf F_S nach DIN V 18599-2:2011-12, A.2, nicht angesetzt werden.
 Zu den jeweiligen Orientierungen gehören Winkelbereiche von $22,5^\circ$. Bei Zwischenorientierungen ist der Abdeckwinkel $\beta \geq 80^\circ$ erforderlich.



Vertikalschnitt durch Fassade



West



Ost

Horizontalschnitt durch Fassade

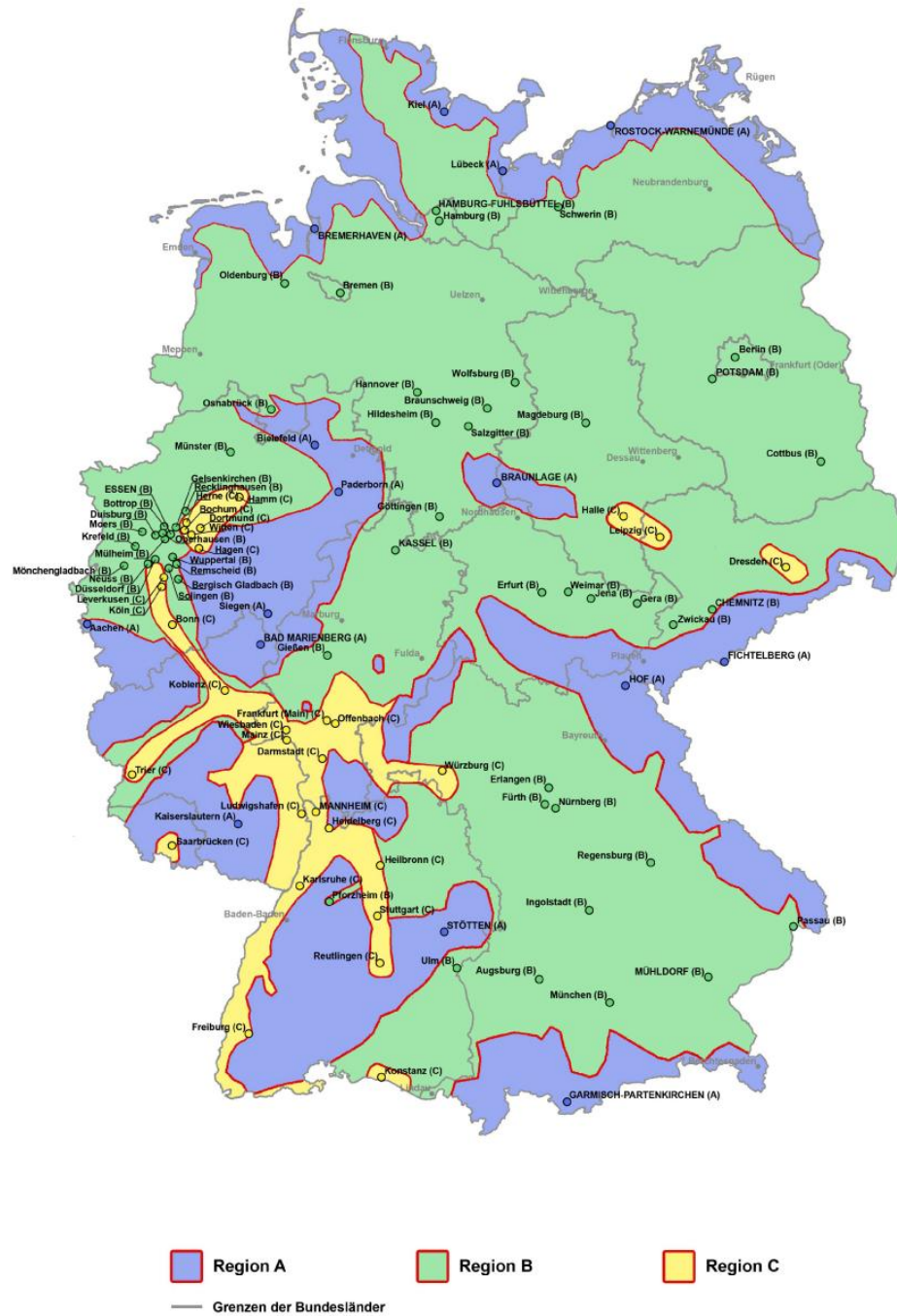


Abbildung 24 – Sommerklimaregionen, aus DIN 4108-2:2013-02 Bild 1

Tabelle 3 - Berechnung wirksame Speicherfähigkeit C_{wirk}

Raum	0-01.80				Grundfläche AG [m²]:	62,97
Bezeichnung	Fläche A [m²]	Abzugsfläche [m²]	d [m]	c [J/(kg*K)]	p [kg/m³]	C _{wirk,j} [Wh/m²*K]
Fussboden	62,97	0,00	0,070	1000	2000	2451
Wände abzgl. Fenster/Tür/Schacht	49,02	2,55	0,100	1000	2000	2584
Decke abzgl. Abgeh. Decke	62,97	0,00	0,013	1000	2300	503
Außenwand	52,05	34,70	0,100	1000	2300	1109
				1000		0
				0		0
Anmerkung:	Trennwand nicht berücksichtigt				C _{wirk}	6647
C _{wirk} /AG =		106 Wh/(m²K)		=> mittlere Bauart		

Raum	3-03.12				Grundfläche AG [m²]:	54,52
Bezeichnung	Fläche A [m²]	Abzugsfläche [m²]	d [m]	c [J/(kg*K)]	p [kg/m³]	C _{wirk,j} [Wh/m²*K]
Fussboden	54,52	0,00	0,070	1000	2100	2228
Wände abzgl. Fenster/Tür/Schacht	44,34	5,11	0,100	1000	2300	2509
Decke abzgl. Abgeh. Decke	54,52	0,00	0,015	1000	2300	523
Außenwand	47,37	31,12	0,100	1000	2300	1039
				0		0
				0		0
Anmerkung:					C _{wirk}	6298
C _{wirk} /AG =		116 Wh/(m²K)		=> mittlere Bauart		

sommerlicher Wärmeschutz

Verglasung g=40%, wenn nicht anders angegeben



bauliche Verschattung

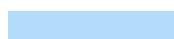
Sonnenschutz


 $F_c \leq 0,30$

 $F_c \leq 0,65$

 $F_c = 1,00$ (ohne Sonnenschutzvorrichtung)


Grundvariante (keine Maßnahmen erforderlich)



erhöhte Nachtlüftung (Luftwechsel 2,0 1/h)



Nachweis nicht erfüllt

Abbildung 25 - sommerlicher Wärmeschutz, Legende

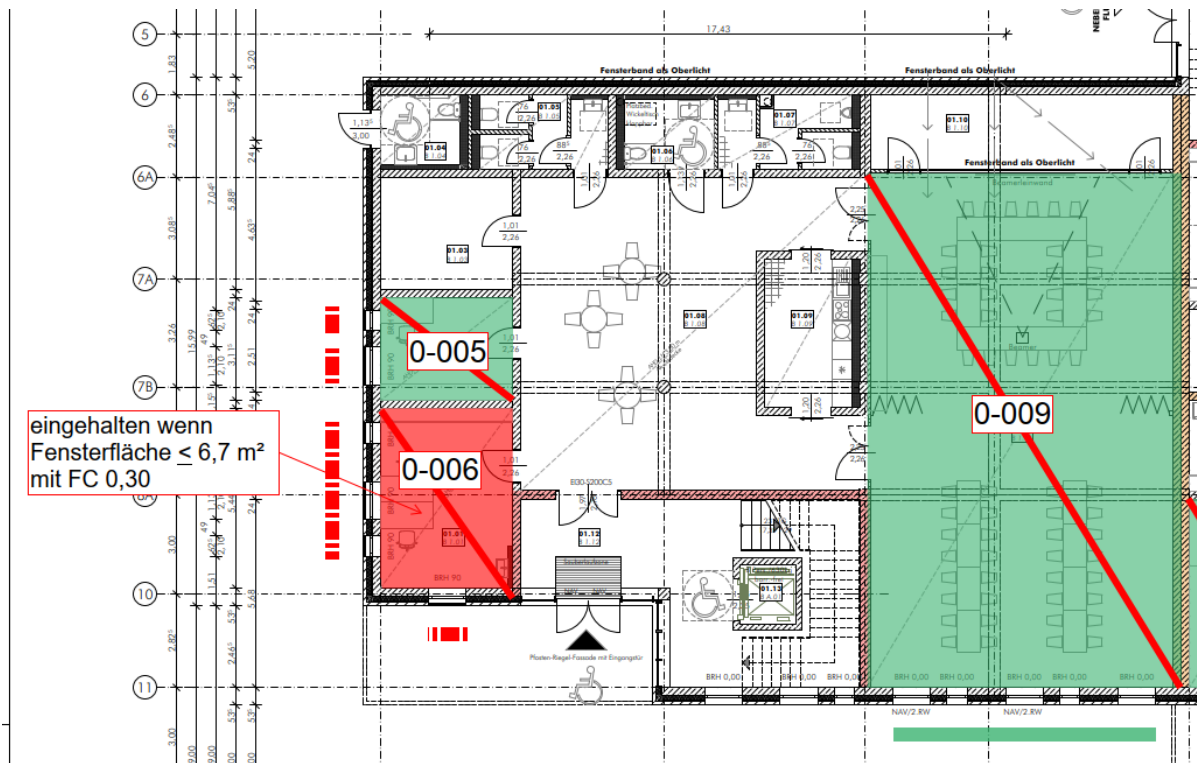


Abbildung 26 - Übersicht SWS, Erdgeschoss Bürgerzentrum

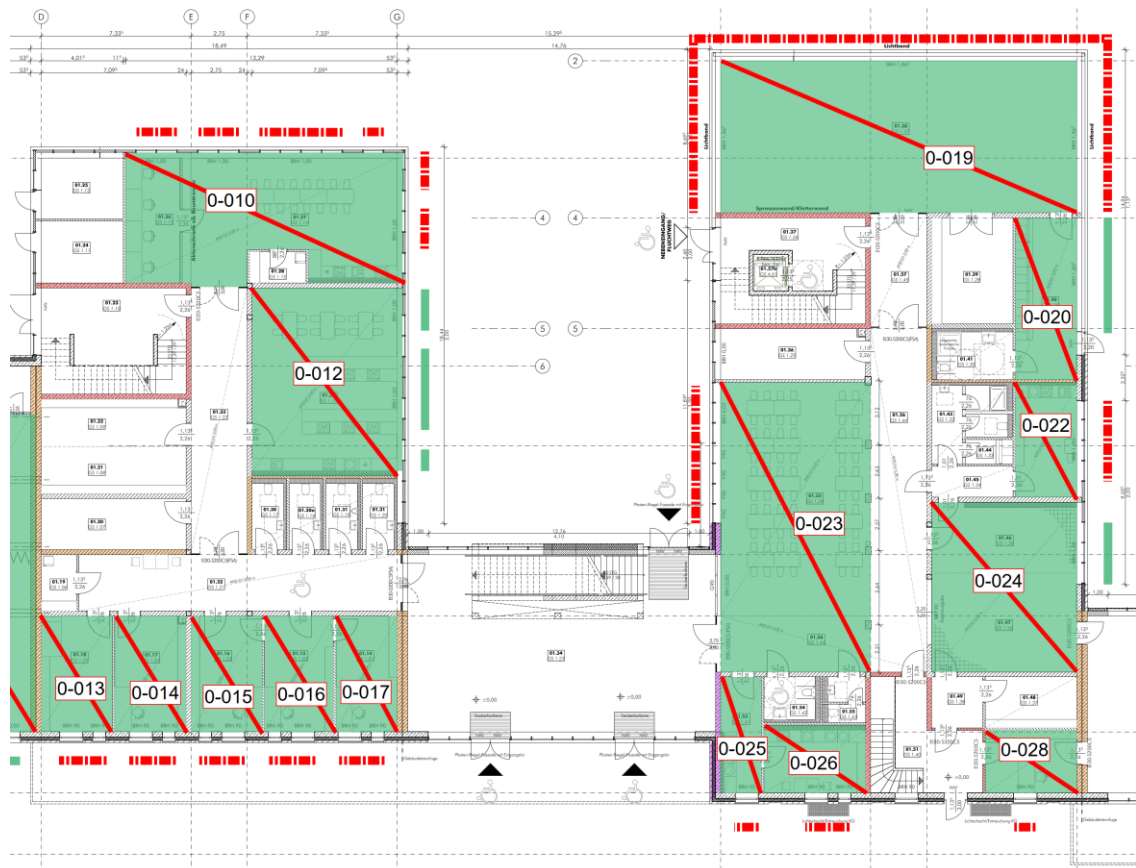
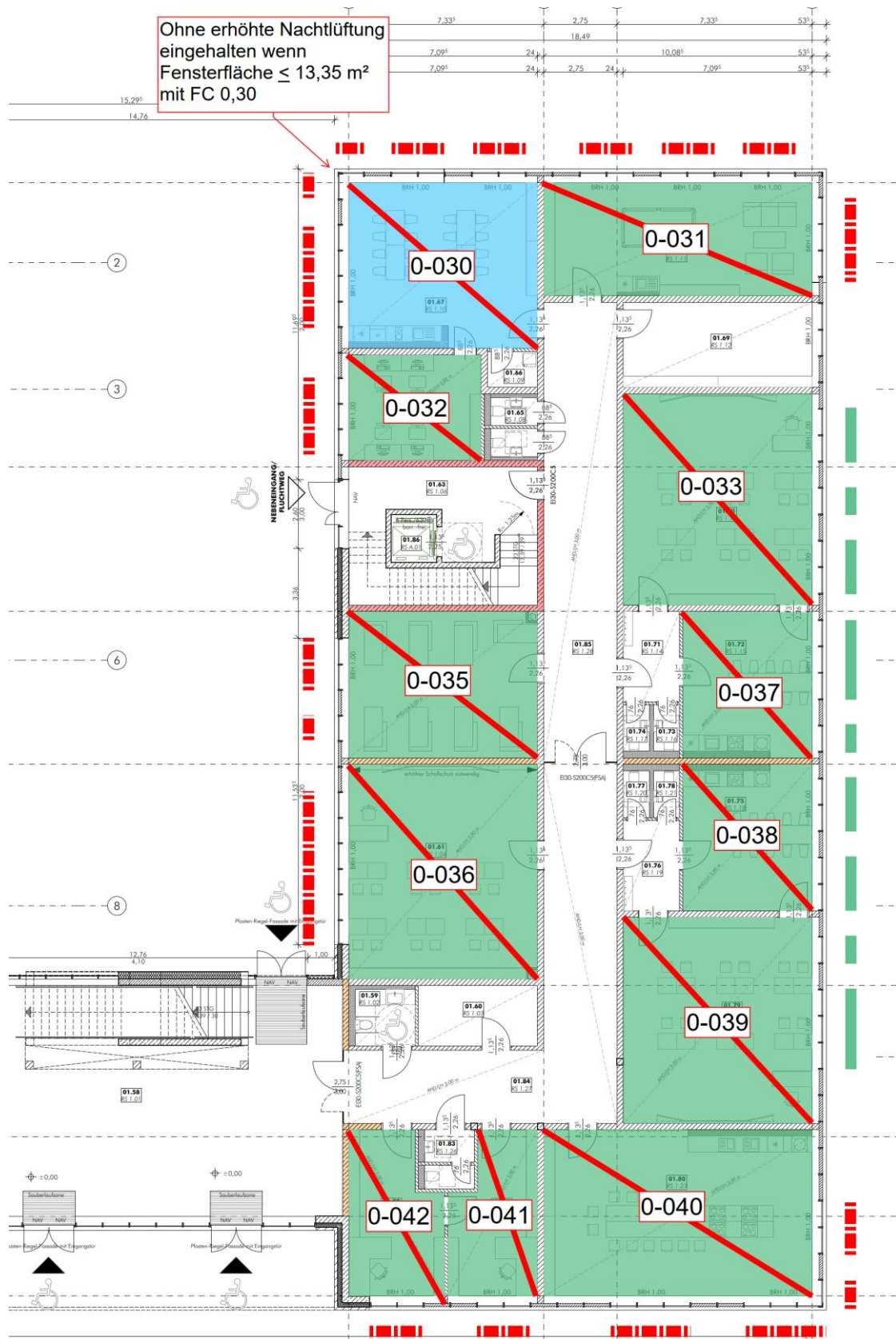


Abbildung 27 - Übersicht SWS, Erdgeschoss Grundschule



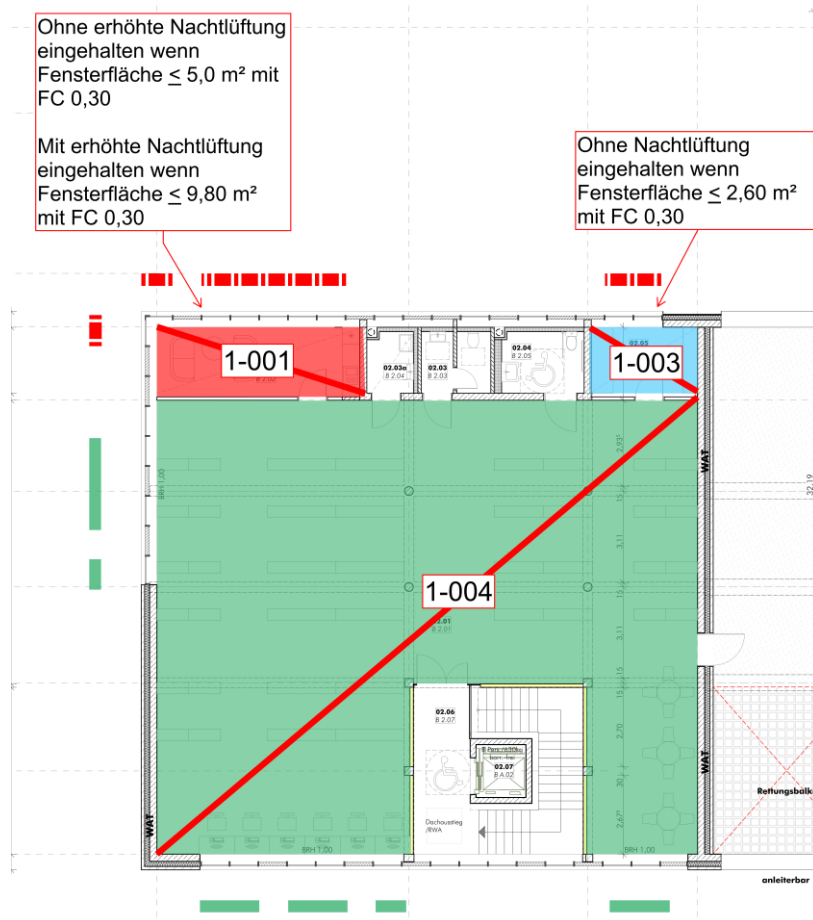


Abbildung 29 - Übersicht SWS, 1.OG Bürgerzentrum

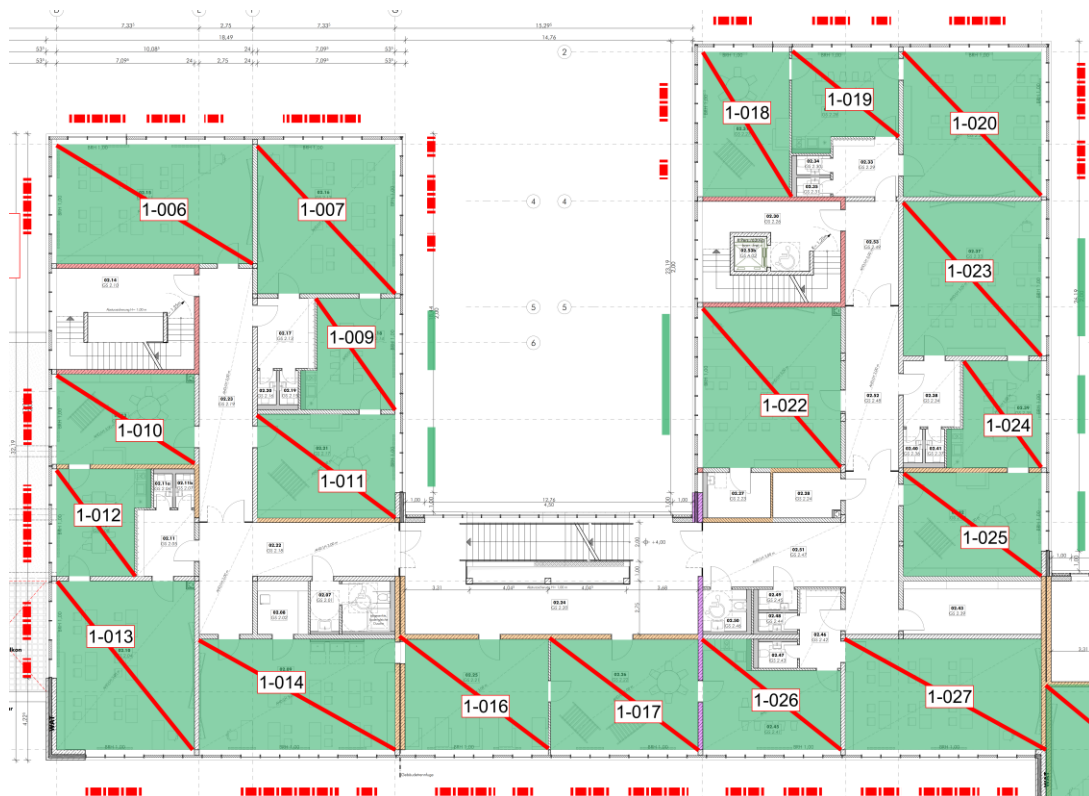


Abbildung 30 - Übersicht SWS, 1.OG Grundschule



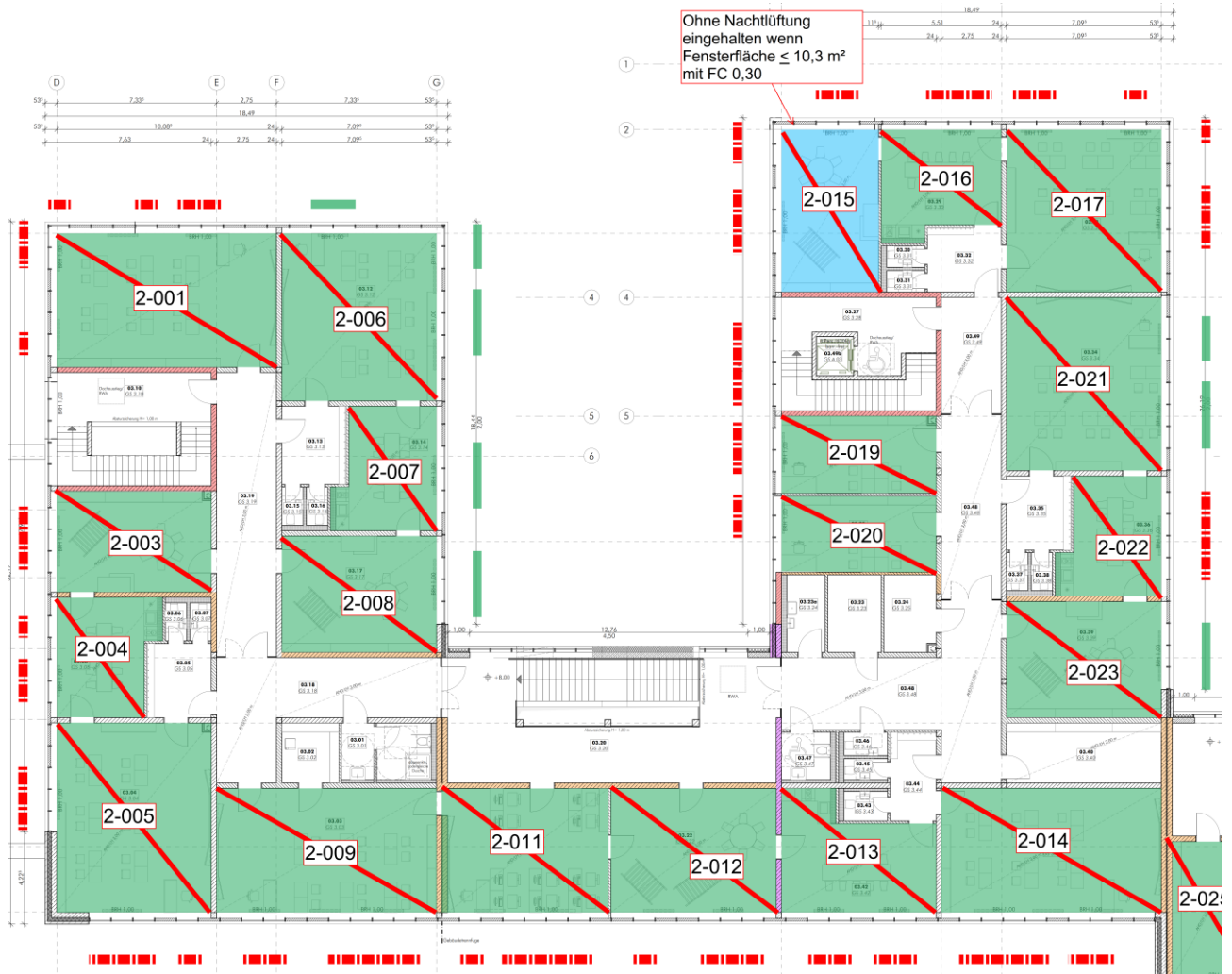


Abbildung 32 - Übersicht SWS, 2.OG Grundschule



Tabelle 4 - Nachweis sommerlicher Wärmeschutz, Erdgeschoss

Gebäude allg.	Raum	Bezeichnung	Fläche [AG]	Fenster 1										Fenster 2										Aw ges	Lüftung	Nachweis	Aw ges/Ag							
				Nr.	Anzahl	Breite	Höhe	Fläche	Aw / AG			Sonnen- schutz Fc	baul. Verschattung V	Aus- richtung g	Anzahl	Breite	Höhe	Fläche	Aw / AG			Sonnen- schutz Fc	baul. Verschattung V					Aus- richtung g						
									b	h	[Aw]								fWG	V1	g								b	h	[Aw]	fWG	V1	g
Erdgeschoss																																		
EG	0-005	Büro	12,47	1	0,63	2,10	1,31	0,105	0,40	0,30	-	1,00	SOW	1	2,10	1,14	2,38	0,191	0,40	0,30	-	1,00	-	-	3,70		eingehalten		30%					
EG	0-006	Büro	21,76	1	2,39	2,10	5,01	0,230	0,40	0,30	-	1,00	SOW	1	1,14	2,10	2,38	0,110	0,40	0,30	-	1,00	-	SOW	7,39		N/A		34%					
EG	0-009	Büro	21,76	1	1,00	6,70	6,70	0,308	0,40	0,30	-	1,00	SOW	0	1,14	2,10	0,00	0,000	0,40	0,30	-	1,00	-	-	6,70		eingehalten		31%					
EG	0-009	Mehrzweckraum	142,23	3	1,14	3,00	10,22	0,072	0,40	1,00	-	1,00	SOW	2	0,63	3,00	3,75	0,026	0,40	1,00	-	1,00	-	SOW	13,97		eingehalten		10%					
EG	0-010	Lehrerbüro/Lehrküch	74,79	1	9,29	2,00	18,58	0,248	0,40	0,30	-	1,00	SOW	1	3,84	2,00	7,68	0,103	0,40	0,30	-	1,00	N	-	26,26		eingehalten		35%					
EG	0-012	Lehrküche	63,57	1	7,04	2,00	14,08	0,221	0,40	1,00	-	1,00	N	0	0,00	2,00	0,00	0,000	0,40	1,00	-	1,00	-	-	14,08		eingehalten		22%					
EG	0-013	Sanitätsraum	19,82	1	1,76	2,10	3,70	0,186	0,40	0,30	-	1,00	SOW	0	0,00	2,00	0,00	0,000	0,40	1,00	-	1,00	-	-	3,70		eingehalten		19%					
EG	0-014	Büro Sozialarbeit	19,82	1	1,76	2,10	3,70	0,186	0,40	0,30	-	1,00	SOW	0	0,00	2,00	0,00	0,000	0,40	1,00	-	1,00	-	-	3,70		eingehalten		19%					
EG	0-015	Büro Schulleitung	19,71	1	1,76	2,10	3,70	0,188	0,40	0,30	-	1,00	SOW	0	0,00	2,00	0,00	0,000	0,40	1,00	-	1,00	-	-	3,70		eingehalten		19%					
EG	0-016	Büro Sekretariat	19,23	1	1,76	2,10	3,70	0,192	0,40	0,30	-	1,00	SOW	0	0,00	2,00	0,00	0,000	0,40	1,00	-	1,00	-	-	3,70		eingehalten		19%					
EG	0-017	Koordinator	17,04	1	1,76	2,10	3,70	0,217	0,40	0,30	-	1,00	SOW	0	0,00	2,00	0,00	0,000	0,40	1,00	-	1,00	-	-	3,70		eingehalten		22%					
EG	0-019	Sportraum	129,60	1	22,15	1,13	25,03	0,193	0,40	0,30	-	1,00	SOW	1	7,84	1,13	8,86	0,068	0,40	1,00	-	1,00	N	-	33,89		eingehalten		26%					
EG	0-020	Umkleide	23,85	1	5,58	1,13	6,31	0,264	0,40	1,00	-	1,00	N	0	0,00	2,00	0,00	0,000	0,40	1,00	-	1,00	-	-	6,31		eingehalten		26%					
EG	0-022	Personalküche	16,46	1	3,98	2,00	7,96	0,484	0,40	0,30	-	1,00	N	0	0,00	2,00	0,00	0,000	0,40	1,00	-	1,00	-	-	7,96		eingehalten		48%					
EG	0-023	Mensa	83,55	1	6,91	3,00	20,73	0,248	0,40	0,30	-	1,00	SOW	0	0,00	2,00	0,00	0,000	0,40	1,00	-	1,00	-	-	20,73		eingehalten		25%					
EG	0-024	Spülküche/Küche	57,66	1	3,09	2,00	6,18	0,107	0,40	1,00	-	1,00	SOW	0	0,00	2,00	0,00	0,000	0,40	1,00	-	1,00	-	-	6,18		eingehalten		11%					
EG	0-025	HWR	10,93	1	1,14	2,10	2,38	0,218	0,40	0,30	-	1,00	SOW	0	0,00	2,00	0,00	0,000	0,40	1,00	-	1,00	-	-	2,38		eingehalten		22%					
EG	0-026	WaMa/Aufenthalt	15,36	1	1,76	2,10	3,70	0,241	0,40	0,30	-	1,00	SOW	0	0,00	2,00	0,00	0,000	0,40	1,00	-	1,00	-	-	3,70		eingehalten		24%					
EG	0-028	Hausmeister	13,76	1	1,14	2,10	2,38	0,173	0,40	0,30	-	1,00	SOW	0	0,00	2,00	0,00	0,000	0,40	1,00	-	1,00	-	-	2,38		eingehalten		17%					
EG	0-030	Lehrerzimmer	43,08	1	10,09	2,00	20,18	0,468	0,40	0,30	-	1,00	SOW	0	0,00	2,00	0,00	0,000	0,40	1,00	-	1,00	-	-	20,18	x	Nachlüftung		47%					
EG	0-030	Lehrerzimmer	43,08	1	1,00	13,35	13,35	0,310	0,40	0,30	-	1,00	SOW	0	0,00	2,00	0,00	0,000	0,40	1,00	-	1,00	-	-	13,35		eingehalten		31%					
EG	0-031	Schülerclub	42,62	1	6,24	2,00	12,48	0,293	0,40	0,30	-	1,00	SOW	1	3,03	2,00	6,06	0,142	0,40	0,30	-	1,00	N	-	18,54		eingehalten		44%					
EG	0-032	2 PC Lehrer	19,80	1	2,93	2,00	5,86	0,296	0,40	0,30	-	1,00	SOW	0	0,00	2,00	0,00	0,000	0,40	1,00	-	1,00	-	-	5,86		eingehalten		30%					
EG	0-033	Unterrichtsraum	56,41	1	5,12	2,00	10,24	0,182	0,40	1,00	-	1,00	N	0	0,00	2,00	0,00	0,000	0,40	1,00	-	1,00	-	-	10,24		eingehalten		18%					
EG	0-035	Snoezelen	39,09	1	2,99	2,00	5,98	0,153	0,40	0,30	-	1,00	SOW	0	0,00	2,00	0,00	0,000	0,40	1,00	-	1,00	-	-	5,98		eingehalten		15%					
EG	0-036	Fachkabinett Musik	57,33	1	5,76	2,00	11,52	0,201	0,40	0,30	-	1,00	SOW	0	0,00	2,00	0,00	0,000	0,40	1,00	-	1,00	-	-	11,52		eingehalten		20%					
EG	0-037	Küche/Gr.-Diff.	25,99	1	4,07	2,00	8,14	0,313	0,40	1,00	-	1,00	N	0	0,00	2,00	0,00	0,000	0,40	1,00	-	1,00	-	-	8,14		eingehalten		31%					
EG	0-038	Küche/Gr.-Diff.	25,99	1	2,04	2,00	4,08	0,157	0,40	1,00	-	1,00	N	0	0,00	2,00	0,00	0,000	0,40	1,00	-	1,00	-	-	4,08		eingehalten		16%					
EG	0-039	Klassenraum	54,99	1	4,07	2,00	8,14	0,148	0,40	1,00	-	1,00	N	0	0,00	2,00	0,00	0,000	0,40	1,00	-	1,00	-	-	8,14		eingehalten		15%					
EG	0-040	Lehrküche	61,97	1	3,09	2,00	6,18	0,100	0,40	0,30	-	1,00	N	1	6,06	2,00	12,12	0,196	0,40	0,30	-	1,00	SOW	-	18,50		eingehalten		30%					
EG	0-041	Büro Schulleitung	18,47	1	2,06	2,00	4,12	0,223	0,40	0,30	-	1,00	SOW	0	0,00	2,00	0,00	0,000	0,40	1,00	-	1,00	-	-	4,12		eingehalten		22%					
EG	0-042	Sekretariat	19,97	1	2,06	2,00	4,12	0,206	0,40	0,30	-	1,00	SOW	0	0,00	2,00	0,00	0,000	0,40	1,00	-	1,00	-	-	4,12		eingehalten		21%					

Tabelle 5 - Nachweis sommerlicher Wärmeschutz, 1.OG

Gebäude allg.	Raum	Fenster 1										Fenster 2										Aw ges	Lüftung		Nachweis	Aw ges/Ag																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
		Nr.	Bezeichnung	Fläche [AG]	Anzahl			Breite	Höhe	Fläche	Aw / AG	V1 g	Sonnen-schutz			baul. Verschattung	Aus-richtung	Anzahl			Breite		Höhe	Fläche			Aw / AG	V1 g	Sonnen-schutz			baul. Verschattung	Aus-richtung																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
					b	h	[Aw]						FWG	Fc	V			Fs	b	h									[Aw]	FWG	Fc			V	Fs	b	h	[Aw]	FWG	Fc	V	Fs																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			

Tabelle 6 - Nachweis sommerlicher Wärmeschutz, 2.OG

Gebäude allg.	Raum		Fenster 1												Fenster 2						Aw_ges	Lüftung xx = erhöhte (2,0 l/h) xx = hohe (5,0 l/h)	Nachweis	Aw_ges/Ag																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
			Nr.	Bezeichnung	Fläche [AG]	Anzahl	Breite	Höhe	Fläche	Aw / AG	V1	Sonnen- schutz Fc	baul. Verschattung V	Aus- richtung Fs	Anzahl	Breite	Höhe	Fläche	Aw / AG	V1					Sonnen- schutz Fc	baul. Verschattung V	Aus- richtung Fs																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
2. Obergeschoss																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
	Nutzung	Bauart	Geschoss																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					

B. Ergebnisse

Wärmeschutznachweis

Die Anforderungen des GEG werden eingehalten.
Die Anforderungen an ein KfW-Effizienzhaus 40 NH werden eingehalten.

Nachweis der thermischen Hülle

Höchstwerte für Hüllflächengruppen nach GEG A3

		opake Bauteile [W/(m²K)]	Fenster [W/(m²K)]	Vorhangf. [W/(m²K)]	Oberl. [W/(m²K)]
$U_{\max}$	$T_i \geq 19^\circ\text{C}$	0,28	1,50	1,50	2,50
$U_{\max}$	$T_i < 19^\circ\text{C}$	0,50	2,80	3,00	3,10
Zonen $T_i \geq 19^\circ\text{C}$		0,18	0,95		
Zonen $T_i < 19^\circ\text{C}$		0,17	1,00		

Die Höchstwerte für Wärmedurchgangskoeffizienten werden eingehalten, **Nachweis erbracht**
kleinste Grenzwertunterschreitung: $U = 0,18 \text{ W/(m}^2\text{K)} = 0,28 \text{ W/(m}^2\text{K)} - 34,3\%$

Nachweis des Primärenergiebedarfs

Höchstwert des grundflächenbezogenen Jahres-Primärenergiebedarfs nach GEG '20, § 18

zul $q_{P, \text{REF}} = 163,6 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$, aus der Referenzberechnung

zul $q_P = 163,6 - 45\% = 90,0 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$, geforderte Unterschreitung nach GEG §18 und GEG-Novelle 2023 / 2024

vorh $q_P = 263.901 / 7093,6 = 37,2 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$

vorh $q_P = 37,2 \leq 90,0 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$, **Grenzwert wird eingehalten**

Nutzung von erneuerbaren Energien nach GEG 2020

Nachweis 65% Erneuerbare

Anforderungen an die Heizungsanlage nach GEG 2024, §71

Heizungsanlagen müssen die benötigte Wärme zu mindestens 65% aus erneuerbaren Energien erzeugen

benötigte Wärme im Gebäude 655.285 kWh/a

genutzte erneuerbare Energien

1. aus thermischen Solaranlagen	- kWh/a
2. aus elektrischen Wärmepumpen	- kWh/a
3. aus gasmotorischen Wärmepumpen	- kWh/a
4. aus Stromdirektheizung	- kWh/a
5. aus unvermeidbarer Abwärme	- kWh/a
6. aus Wärmenetzen	655.285 kWh/a
7. aus Biomasse / Wasserstoff	- kWh/a

Summe erneuerbare Energien 655.285 kWh/a 100 %

erzielter Deckungsanteil für erneuerbare Energie $DA_{EE} = 655284,9/655285,0 \cdot 100 = 100\%$
(Entwurf Bbl.2 Gl.5)

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

Horn + Horn Ingenieure Part. mbB Bauphysikalische BerechnungDoberaner Straße 155
18057 Rostock

LP5 in Abstimmung

24170 - Neubau esE Schulen Lankow
03.08.2026**Nutzung von erneuerbaren Energien nach GEG 2020, §§ 34 ff**

Nachweis für privat genutzte Gebäude

Wärme- und Kälteenergiebedarf = 655285 + 0 + 0 = 655.285 kWh/Jahr (mit Solar-, Umweltenergie- und Abwärmenutzung)

darin enthaltene Deckungsanteile aus erneuerbaren Energiequellen oder Ersatzmaßnahmen
genutzte Fernwärme zu 15% aus erneuerbarer Energie

Energiequelle	Energieertrag kWh/a	Deckungsanteil		Nutzungs- anteil
		erzielt	gefordert	
Fernwärme [Warmwasser] [He	655.285	15,0 %	50,0 %	30,0 %
PV-Strom [PV-Strom]	50.002	7,6 %	15,0 %	50,7 %
				80,7 %

Maßnahmen zur Einsparung von Energie

Nachweis mit $HT'_{\text{Grenzwert}} = HT'_{\text{Referenzberechnung}}$, ohne Nachweis der QP-Unterschreitung

		Grenzwert	erzielt	Unterschreitung		Nutzungs- anteil
				erzielt	gefordert	

HT'- Wert	W/ (m²K)	0,45	0,37	18,2 %	15,0 %	121,6 %
-----------	----------	------	------	--------	--------	---------

erreichter Nutzungsanteil, Summe = 202,2 % ≥ Nutzungspflichtanteil = 100 %

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

Bundesförderprogramme (BEG)

Bundesförderprogramme für den Neubau von Nichtwohngebäuden

Technische Mindestanforderungen zum Programm:

Bundesförderung für effiziente NWG-Neubauten, Effizienzgebäude BEG NWG 2023, Energie- und CO₂-Einsparung bezogen auf 55% der Referenzwerte, Effizienzgebäude NT-ready mit 55°C Vorlauftemperatur

Referenzberechnung = "24170-lp4-bkr-20250827-Referenz2020"

		Primärenergiebedarf ----- mittlere U-Werte -----					
		$Q_{p''}$ kWh/(m ² a)	Opake Fenster W/(m ² K)	Vorhf. W/(m ² K)	Oberfl. W/(m ² K)		
Referenzberechnung	100 %	163,6					
erreicht $T_i \geq 19^\circ\text{C}$	23 %	37,2	0,18	0,95			
Effizienzgebäude 55	55 %	90,0	0,22	1,20	1,20	2,00	OK
Effizienzgebäude 40	40 %	65,4	0,18	1,00	1,00	1,60	OK
erreicht $T_i < 19^\circ\text{C}$	23 %	37,2	0,17	1,00			
Effizienzgebäude 55	55 %	90,0	0,28	1,50	1,50	2,50	OK
Effizienzgebäude 40	40 %	65,4	0,24	1,30	1,30	2,00	OK

EE-Paket NWG (Nutzung Erneuerbarer Energien)

vorhandene Nutzung erneuerbarer Energien im Gebäude durch die Prozesse: PV-Strom [PV-Strom]

Für die EE-Klasse ist ab 2023 der Einsatz einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung verpflichtend.

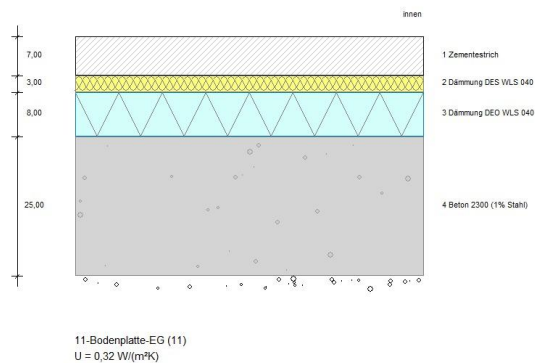
 $EE_{\text{genutzt}} = - \text{ kWh/Jahr}$ $EE_{\text{soll}} = 0,65 * 655285 = 425.935 \text{ kWh/Jahr}$ (65% des Wärme- und Kältebedarfs) $EE_{\text{genutzt}} < EE_{\text{soll}}$ (65%), die Anforderung für das EE-Paket wird nicht erfüllt**NH-Paket (Nachhaltigkeitszertifikat)**Eine anerkannte Nachhaltigkeitszertifizierung nach BMI **liegt vor**Das Förderniveau **Effizienzgebäude 40 NH** wird erreicht.**Sommerlicher Wärmeschutznachweis**

Der Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes wird mit den o.g. Randbedingungen und der entsprechenden Verglasung erfüllt.

Es wurde ein außenliegender Sonnenschutz mit $FC = 0,30$ angesetzt. In einigen Räumen ist eine erhöhte Nachtlüftung notwendig. Kann die erhöhte Nachtlüftung nicht gewährleistet werden, muss zur Erfüllung des Nachweises die Fenstergröße reduziert werden.

C. Bauteilquerschnitte

Bauteil: 11-Bodenplatte-EG (11)



Der Fußbodenaufbau ist nur angenommen und ist durch den Entwurfsverfasser bei Bedarf zu korrigieren.

Achtung: Die Abmessungen der tragenden Konstruktion ist nur angenommen. Für die tragende Konstruktion sind die Unterlagen der Tragwerksplanung heranzuziehen! Diese haben in der Regel einen vernachlässigbaren Einfluss auf den Wärmedurchgang.

Der dargestellte Aufbau ist nur beispielhaft! Relevant sind nur die wärmedämmenden Ebenen (Wärmeleitfähigkeit $\leq 0,10 \text{ W/(mK)}$). Für alle anderen Schichten sind u.U. andere Dokumentationsunterlagen heranzuziehen!

Die Wärmeleitfähigkeit der Perimeterdämmung ist abhängig von der Einbausituation und der resultierenden Dämmstärke. Die dargestellte Trittschalldämmung dient nur zur Erfassung einer anderen Dämmstärke und ist nicht gültig für den Schallschutznachweis! Die genauen Angaben zu der Trittschalldämmung ist dem Schallschutznachweis zu entnehmen.

Die Stärke des Estrichs ist nur angenommen und ist bei Bedarf zu korrigieren. An dieser Stelle sei angemerkt, dass die genaue Stärke des Estrichs nur einen marginalen Einfluss auf den U-Wert hat. Es wird der geringste Aufbau in der Berechnung berücksichtigt.

Bauteiltyp "Fußboden gegen Erdreich" (9)

mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,17$ und $R_{se} = 0,00 \text{ m}^2\text{K/W}$

Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m³	kg/m²	λ W/(mK)	R m²K/W
R_{si}					0,170
01 Zementestrich	7,00	2000	140,0	1,400	0,050
02 Dämmung DES WLS 040	3,00	20	0,6	0,040	0,750
03 Dämmung DEO WLS 040	8,00	20	1,6	0,040	2,000
04 Beton 2300 (1% Stahl)	25,00	2300	575,0	2,300	0,109
R_{se}					0,000
d =	43,00	G =	717,2	$R_T =$	3,08

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient U = **0,325 W/(m²K)** (ohne Korrekturen)

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

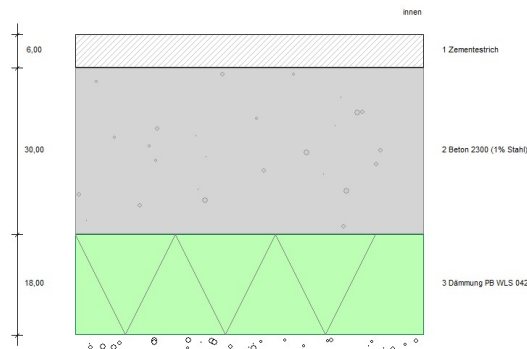
Sohlplatten, unmittelbar an das Erdreich grenzend bis zu einer Raumtiefe von 5 m (DIN 4108-2:2013. Mindestanforderungen nach Tab.3.

R 2,91 $\geq$ 0,90 m²K/W erfüllt die Anforderungen

Rechnerischer Nachweis des Tauwasserausfalls

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

Bodenplatte mit raumseitiger Dämmung nach DIN 18533, s_d -Wert der Schichten raumseitig der Wärmedämmung $\geq 20 \text{ m}$.

Bauteil: 12-Bodenplatte-KG (12)

12-Bodenplatte-KG (12)

Die Stärke des Estrichs ist nur angenommen und ist bei Bedarf zu korrigieren. An dieser Stelle sei angemerkt, dass die genaue Stärke des Estrichs nur einen marginalen Einfluss auf den U-Wert hat. Es wird der geringste Aufbau in der Berechnung berücksichtigt. Die dargestellte Trittschalldämmung dient nur zur Erfassung einer anderen Dämmstärke und ist nicht gültig für den Schallschutznachweis! Die genauen Angaben zu der Trittschalldämmung ist dem Schallschutznachweis zu entnehmen.

Die Wärmeleitfähigkeit der Perimeterdämmung ist abhängig von der Einbausituation und der resultierenden Dämmstärke.

Es wird, auf der sicheren Seite liegend, eine Wärmeleitfähigkeit von 0,042 W/(mK) bei der Perimeterdämmung angesetzt. Im Zuge der Ausführungsplanung kann dieser Wert anhand der genauen Produktdaten und Einbausituation angepasst werden.

Der dargestellte Aufbau ist nur beispielhaft! Relevant sind nur die wärmedämmenden Ebenen (Wärmeleitfähigkeit $\leq 0,10$ W/(mK)). Für alle anderen Schichten sind u.U. andere Dokumentationsunterlagen heranzuziehen!

Achtung: Die Abmessungen der tragenden Konstruktion ist nur angenommen. Für die tragende Konstruktion sind die Unterlagen der Tragwerksplanung heranzuziehen! Diese haben in der Regel einen vernachlässigbaren Einfluss auf den Wärmedurchgang.

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/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R_{si}					0,170
01 Zementestrich	6,00	2000	120,0	1,400	0,043
02 Beton 2300 (1% Stahl)	30,00	2300	690,0	2,300	0,130
03 Dämmung PB WLS 042	18,00	25	4,5	0,042	4,286
R_{se}					0,000
d =	54,00	G =	814,5	$R_T =$	4,63

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient U = **0,216 W/(m²K)** (ohne Korrekturen)

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

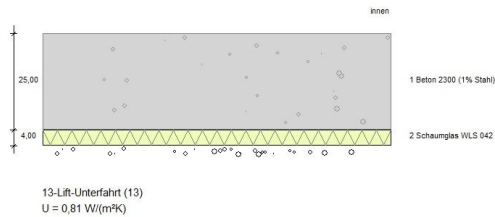
Sohlplatten, unmittelbar an das Erdreich grenzend bis zu einer Raumtiefe von 5 m (DIN 4108-2:2013. Mindestanforderungen nach Tab.3.

R 4,46 $\geq 0,90$ m²K/W erfüllt die Anforderungen

Rechnerischer Nachweis des Tauwasserausfalls

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

Bodenplatte mit raumseitiger Dämmung nach DIN 18533, s_d -Wert der Schichten raumseitig der Wärmedämmung ≥ 20 m.

Bauteil: 13-Lift-Unterfahrt (13)

Der Fußbodenaufbau wird zur späteren Flexibilität vernachlässigt.

An dieser Stelle sei angemerkt, dass der Estrich/ Asphalt nur einen marginalen Einfluss auf den U-Wert hat.

Die Wärmeleitfähigkeit der Perimeterdämmung ist abhängig von der Einbausituation und der resultierenden Dämmstärke.

Es wird, auf der sicheren Seite liegend, eine Wärmeleitfähigkeit von 0,042 W/(mK) bei der Perimeterdämmung angesetzt. Im Zuge der Ausführungsplanung kann dieser Wert anhand der genauen Produktdaten und Einbausituation angepasst werden.

Der dargestellte Aufbau ist nur beispielhaft! Relevant sind nur die wärmedämmenden Ebenen (Wärmeleitfähigkeit $\leq 0,10$ W/(mK)). Für alle anderen Schichten sind u.U. andere Dokumentationsunterlagen heranzuziehen!

Achtung: Die Abmessungen der tragenden Konstruktion ist nur angenommen. Für die tragende Konstruktion sind die Unterlagen der Tragwerksplanung heranzuziehen! Diese haben in der Regel einen vernachlässigbaren Einfluss auf den Wärmedurchgang.

Bauteiltyp "Fußboden gegen Erdreich" (9)

mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,17$ und $R_{se} = 0,00$ m²K/W

Querschnitt

	s cm	ρ kg/m³	γ kg/m²	λ W/(mK)	R m²K/W
von innen					
R_{si}					0,170
01 Beton 2300 (1% Stahl)	25,00	2300	575,0	2,300	0,109
02 Schaumglas WLS 042	4,00	30	1,2	0,042	0,952
R_{se}					0,000
d =	29,00	G =	576,2	$R_T =$	1,23

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient U = **0,812 W/(m²K)** (ohne Korrekturen)

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

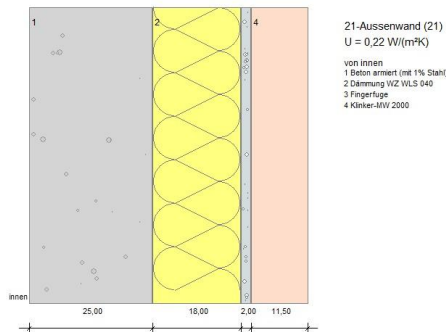
Sohlplatten, unmittelbar an das Erdreich grenzend bis zu einer Raumtiefe von 5 m (DIN 4108-2:2013. Mindestanforderungen nach Tab.3.

R 1,06 $\geq$ 0,90 m²K/W erfüllt die Anforderungen

Rechnerischer Nachweis des Tauwasserausfalls

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

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

Bauteil: 21-Außenwand (21)**Außenwand mit Verblender**

Es wird eine Korrektur des U-Wertes für die Befestigungsmittel (Maueranker) vorgesehen. Das Befestigungssystem ist entsprechend zu wählen!

Es ist ein Nachweis durch den Unternehmer zu erbringen.

Andernfalls kann eine nachteilige Veränderung des U-Wertes nicht ausgeschlossen werden!

Berücksichtigung Mauerwerksanker nach DIN EN ISO 6946.

Material: Edelstahl Wärmeleitfähigkeit 15 W/(mK), d=4mm, n=13/m²

Der dargestellte Aufbau ist nur beispielhaft!

Relevant sind nur die wärmedämmenden Ebenen (Wärmeleitfähigkeit $\leq 0,10$ W/(mK)). Für alle anderen Schichten sind u.U. andere Dokumentationsunterlagen heranzuziehen!

Achtung: Die Abmessungen der tragenden Konstruktion ist nur angenommen. Für die tragende Konstruktion sind die Unterlagen der Tragwerksplanung heranzuziehen! Diese haben in der Regel einen vernachlässigbaren Einfluss auf den Wärmedurchgang.

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}					0,130
01 Beton armiert (mit 1% Stahl)	25,00	2300	575,0	2,300	0,109
02 Dämmung WZ WLS 040	18,00	20	3,6	0,040	4,500
03 Fingerfuge	2,00	2000	40,0	1,800	0,011
04 Klinker-MW 2000	11,50	2000	230,0	0,960	0,120
R_{se}					0,040
d =	56,50	G =	848,6	$R_T =$	4,91

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U_c = 0,204 + 0,015 = 0,219$ W/(m²K)

0,015 Korrektur für Mauerwerksanker $\Delta U_f = 6 \cdot \lambda_f \cdot n_f \cdot A_f$

Befestigungselemente $\lambda = 15,00$ W/(mK), 13,0 St/m², 13 mm²/St

U-Wert Gesamtkorrektur = 7%

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

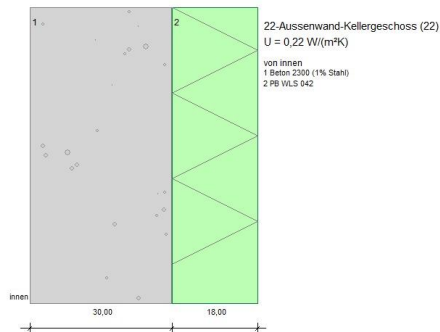
Mindestanforderungen nach Tab.3.

R 4,74 $\geq$ 1,20 m²K/W erfüllt die Anforderungen

Rechnerischer Nachweis des Tauwasserausfalls

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

Ein- und zweischaliges Mauerwerk mit Verblendmauerwerk nach DIN EN 1996-1

Bauteil: 22-Außenwand-Kellergeschoss (22)

Es wird, auf der sicheren Seite liegend, eine Wärmeleitfähigkeit von $0,042 \text{ W/(mK)}$ bei der Perimeterdämmung angesetzt. Im Zuge der Ausführungsplanung kann dieser Wert anhand der genauen Produktkenndaten und Einbausituation angepasst werden.

Das Bestandsbauteil ist von den Abmessungen und den Materialien nur angenommen, die Annahmen sind seitens des Entwurfsverfassers zu verifizieren. Bei Abweichungen ist der Aufsteller umgehend zu informieren.

Achtung: Die Abmessungen der tragenden Konstruktion ist nur angenommen. Für die tragende Konstruktion sind die Unterlagen der Tragwerksplanung heranzuziehen! Diese haben in der Regel einen vernachlässigbaren Einfluss auf den Wärmedurchgang.

Bauteiltyp "Außenwand gegen Erdreich" (5)

mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,13$ und $R_{se} = 0,00 \text{ m}^2\text{K/W}$

Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R_{si}					0,130
01 Beton 2300 (1% Stahl)	30,00	2300	690,0	2,300	0,130
02 PB WLS 042	18,00	25	4,5	0,042	4,286
R_{se}					0,000
d =	48,00	G =	694,5	$R_T =$	4,55

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,220 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

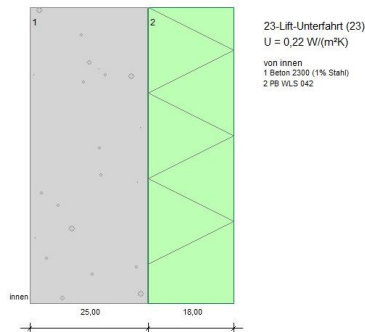
Mindestanforderungen nach Tab.3.

$R \quad 4,42 \geq 1,20 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

Rechnerischer Nachweis des Tauwasserausfalls

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

Erdberührte Kelleraußenwand aus einschaligem, wärmedämmendem Mauerwerk oder MW / Beton mit Perimeterdämmung

Bauteil: 23-Lift-Unterfahrt (23)

Es wird, auf der sicheren Seite liegend, eine Wärmeleitfähigkeit von $0,042 \text{ W/(mK)}$ bei der Perimeterdämmung angesetzt. Im Zuge der Ausführungsplanung kann dieser Wert anhand der genauen Produktdaten und Einbausituation angepasst werden.

Achtung: Die Abmessungen der tragenden Konstruktion ist nur angenommen. Für die tragende Konstruktion sind die Unterlagen der Tragwerksplanung heranzuziehen! Diese haben in der Regel einen vernachlässigbaren Einfluss auf den Wärmedurchgang.

Bauteiltyp "Außenwand gegen Erdreich" (5)

mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,13$ und $R_{se} = 0,00 \text{ m}^2\text{K/W}$

Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R_{si}					0,130
01 Beton 2300 (1% Stahl)	25,00	2300	575,0	2,300	0,109
02 PB WLS 042	18,00	25	4,5	0,042	4,286
R_{se}					0,000
d =	43,00	G =	579,5	$R_T =$	4,52

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,221 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

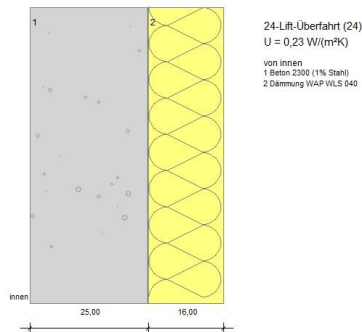
Wände beheizter Räume gegen Außenluft, Erdreich, Tiefgaragen (DIN 4108-2:2013).
 Mindestanforderungen nach Tab.3.

$R \quad 4,39 \geq 1,20 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

Rechnerischer Nachweis des Tauwasserausfalls

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

Erdberührte Kelleraußenwand aus einschaligem, wärmedämmendem Mauerwerk oder MW / Beton mit Perimeterdämmung

Bauteil: 24-Lift-Überfahrt (24)**Außenwand mit Wärmedämmverbundsystem (WDVS)**

Die Verbindungsmittel sind so zu wählen, dass kein negativer Einfluss auf den Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) entsteht. Ein Nachweis durch den Unternehmer ist VOR der Materialbestellung vorzulegen.

Es wird empfohlen, keine Sockelschiene aus Metall zu verwenden! Sollte dies dennoch erfolgen, ist VOR Ausschreibung der Leistung eine detaillierte Wärmebrückenberechnung vorzulegen (Leistungsumfang des Entwurfsverfassers!). Es ist VOR Materialbestellung die Systemkonformität des verwendeten Systems zu belegen! Es ist ein Prüfprotokoll über die Zulassungskonforme Befestigung des WDVS zu erstellen. Dies ist vom Ausschreibenden zu beachten! Ohne die kann eine Bestätigung über die fachgerechte Ausführung NICHT erfolgen! Etwaige Schäden, finanzielle oder bauliche, gehen nicht zu Lasten des Verfassers!

Das Bestandsbauteil ist von den Abmessungen und den Materialien nur angenommen, die Annahmen sind seitens des Entwurfsverfassers zu verifizieren. Bei Abweichungen ist der Aufsteller umgehend zu informieren.

Achtung: Die Abmessungen der tragenden Konstruktion ist nur angenommen. Für die tragende Konstruktion sind die Unterlagen der Tragwerksplanung heranzuziehen! Diese haben in der Regel einen vernachlässigbaren Einfluss auf den Wärmedurchgang.

Bauteiltyp "Außenwand" (3)

mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,13$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$

Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	λ W/(mK)	R m ² K/W
R_{si}				0,130
01 Beton 2300 (1% Stahl)	25,00	2300	2,300	0,109
02 Dämmung WAP WLS 040	16,00	20	0,040	4,000
R_{se}				0,040
d =	41,00	G =	578,2	$R_T =$ 4,28

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,234 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

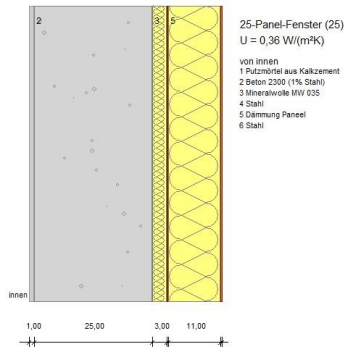
Wände beheizter Räume gegen Außenluft, Erdreich, Tiefgaragen (DIN 4108-2:2013).
 Mindestanforderungen nach Tab.3.

$R \quad 4,11 \geq 1,20 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

Rechnerischer Nachweis des Tauwasserausfalls

Ein rechnerischer Nachweis nach DIN 4108-3:2018 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

Bauteil: 25-Panel-Fenster (25)

Achtung: Die Abmessungen der tragenden Konstruktion ist nur angenommen. Für die tragende Konstruktion sind die Unterlagen der Tragwerksplanung heranzuziehen! Diese haben in der Regel einen vernachlässigbaren Einfluss auf den Wärmedurchgang. Das Bauteil ist von den Abmessungen und den Materialien nur angenommen, die Annahmen sind seitens des Entwurfsverfassers zu verifizieren. Bei Abweichungen ist der Aufsteller umgehend zu informieren. Der dargestellte Aufbau ist nur beispielhaft! Relevant sind nur die wärmedämmenden Ebenen (Wärmeleitfähigkeit $\leq 0,10 \text{ W/(mK)}$). Für alle anderen Schichten sind u.U. andere Dokumentationsunterlagen heranzuziehen! Die Befestigung der Dämmung bzw. der Schichten nach der Tragebene sind mit thermisch optimierten Bauteilen durchzuführen. Aus den Verbindungsmitteln darf sich keine negative Veränderung des U-Wertes des Bauteils ergeben.

Bauteiltyp "Außenwand" (3)

mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,13$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$

Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R_{si}					0,130
01 Putzmörtel aus Kalkzement	1,00	1800	18,0	1,000	0,010
02 Beton 2300 (1% Stahl)	25,00	2300	575,0	2,300	0,109
03 Mineralwolle MW 035	3,00	20	0,6	0,035	0,857
04 Stahl	0,10	7800	7,8	50,000	0,000
05 Dämmung Paneel	11,00	20	2,2	0,066	1,667
06 Stahl	0,10	7800	7,8	50,000	0,000
R_{se}					0,040
d =	40,20	G =	611,4	$R_T =$	2,81

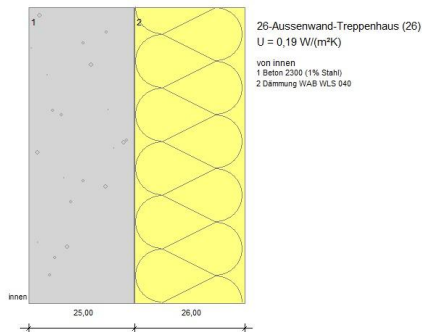
Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,356 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

R $2,64 \geq 1,20 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

Bauteil: 26-Außenwand-Treppenhaus (26)**Außenwand aus Stahlbeton mit Vorhangfassade**

Die Vorhangfassade ist nicht dargestellt.

Es wird ein pauschaler Zuschlag für die Befestigung der Vorhangfassade angesetzt, da das genaue Befestigungssystem nicht bekannt ist. Der Zuschlag wird pauschal angesetzt mit $0,045 \text{ W/(m}^2\text{K)}$. Der genau anzusetzende Zuschlag ist vom Unternehmer RECHTZEITIG dem Aufsteller zu übergeben, um evtl. weitergehende Kompensationsmaßnahmen an anderen Bauteilen vorzunehmen. Die rechtzeitige Mitteilung der notwendigen Werte und daraus resultierende Zeitverzögerungen obliegen dem Unternehmer!

Eine negative Veränderung kann nicht ausgeschlossen werden und geht nicht zu Lasten des Aufstellers! Diese Annahme ist rechtzeitig vom Entwurfsverfasser zu validieren.

Die Putzschichten sind nicht mit dargestellt!

Der dargestellte Aufbau ist nur beispielhaft! Relevant sind nur die wärmedämmenden Ebenen (Wärmeleitfähigkeit $\leq 0,10 \text{ W/(mK)}$). Für alle anderen Schichten sind u.U. andere Dokumentationsunterlagen heranzuziehen!

Achtung: Die Abmessungen der tragenden Konstruktion ist nur angenommen. Für die tragende Konstruktion sind die Unterlagen der Tragwerksplanung heranzuziehen! Diese haben in der Regel einen vernachlässigbaren Einfluss auf den Wärmedurchgang.

Bauteiltyp "Außenwand" (3)

mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,13$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$

Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	λ W/(mK)	R m ² K/W
R_{si}				0,130
01 Beton 2300 (1% Stahl)	25,00	2300	2,300	0,109
02 Dämmung WAB WLS 040	26,00	20	0,040	6,500
R_{se}				0,040
d =	51,00	G =	580,2	$R_T =$ 6,78

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U_c = 0,148 + 0,045 = 0,193 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

0,045 Befestigung Vorhangfassade

U-Wert Gesamtkorrektur = 31%

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

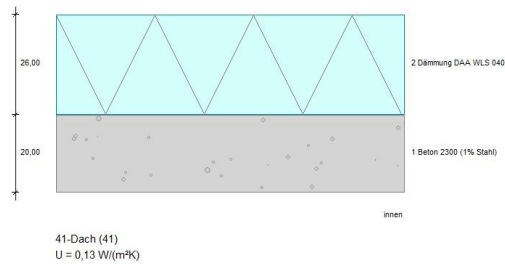
Wände beheizter Räume gegen Außenluft, Erdreich, Tiefgaragen (DIN 4108-2:2013).
 Mindestanforderungen nach Tab.3.

$R \quad 6,61 \geq 1,20 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

Rechnerischer Nachweis des Tauwasserausfalls

Ein rechnerischer Nachweis nach DIN 4108-3:2018 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

Bauteil: 41-Dach (41)

Die Dämmung kann als Gefälledämmung ausgebildet werden. Die unten angegebene Dämmstärke gilt dann als mittlere Dämmstärke. Die genaue Dämmstärke ist vom Unternehmer anhand des Gefälleplanes nach DIN EN ISO 6946 zu ermitteln, die Berechnung ist dem Aufsteller vorzulegen. Die Minstdämmstärke (tiefster Punkt) muss mindestens 8cm betragen. Es wird empfohlen, eine Minstdämmstärke aus konstruktiven Gründen von 14cm nicht zu unterschreiten. Hiermit werden auch die konstruktiven Anforderungen der DIN 4108 Beiblatt 2 eingehalten. Es wird bei der Konstruktion von einem Warmdach ausgegangen. Eine Korrektur des Wärmedurchgangskoeffizienten ist daher nicht notwendig. Der dargestellte Aufbau ist nur beispielhaft! Relevant sind nur die wärmedämmenden Ebenen (Wärmeleitfähigkeit $\leq 0,10 \text{ W/(mK)}$). Für alle anderen Schichten sind u.U. andere Dokumentationsunterlagen heranzuziehen!

Achtung: Die Abmessungen der tragenden Konstruktion ist nur angenommen. Für die tragende Konstruktion sind die Unterlagen der Tragwerksplanung heranzuziehen! Diese haben in der Regel einen vernachlässigbaren Einfluss auf den Wärmedurchgang.

Bauteiltyp "Dachdecke" (1)

mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,10$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$

Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R_{si}					0,100
01 Beton 2300 (1% Stahl)	20,00	2300	460,0	2,300	0,087
02 Dämmung DAA WLS 040	26,00	20	5,2	0,035	7,429
R_{se}					0,040
d =	46,00	G =	465,2	$R_T =$	7,66

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,131 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

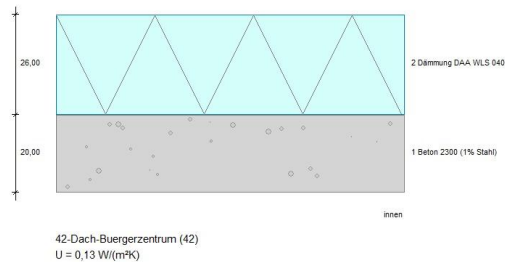
Mindestanforderungen nach Tab.3.

$R \quad 7,52 \geq 1,20 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

Rechnerischer Nachweis des Tauwasserausfalls

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

Bauteil Bild 8d, mit den Schichten: Beton 2400 ~ Dampfsperre $\geq 100\text{m}$ ~ Wärmedämmung ~ Dachabdichtung (Bild8d.DWB)

Bauteil: 42-Dach-Buergerzentrum (42)

Die Dämmung kann als Gefälledämmung ausgebildet werden. Die unten angegebene Dämmstärke gilt dann als mittlere Dämmstärke. Die genaue Dämmstärke ist vom Unternehmer anhand des Gefälleplanes nach DIN EN ISO 6946 zu ermitteln, die Berechnung ist dem Aufsteller vorzulegen. Die Minstdämmstärke (tiefster Punkt) muss mindestens 8cm betragen. Es wird empfohlen, eine Minstdämmstärke aus konstruktiven Gründen von 14cm nicht zu unterschreiten. Hiermit werden auch die konstruktiven Anforderungen der DIN 4108 Beiblatt 2 eingehalten. Es wird bei der Konstruktion von einem Warmdach ausgegangen. Eine Korrektur des Wärmedurchgangskoeffizienten ist daher nicht notwendig. Der dargestellte Aufbau ist nur beispielhaft! Relevant sind nur die wärmedämmenden Ebenen (Wärmeleitfähigkeit $\leq 0,10 \text{ W/(mK)}$). Für alle anderen Schichten sind u.U. andere Dokumentationsunterlagen heranzuziehen!

Achtung: Die Abmessungen der tragenden Konstruktion ist nur angenommen. Für die tragende Konstruktion sind die Unterlagen der Tragwerksplanung heranzuziehen! Diese haben in der Regel einen vernachlässigbaren Einfluss auf den Wärmedurchgang.

Bauteiltyp "Dachdecke" (1)

mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,10$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$

Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m³	kg/m²	λ W/(mK)	R m²K/W
R_{si}					0,100
01 Beton 2300 (1% Stahl)	20,00	2300	460,0	2,300	0,087
02 Dämmung DAA WLS 040	26,00	20	5,2	0,035	7,429
R_{se}					0,040
d =	46,00	G =	465,2	$R_T =$	7,66

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,131 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

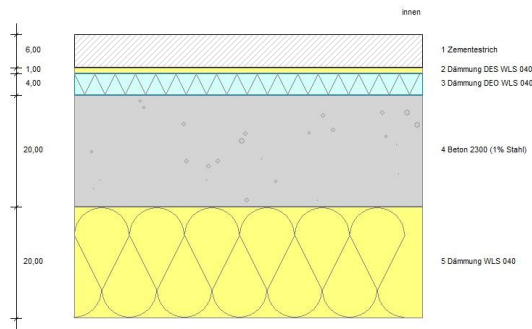
Mindestanforderungen nach Tab.3.

$R \quad 7,52 \geq 1,20 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

Rechnerischer Nachweis des Tauwasserausfalls

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

Bauteil Bild 8d, mit den Schichten: Beton 2400 ~ Dampfsperre $\geq 100\text{m}$ ~ Wärmedämmung ~ Dachabdichtung (Bild8d.DWB)

Bauteil: 43-Decke nach unten (43)

43-Decke nach unten (43)
U = 0,15 W/(m²K)

Achtung: Die Abmessungen der tragenden Konstruktion ist nur angenommen. Für die tragende Konstruktion sind die Unterlagen der Tragwerksplanung heranzuziehen! Diese haben in der Regel einen vernachlässigbaren Einfluss auf den Wärmedurchgang.

Die Stärke des Estrichs ist nur angenommen und ist bei Bedarf zu korrigieren. An dieser Stelle sei angemerkt, dass die genaue Stärke des Estrichs nur einen marginalen Einfluss auf den U-Wert hat. Es wird der geringste Aufbau in der Berechnung berücksichtigt.

Die dargestellte Trittschalldämmung dient nur zur Erfassung einer anderen Dämmstärke und ist nicht gültig für den Schallschutznachweis! Die genauen Angaben zu der Trittschalldämmung ist dem Schallschutznachweis zu entnehmen.

Der dargestellte Aufbau ist nur beispielhaft! Relevant sind nur die wärmedämmenden Ebenen (Wärmeleitfähigkeit $\leq 0,10 \text{ W/(mK)}$). Für alle anderen Schichten sind u.U. andere Dokumentationsunterlagen heranzuziehen!

Bauteiltyp "Decke nach unten gegen die Außenluft" (10)

mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,17$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$

Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m³	kg/m²	λ W/(mK)	R m²K/W
R_{si}					0,170
01 Zementestrich	6,00	2000	120,0	1,400	0,043
02 Dämmung DES WLS 040	1,00	20	0,2	0,040	0,250
03 Dämmung DEO WLS 040	4,00	20	0,8	0,040	1,000
04 Beton 2300 (1% Stahl)	20,00	2300	460,0	2,300	0,087
05 Dämmung WLS 040	20,00	20	4,0	0,040	5,000
R_{se}					0,040
d =	51,00	G =	585,0	$R_T =$	6,59

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient U = **0,152 W/(m²K)** (ohne Korrekturen)

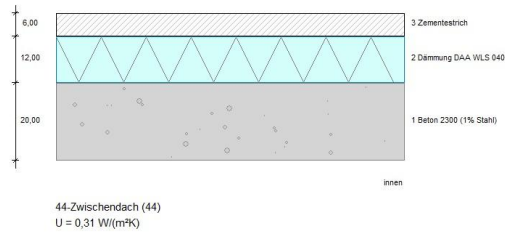
Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

Decken gegen Außenluft, Garagen (auch beheizte), Durchfahrten und belüftete Kriechkeller (DIN 4108-2:2013. Mindestanforderungen nach Tab.3.

R $6,38 \geq 1,75 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

Rechnerischer Nachweis des Tauwasserausfalls

Die Prüfung einer nicht nachweisfreien Konstruktion kann nur mit der Angabe von genauen produktspezifischen Angaben erfolgen. Dies erfolgt im Rahmen der Ausführungsplanung, da erst dann die genauen produktspezifischen Kenndaten zur Verfügung stehen.

Bauteil: 44-Zwischendach (44)

Es wird bei der Konstruktion von einem Warmdach ausgegangen. Eine Korrektur des Wärmedurchgangskoeffizienten ist daher nicht notwendig. Der dargestellte Aufbau ist nur beispielhaft! Relevant sind nur die wärmedämmenden Ebenen (Wärmeleitfähigkeit $\leq 0,10 \text{ W/(mK)}$). Für alle anderen Schichten sind u.U. andere Dokumentationsunterlagen heranzuziehen! Achtung: Die Abmessungen der tragenden Konstruktion ist nur angenommen. Für die tragende Konstruktion sind die Unterlagen der Tragwerksplanung heranzuziehen! Diese haben in der Regel einen vernachlässigbaren Einfluss auf den Wärmedurchgang.

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

Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R_{si}					0,100
01 Beton 2300 (1% Stahl)	20,00	2300	460,0	2,300	0,087
02 Dämmung DAA WLS 040	12,00	20	2,4	0,040	3,000
03 Zementestrich	6,00	2000	120,0	1,400	0,043
R_{se}					0,040
d =	38,00	G =	582,4	$R_T =$	3,27

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,306 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

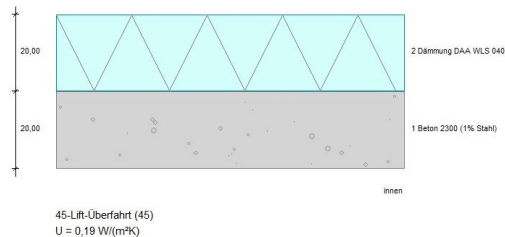
Decken beheizter Räume nach oben gegen Außenluft (DIN 4108-2:2013).
Mindestanforderungen nach Tab.3.

$R = 3,13 \geq 1,20 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

Rechnerischer Nachweis des Tauwasserausfalls

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

Bauteil Bild 8d, mit den Schichten: Beton 2400 ~ Dampfsperre $\geq 100\text{m}$ ~ Wärmedämmung ~ Dachabdichtung (Bild8d.DWB)

Bauteil: 45-Lift-Überfahrt (45)

Es wird bei der Konstruktion von einem Warmdach ausgegangen. Eine Korrektur des Wärmedurchgangskoeffizienten ist daher nicht notwendig.

Der dargestellte Aufbau ist nur beispielhaft! Relevant sind nur die wärmedämmenden Ebenen (Wärmeleitfähigkeit $\leq 0,10 \text{ W/(mK)}$). Für alle anderen Schichten sind u.U. andere Dokumentationsunterlagen heranzuziehen!

Achtung: Die Abmessungen der tragenden Konstruktion ist nur angenommen. Für die tragende Konstruktion sind die Unterlagen der Tragwerksplanung heranzuziehen! Diese haben in der Regel einen vernachlässigbaren Einfluss auf den Wärmedurchgang.

Bauteiltyp "Decke gegen die Außenluft" (1)

mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,10$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$

Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R_{si}					0,100
01 Beton 2300 (1% Stahl)	20,00	2300	460,0	2,300	0,087
02 Dämmung DAA WLS 040	20,00	20	4,0	0,040	5,000
R_{se}					0,040
d =	40,00	G =	464,0	$R_T =$	5,23

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,191 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

Mindestanforderungen nach Tab.3.

$R \quad 5,09 \geq 1,20 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

Rechnerischer Nachweis des Tauwasserausfalls

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

Bauteil Bild 8d, mit den Schichten: Beton 2400 ~ Dampfsperre $\geq 100\text{m}$ ~ Wärmedämmung ~ Dachabdichtung (Bild8d.DWB)

Bauteil: 51-Fenster (51)

Bauteiltyp "Fenster" (20)

mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,13$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$ **Wärmedurchgangskoeffizient**Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,950 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (manuell festgelegt)Energiedurchlassgrad $g = 40\%$ **Bauteil: 52-Kellerfenster (52)**

Bauteiltyp "Fenster" (20)

mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,13$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$ **Wärmedurchgangskoeffizient**Wärmedurchgangskoeffizient $U = 1,100 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (manuell festgelegt)Energiedurchlassgrad $g = 40\%$ **Bauteil: 53-RWA (53)**

Bauteiltyp "Fenster" (20)

mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,13$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$ **Wärmedurchgangskoeffizient**Wärmedurchgangskoeffizient $U = 2,000 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (manuell festgelegt)Energiedurchlassgrad $g = 50\%$ **Bauteil: 58-Aussentür (58)**

Bauteiltyp "Außentür" (3)

mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,13$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$ **Wärmedurchgangskoeffizient**Wärmedurchgangskoeffizient $U = 1,300 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (manuell festgelegt)**Bauteil: 59-Aussentür (59)**

Bauteiltyp "Außentür" (3)

mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,13$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$ **Wärmedurchgangskoeffizient**Wärmedurchgangskoeffizient $U = 1,300 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (manuell festgelegt)**Bauteil: 71-PRF (71)**

Bauteiltyp "Fenster" (20)

mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,13$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$ **Wärmedurchgangskoeffizient**Wärmedurchgangskoeffizient $U = 1,000 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (manuell festgelegt)Energiedurchlassgrad $g = 40\%$

D. Energetische Bewertung von Gebäuden

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 "24170-lp4-bkr-20250827"

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: 24170-lp4-bkr-20250827-Referenz2020.dwe

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

1.0 Geplante Gebäudezonen (DIN V 18599-1)

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

Zone	Typ	t_{nutz} d/a	ϑ_i $^{\circ}\text{C}$	$\vartheta_{i,WE}$ $^{\circ}\text{C}$	A_{NGF} m^2	V_i m^3
Verkehrsflächen	219 Verkehrsfläc	250	16,2	14,1	962	3185
Verkehrsflächen Zu-/Abluft	219 Verkehrsfläc	250	16,5	14,6	714	2130
WC/Sanitär Zu-/Abluft	216 WC und Sanit	250	19,9	17,6	447	1383
WC/Sanitär AbluftWC/Sanitär	216 WC und Sanit	250	19,9	17,4	63	188
Büro	202 Gruppenbüro	250	20,0	17,3	391	1172
Technik/Lager Abluft	220 Lager, Techn	250	16,3	14,2	75	226
Technik/Lager Zu-/Abluft	220 Lager, Techn	250	16,4	14,4	61	182
Technik/Lager	220 Lager, Techn	250	16,3	14,1	246	654
Serverraum	221 Rechenzentrum	365	21,0		44	118
Lehrküche	215 Küche - Vorb	300	20,1	17,4	127	381
Küche 1.46/1.47 Zu-/Abluft	214 Küchen in Ni	300	20,0	17,5	58	173
Küche/Gr.-Diff	217 Sonstige Auf	250	19,9	17,4	500	1499
Mensa Zu-/Abluft	212 Kantine	250	19,5	17,6	150	451
Unterricht Zu-/Abluft	208 Klassenzimme	200	19,6	17,4	1912	5735
Aufenthalt Zu-/Abluft	217 Sonstige Auf	250	19,9	17,4	670	2010
Therapieraum/Sanität	237 Untersuchung	250	22,0	22,0	50	150
Sportraum Zu-/Abluft	231 Turnhalle (o	250	18,4	15,7	85	254
Mehrzweckraum	217 Sonstige Auf	250	19,9	17,3	207	621
Stadtbibliothek	229 Bibliothek	300	20,1	17,5	335	1005

7.094 21.515

Gebäude, $A_{\text{NGF}} = 7093,6 \text{ m}^2$, $n_G = 4$ 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 Nachtabenkung

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 (U_{max}-Nachweis) GEG § 19

Hüllfläche	Zone	A m ²	U W/(m ² K)	F _x	Anmerkungen	H _T W/K
i»F 0 Fbw	W 8:0	13,2	0,220 22	0,60 F _{bw}	50 13	1,7
F 1 Fbw	S 8:1	27,6	0,220 22	0,60 F _{bw}	50 13	3,6
F 2 FG	- 8:2	87,1	0,216 12	0,35 F _G	15 26 50	6,6
F 3 Fbw	W 2:3	26,3	0,220 22	0,60 F _{bw}	50 13	3,5
F 4 FG	- 2:4	28,4	0,216 12	0,35 F _G	15 26 50	2,1
F 5 Fbw	O 8:5	31,0	0,220 22	0,60 F _{bw}	50 13	4,1
F 6 FF	O 8:6	4,1	1,100 52	1,00 F _F	50 02	4,5
F 7 Fbw	N 9:7	27,6	0,220 22	0,60 F _{bw}	50 13	3,6
F 8 Fbw	W 9:8	13,1	0,220 22	0,60 F _{bw}	50 13	1,7
F 9 FG	- 9:9	29,8	0,216 12	0,35 F _G	15 26 50	2,3
F 10 Fbw	O 1:10	8,6	0,220 22	0,60 F _{bw}	50 13	1,1
F 11 FG	- 1:11	18,1	0,216 12	0,35 F _G	15 26 50	1,4
F 12 FAW	S 5:12	61,9	0,219 21	1,00 F _{AW}	50	13,5
F 13 FAW	O 5:13	98,3	0,219 21	1,00 F _{AW}	50	21,5
F 14 FF	S 5:14	22,5	0,950 51	1,00 F _F	50 02	21,4
F 15 FG	- 5:15	293,7	0,253 19	0,35 F _G	14 50 25	26,0
F 16 FAW	S 8:16	58,5	0,219 21	1,00 F _{AW}	50	12,8
F 17 FG	- 8:17	74,9	0,253 19	0,35 F _G	50 25 14	6,6
F 18 FAW	W 4:18	24,4	0,219 21	1,00 F _{AW}	50	5,3
F 19 FAW	S 4:19	8,8	0,219 21	1,00 F _{AW}	50	1,9
F 20 FF	W 4:20	6,0	0,950 51	1,00 F _F	50 02	5,7
F 21 Tuer	S 4:21	2,6	1,300 59	1,00 F _{AW}	50	3,3
F 22 FG	- 4:22	6,9	0,253 19	0,35 F _G	50 25 14	0,6
F 23 FAW	W 3:23	34,1	0,219 21	1,00 F _{AW}	50	7,5
F 24 FF	W 3:24	13,4	0,950 51	1,00 F _F	50 02	12,8
F 25 FG	- 3:0	81,2	0,253 19	0,35 F _G	50 25 14	7,2
F 26 FG	- 19:0	64,1	0,325 11	0,35 F _G	74 50 25 14	7,3
F 27 FG	- 19:0	32,3	0,253 19	0,35 F _G	50 25 14	2,9
F 28 FG	- 15:0	43,4	0,325 11	0,35 F _G	74 50 25 14	4,9
F 29 FAW	W 6:0	37,7	0,219 21	1,00 F _{AW}	50	8,2
F 30 FF	W 6:0	6,0	0,950 51	1,00 F _F	50 02	5,7
F 31 FG	- 6:0	24,8	0,253 19	0,35 F _G	50 25 14	2,2
F 32 FAW	O 18:0	25,0	0,219 21	1,00 F _{AW}	50	5,5
F 33 FF	O 18:0	14,0	0,950 51	1,00 F _F	50 02	13,3
F 34 FG	- 18:0	110,0	0,325 11	0,35 F _G	74 50 25 14	12,5
F 35 FG	- 18:0	129,7	0,253 19	0,35 F _G	50 25 14	11,5
F 36 FD	- 18:0	94,9	0,306 44	1,00 F _D	50	29,0
F 37 FAW	O 1:0	95,5	0,219 21	1,00 F _{AW}	50	20,9
F 38 FF	O 1:0	90,4	1,000 71	1,00 F _F	50 02	90,4
F 39 FG	- 1:0	418,4	0,253 19	0,35 F _G	50 25 14	37,0
F 40 FF	O 5:0	42,8	0,950 51	1,00 F _F	50 02	40,6
F 41 FG	- 5:0	40,4	0,325 11	0,35 F _G	74 50 25 14	4,6
F 42 FAW	O 17:0	10,0	0,219 21	1,00 F _{AW}	50	2,2
F 43 FF	O 17:0	5,3	0,950 51	1,00 F _F	50 02	5,0
F 44 FG	- 17:0	17,4	0,325 11	0,35 F _G	74 50 25 14	2,0
F 45 FG	- 17:0	80,6	0,253 19	0,35 F _G	50 25 14	7,1
F 46 FG	- 8:0	42,7	0,325 11	0,35 F _G	74 50 25 14	4,9
F 47 FG	- 9:0	20,6	0,325 11	0,35 F _G	74 50 25 14	2,3
F 48 FG	- 7:0	54,3	0,325 11	0,35 F _G	74 50 25 14	6,2
F 49 FAW	S 1:0	95,6	0,219 21	1,00 F _{AW}	50	20,9
F 50 FF	S 1:0	64,6	0,950 51	1,00 F _F	50 02	61,4
F 51 FAW	S 1:0	17,4	0,356 25	1,00 F _{AW}	50	6,2
F 52 FG	- 1:0	77,7	0,325 11	0,35 F _G	74 50 25 14	8,8
F 53 Tuer	- 1:0	11,3	1,300 58	1,00 F _{AW}	50	14,6

Horn + Horn Ingenieure Part. mbB Bauphysikalische BerechnungDoberaner Straße 155
18057 Rostock

LP5 in Abstimmung

24170 - Neubau esE Schulen Lankow
03.08.2026

F 54 FAW	S 8:0	10,5	0,356	25	1,00	F _{AW}	50		3,7
F 55 Tuer	- 8:0	6,4	1,300	59	1,00	F _{AW}	50		8,3
F 56 FAW	W 8:0	12,2	0,219	21	1,00	F _{AW}	50		2,7
F 57 FF	S 8:0	7,3	0,950	51	1,00	F _F	50 02		6,9
F 58 FAW	W 8:0	12,2	0,356	25	1,00	F _{AW}	50		4,4
F 59 FAW	W 5:0	60,3	0,219	21	1,00	F _{AW}	50		13,2
F 60 FF	W 5:0	32,5	0,950	51	1,00	F _F	50 02		30,9
F 61 FAW	W 5:0	15,8	0,356	25	1,00	F _{AW}	50		5,6
F 62 FAW	N 10:0	26,6	0,219	21	1,00	F _{AW}	50		5,8
F 63 FF	N 10:0	14,0	0,950	51	1,00	F _F	50 02		13,3
F 64 FAW	N 10:0	12,6	0,356	25	1,00	F _{AW}	50		4,5
F 65 FG	- 10:0	40,1	0,325	11	0,35	F _G	74 50 25 14		4,6
F 66 FG	- 10:0	106,8	0,253	19	0,35	F _G	50 25 14		9,5
F 67 FG	- 3:0	58,0	0,325	11	0,35	F _G	74 50 25 14		6,6
F 68 FAW	N 3:0	39,2	0,219	21	1,00	F _{AW}	50		8,6
F 69 FAW	W 1:0	127,4	0,193	26	1,00	F _{AW}	50		24,6
F 70 FF	W 1:0	171,5	1,000	71	1,00	F _F	50 02		171,5
F 71 FAW	S 13:0	19,0	0,219	21	1,00	F _{AW}	50		4,2
F 72 FF	S 13:0	12,0	0,950	51	1,00	F _F	50 02		11,4
F 73 FAW	S 13:0	0,6	0,356	25	1,00	F _{AW}	50		0,2
F 74 FG	- 13:0	134,1	0,325	11	0,35	F _G	74 50 25 14		15,3
F 75 FG	- 13:0	39,8	0,253	19	0,35	F _G	50 25 14		3,5
F 76 FAW	S 18:0	23,2	0,219	21	1,00	F _{AW}	50		5,1
F 77 FAW	W 18:0	18,5	0,219	21	1,00	F _{AW}	50		4,1
F 78 FF	S 18:0	9,2	0,950	51	1,00	F _F	50 02		8,7
F 79 FF	W 18:0	18,5	0,950	51	1,00	F _F	50 02		17,6
F 80 FG	- 7:0	7,7	0,253	19	0,35	F _G	50 25 14		0,7
F 81 FF	N 3:0	6,3	0,950	51	1,00	F _F	50 02		6,0
F 82 Tuer	- 3:0	2,5	1,300	59	1,00	F _{AW}	50		3,3
F 83 FAW	N 15:0	81,3	0,219	21	1,00	F _{AW}	50		17,8
F 84 FF	N 15:0	42,0	0,950	51	1,00	F _F	50 02		39,9
F 85 FAW	N 15:0	18,0	0,356	25	1,00	F _{AW}	50		6,4
F 86 FG	- 15:0	97,5	0,253	19	0,35	F _G	50 25 14		8,6
F 87 FAW	N 11:0	8,3	0,219	21	1,00	F _{AW}	50		1,8
F 88 FF	N 11:0	6,1	0,950	51	1,00	F _F	50 02		5,8
F 89 FAW	N 11:0	2,2	0,356	25	1,00	F _{AW}	50		0,8
F 90 FG	- 11:0	41,1	0,325	11	0,35	F _G	74 50 25 14		4,7
F 91 FG	- 11:0	25,8	0,253	19	0,35	F _G	50 25 14		2,3
F 92 FAW	SW 11:0	4,0	0,219	21	1,00	F _{AW}	50		0,9
F 93 FF	O 1:0	18,2	0,950	51	1,00	F _F	50 02		17,3
F 94 Tuer	- 1:0	3,4	1,300	59	1,00	F _{AW}	50		4,4
F 95 FAW	O 8:0	36,1	0,219	21	1,00	F _{AW}	50		7,9
F 96 FF	O 8:0	12,7	0,950	51	1,00	F _F	50 02		12,1
F 97 FG	- 4:0	13,8	0,325	11	0,35	F _G	74 50 25 14		1,6
F 98 FAW	S 14:0	185,2	0,219	21	1,00	F _{AW}	50		40,5
F 99 FF	S 14:0	79,6	0,950	51	1,00	F _F	50 02		75,6
F 100 FAW	S 14:0	45,6	0,356	25	1,00	F _{AW}	50		16,2
F 101 FG	- 14:0	74,9	0,325	11	0,35	F _G	74 50 25 14		8,5
F 102 FG	- 14:0	120,5	0,253	19	0,35	F _G	50 25 14		10,7
F 103 FAW	S 15:0	65,1	0,219	21	1,00	F _{AW}	50		14,3
F 104 FAW	SW 15:0	7,9	0,219	21	1,00	F _{AW}	50		1,7
F 105 FF	S 15:0	36,0	0,950	51	1,00	F _F	50 02		34,2
F 106 FAW	SW 15:0	3,4	0,356	25	1,00	F _{AW}	50		1,2
F 107 Tuer	S 1:0	7,8	1,300	58	1,00	F _{AW}	50		10,1
F 108 FAW	S 5:0	6,2	0,356	25	1,00	F _{AW}	50		2,2
F 109 FAW	W 15:0	37,0	0,219	21	1,00	F _{AW}	50		8,1
F 110 FF	W 15:0	20,0	0,950	51	1,00	F _F	50 02		19,0
F 111 FAW	W 15:0	14,8	0,356	25	1,00	F _{AW}	50		5,3
F 112 FAW	N 8:0	6,9	0,219	21	1,00	F _{AW}	50		1,5
F 113 FF	N 8:0	4,1	0,950	51	1,00	F _F	50 02		3,9
F 114 FAW	N 8:0	2,8	0,356	25	1,00	F _{AW}	50		1,0

Horn + Horn Ingenieure Part. mbB Bauphysikalische BerechnungDoberaner Straße 155
18057 Rostock

LP5 in Abstimmung

24170 - Neubau esE Schulen Lankow
03.08.2026

F 115 FAW	N 14:0	291,7	0,219	21	1,00	F _{AW}	50	63,9
F 116 FF	N 14:0	141,9	0,950	51	1,00	F _F	50 02	134,8
F 117 FAW	N 14:0	123,2	0,356	25	1,00	F _{AW}	50	43,9
F 118 FAW	N 12:0	99,5	0,219	21	1,00	F _{AW}	50	21,8
F 119 FF	N 12:0	54,0	0,950	51	1,00	F _F	50 02	51,3
F 120 FAW	N 12:0	33,9	0,356	25	1,00	F _{AW}	50	12,1
F 121 FG	- 12:0	2,7	0,325	11	0,35	F _G	74 50 25 14	0,3
F 122 FG	- 12:0	57,5	0,253	19	0,35	F _G	50 25 14	5,1
F 123 FAW	O 10:0	27,8	0,219	21	1,00	F _{AW}	50	6,1
F 124 FF	O 10:0	18,0	0,950	51	1,00	F _F	50 02	17,1
F 125 FAW	O 5:0	12,6	0,356	25	1,00	F _{AW}	50	4,5
F 126 FG	- 2:0	212,2	0,325	11	0,35	F _G	74 50 25 14	24,1
F 127 FG	- 2:0	0,3	0,253	19	0,35	F _G	50 25 14	0,0
F 128 FAW	S 19:0	50,9	0,219	21	1,00	F _{AW}	50	11,1
F 129 FF	S 19:0	8,0	0,950	51	1,00	F _F	50 02	7,6
F 130 FAW	S 19:0	4,9	0,356	25	1,00	F _{AW}	50	1,8
F 131 FD	- 19:0	291,5	0,131	42	1,00	F _D	50	38,2
F 132 FD	- 19:0	26,2	0,152	43	1,00	F _D	50	4,0
F 133 FAW	S 12:0	53,6	0,219	21	1,00	F _{AW}	50	11,7
F 134 FF	S 12:0	30,2	0,950	51	1,00	F _F	50 02	28,7
F 135 FAW	S 12:0	15,1	0,356	25	1,00	F _{AW}	50	5,4
F 136 FD	- 12:0	18,3	0,131	42	1,00	F _D	50	2,4
F 137 FAW	W 4:0	6,7	0,356	25	1,00	F _{AW}	50	2,4
F 138 FD	- 4:0	13,0	0,131	42	1,00	F _D	50	1,7
F 139 FAW	W 6:0	2,6	0,356	25	1,00	F _{AW}	50	0,9
F 140 FD	- 6:0	4,2	0,131	42	1,00	F _D	50	0,5
F 141 FD	- 5:0	14,4	0,131	42	1,00	F _D	50	1,9
F 142 FAW	O 1:0	3,8	0,356	25	1,00	F _{AW}	50	1,4
F 143 FD	- 1:0	33,1	0,131	42	1,00	F _D	50	4,3
F 144 DOB	- 1:0	5,8	2,000	53	1,00	F _F	50 02	11,5
F 145 FAW	O 14:0	284,1	0,219	21	1,00	F _{AW}	50	62,2
F 146 FF	O 14:0	151,8	0,950	51	1,00	F _F	50 02	144,2
F 147 FAW	O 14:0	106,4	0,356	25	1,00	F _{AW}	50	37,9
F 148 FD	- 14:0	101,4	0,152	43	1,00	F _D	50	15,4
F 149 FAW	S 15:0	20,1	0,356	25	1,00	F _{AW}	50	7,2
F 150 FAW	O 15:0	70,0	0,219	21	1,00	F _{AW}	50	15,3
F 151 FF	O 15:0	38,0	0,950	51	1,00	F _F	50 02	36,1
F 152 FAW	O 15:0	28,9	0,356	25	1,00	F _{AW}	50	10,3
F 153 FD	- 15:0	45,2	0,152	43	1,00	F _D	50	6,9
F 154 FAW	O 12:0	62,3	0,219	21	1,00	F _{AW}	50	13,6
F 155 FAW	SW 12:0	10,0	0,219	21	1,00	F _{AW}	50	2,2
F 156 FF	O 12:0	42,0	0,950	51	1,00	F _F	50 02	39,9
F 157 FAW	SW 12:0	3,3	0,356	25	1,00	F _{AW}	50	1,2
F 158 FAW	W 14:0	65,1	0,219	21	1,00	F _{AW}	50	14,3
F 159 FF	W 14:0	32,0	0,950	51	1,00	F _F	50 02	30,4
F 160 FAW	W 14:0	25,4	0,356	25	1,00	F _{AW}	50	9,0
F 161 FAW	SW 14:0	13,2	0,219	21	1,00	F _{AW}	50	2,9
F 162 FAW	O 12:0	16,1	0,356	25	1,00	F _{AW}	50	5,7
F 163 FD	- 4:0	22,9	0,131	41	1,00	F _D	50	3,0
F 164 FD	- 7:0	8,3	0,131	41	1,00	F _D	50	1,1
F 165 FD	- 3:0	214,0	0,131	41	1,00	F _D	50	28,0
F 166 FD	- 15:0	287,5	0,131	41	1,00	F _D	50	37,7
F 167 FD	- 1:0	220,8	0,131	41	1,00	F _D	50	28,9
F 168 FD	- 12:0	261,0	0,131	41	1,00	F _D	50	34,2
F 169 FAW	W 3:0	27,7	0,193	26	1,00	F _{AW}	50	5,3
F 170 FF	W 3:0	35,0	1,000	71	1,00	F _F	50 02	35,0
F 171 FAW	S 6:0	14,1	0,219	21	1,00	F _{AW}	50	3,1
F 172 FD	- 6:0	35,5	0,131	41	1,00	F _D	50	4,7
F 173 FAW	O 8:0	0,7	0,356	25	1,00	F _{AW}	50	0,2
F 174 FD	- 8:0	27,4	0,131	41	1,00	F _D	50	3,6
F 175 FD	- 5:0	87,9	0,131	41	1,00	F _D	50	11,5

Horn + Horn Ingenieure Part. mbB Bauphysikalische BerechnungDoberaner Straße 155
18057 Rostock

LP5 in Abstimmung

24170 - Neubau esE Schulen Lankow
03.08.2026

F 176 FD	- 14:0	956,1	0,131	41	1,00	F _D	50	125,2
F 177 FAW	S 16:0	19,6	0,219	21	1,00	F _{AW}	50	4,3
F 178 FF	S 16:0	8,0	0,950	51	1,00	F _F	50 02	7,6
F 179 FAW	S 16:0	3,6	0,356	25	1,00	F _{AW}	50	1,3
F 180 FD	- 16:0	57,9	0,131	41	1,00	F _D	50	7,6
F 181 FAW	W 12:0	36,7	0,219	21	1,00	F _{AW}	50	8,0
F 182 FAW	W 12:0	21,7	0,356	25	1,00	F _{AW}	50	7,7
F 183 FAW	N 5:0	27,7	0,219	21	1,00	F _{AW}	50	6,1
F 184 FF	N 5:0	11,8	0,950	51	1,00	F _F	50 02	11,2
F 185 FAW	N 5:0	8,6	0,356	25	1,00	F _{AW}	50	3,0
F 186 FD	- 2:0	283,3	0,131	41	1,00	F _D	50	37,1
F 187 Fbw	O 9:0	8,9	0,220	22	0,60	F _{bw}	50 13	1,2
F 188 FF	S 1:0	7,4	1,000	71	1,00	F _F	50 02	7,4
F 189 FAW	W 17:0	26,5	0,219	21	1,00	F _{AW}	50	5,8
F 190 FAW	N 17:0	23,2	0,219	21	1,00	F _{AW}	50	5,1
F 191 FF	W 17:0	10,5	0,950	51	1,00	F _F	50 02	10,0
F 192 FF	N 17:0	9,2	0,950	51	1,00	F _F	50 02	8,7
F 193 FAW	O 19:0	32,4	0,219	21	1,00	F _{AW}	50	7,1
F 194 FF	O 19:0	14,0	0,950	51	1,00	F _F	50 02	13,3
F 195 FAW	O 19:0	3,9	0,356	25	1,00	F _{AW}	50	1,4
F 196 FAW	SW 5:0	5,5	0,219	21	1,00	F _{AW}	50	1,2
F 197 FAW	O 10:0	9,1	0,356	25	1,00	F _{AW}	50	3,2
F 198 FAW	N 19:0	62,0	0,219	21	1,00	F _{AW}	50	13,6
F 199 Tuer	N 19:0	2,6	1,300	59	1,00	F _{AW}	50	3,3
F 200 FF	W 12:0	11,9	0,950	51	1,00	F _F	50 02	11,3
F 201 FAW	SW 14:0	5,4	0,356	25	1,00	F _{AW}	50	1,9
F 202 FF	SW 12:0	6,0	0,950	51	1,00	F _F	50 02	5,7
F 203 Fbw	SW 1:0	32,8	0,221	23	0,35	F _{bw}	50 25 13	2,5
F 204 FG	- 1:0	13,2	0,812	13	0,60	F _G	15 27 50	6,4
F 205 FAW	SW 1:0	23,4	0,234	24	1,00	F _{AW}	50	5,5
F 206 FD	- 1:0	13,2	0,191	45	1,00	F _D	50	2,5

 $\Sigma A [m^2] = 10.812,9$ $\Sigma H_T [W/K] = 2.919,7$

1. Bodenplattenmaß B' (25) = $A_G / (0.5 P) = 2557,24 / 188,53 = 13,56 \text{ m}$
2. Bodenplattenmaß B' (26) = $176,26 / (0.5 \cdot 56,05) = 6,29 \text{ m}$
3. Bodenplattenmaß B' (27) = $8,26 / (0.5 \cdot 17,20) = 0,96 \text{ m}$

Anmerkungen zur Hüllflächen-Tabelle

- 01 Temperatur-Korrekturfaktoren (F_x-Faktoren) nach DIN V 18599-2, Tab.5
- 02 Die solaren Gewinne werden gesondert ermittelt (siehe unten).
- 13 Wand des beheizten Kellers.
- 14 Bodenplatte auf Erdreich ohne Randdämmung.
- 15 Bodenplatte auf Erdreich mit waagerechter Randdämmung (> 5 m breit, R_n > 2 m²K/W).
- 25 Fx-Tabellenwert für das Bodenplattenmaß B' nach EN ISO 13370.
- 26 Fx-Tabellenwert für das 2. Bodenplattenmaß.
- 27 Fx-Tabellenwert für das 3. Bodenplattenmaß.
- 50 Der Einfluss der Wärmebrücken wird mit einem U-Wert-Zuschlag von 0,10 W/(m²K) pauschal berücksichtigt.
- 74 Die Hüllfläche wird im mittleren U-Wert nach Hüllflächengruppen (Abs.5.2.3) nicht berücksichtigt.

2.1 Wärmebrücken

Berechnung mit pauschalen Zuschlägen (siehe Hüllflächentabelle)

keine Wärmebrückenzuschläge für Gebäudegrundflächen, Wärmebrückenzuschläge ohne TemperaturkorrekturH_{T, WB} = 1081,3 W/K (37,2 %, 0,100 W/(m²K)), Bilanzierung im Abschnitt "2.2

Transferkoeffizienten"

2.2 Temperaturgewichtete Transferkoeffizienten

Transferkoeffizienten Transmission	$H_{T,D}$ W/K	$H_{T,s}$ W/K	$H_{T,iu}$ W/K	ΣH_T W/K	$H_{T,iz}$ W/K	$H_{T,zi}$ W/K
Verkehrsflächen	662	57	0	719	0	0
Verkehrsflächen Zu-/Abluf	92	30	0	122	0	0
WC/Sanitär Zu-/Abluft	158	14	0	171	0	0
WC/Sanitär AbluftWC/Sanit	34	2	0	36	0	0
Büro	273	31	0	303	0	0
Technik/Lager Abluft	36	2	0	38	0	0
Technik/Lager Zu-/Abluft	8	7	0	15	0	0
Technik/Lager	121	28	0	149	0	0
Serverraum	0	11	0	11	0	0
Lehrküche	76	14	0	90	0	0
Küche 1.46/1.47 Zu-/Abluf	18	7	0	25	0	0
Küche/Gr.-Diff	347	5	0	352	0	0
Mensa Zu-/Abluft	36	19	0	55	0	0
Unterricht Zu-/Abluft	1099	19	0	1118	0	0
Aufenthalt Zu-/Abluft	357	14	0	370	0	0
Therapieraum/Sanität	30	0	0	30	0	0
Sportraum Zu-/Abluft	55	9	0	64	0	0
Mehrzweckraum	128	24	0	152	0	0
Stadtbibliothek	161	10	0	171	0	0
	3688	303		3991		

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

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

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

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

spezifischer, auf die Umfassungsflächen bezogener Transmissionswärmetransferkoeffizient

$H'_{T,vorh} = (H_{T,D} + F_x \cdot H_{T,iu} + F_x \cdot H_{T,s}) / A = 3.991,0 / 10.812,9 = 0,37 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

2.3 Begrenzung der U-Werte (Nachweis)

Höchstwerte für Hüllflächengruppen nach GEG A3

	opake Bauteile [W/(m²K)]	Fenster [W/(m²K)]	Vorhangf. [W/(m²K)]	Oberl. [W/(m²K)]
U_{max} $T_i \geq 19^\circ\text{C}$	0,28	1,50	1,50	2,50
U_{max} $T_i < 19^\circ\text{C}$	0,50	2,80	3,00	3,10
Zonen $T_i \geq 19^\circ\text{C}$	0,18	0,95		
Zonen $T_i < 19^\circ\text{C}$	0,17	1,00		

Die Höchstwerte für Wärmedurchgangskoeffizienten werden eingehalten, **Nachweis erbracht**
kleinste Grenzwertunterschreitung: $U = 0,18 \text{ W/(m}^2\text{K)} = 0,28 \text{ W/(m}^2\text{K)} -34,3\%$

2.4 Wärmeverluste der thermischen Gebäudehülle

Bauteil		U-Wert W/(m²K)	U/U _{EnEV}	Fläche A m²		H _T W/K	
11-Bodenplatte-EG (11)	11	0,325	108 %	1048	10 %	119	4 %
12-Bodenplatte-KG (12)	12	0,216	72 %	163	2 %	12	0 %
13-Lift-Unterfahrt (13)	13	0,812	271 %	13	0 %	6	0 %
19-BodenplatteEGRand (19)	19	0,253	84 %	1598	15 %	142	5 %
21-Aussenwand (21)	21	0,219	91 %	2456	23 %	538	18 %
22-Aussenwand-Kellergescho	22	0,220	92 %	156	1 %	21	1 %
23-Lift-Unterfahrt (23)	23	0,221	92 %	33	0 %	3	0 %
24-Lift-Überfahrt (24)	24	0,234	97 %	23	0 %	5	0 %
25-Panel-Fenster (25)	25	0,356	148 %	618	6 %	220	8 %
26-Aussenwand-Treppenhaus	26	0,193	80 %	155	1 %	30	1 %
41-Dach (41)	41	0,131	54 %	2463	23 %	323	11 %
42-Dach-Buergerzentrum (42)	42	0,131	54 %	374	3 %	49	2 %
43-Decke nach unten (43)	43	0,152	51 %	173	2 %	26	1 %
44-Zwischendach (44)	44	0,306	127 %	95	1 %	29	1 %
45-Lift-Überfahrt (45)	45	0,191	80 %	13	0 %	3	0 %
51-Fenster (51)	51	0,950	73 %	1081	10 %	1.026	35 %
52-Kellerfenster (52)	52	1,100	85 %	4	0 %	4	0 %
53-RWA (53)	53	2,000	74 %	6	0 %	12	0 %
58-Aussentür (58)	58	1,300	72 %	19	0 %	25	1 %
59-Aussentür (59)	59	1,300	72 %	17	0 %	23	1 %
71-PRF (71)	71	1,000	77 %	304	3 %	304	10 %
				10813	100 %	2.920	100 %

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

3.0 Lüftungswärmetransfer (DIN V 18599-2)

Gebäudedichtheit Regelwert, mit RLT-Anlage mit Dichtheitsprüfung (Referenzwert, Kat.I),
 $n_{50} = 1,00 \text{ h}^{-1}$

Nettoraumvolumen $> 1.500 \text{ m}^3 \Rightarrow n_{50} = q_{50} * \Sigma A / V = 2*9805 / 21515 = 0,91 \text{ (Gl.68)}$

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

Gebäude ohne Außenluftdurchlässe

Ohne bedarfsabhängige Außenluft-Volumenstromregelung

Luftaustausch zwischen Gebäudezonen nicht relevant

Zone	ALD	n_{50} h^{-1}		V_A $\text{m}^3 / (\text{m}^2 \text{h})$		Luftwechsel		Fenster	Lüftungsanlage	
						n_{nutz} h^{-1}	n_{inf} h^{-1}	n_{win} h^{-1}	$n_{\text{m,ZUL}}$ h^{-1}	$t_{\text{v,m}}$ h/d
Verkehrsflächen	-	0,98		0,00		0,00	0,07	0,10	-	-
Verkehrsflächen Zu	-	0,47		0,00		0,00	0,03	0,10	-	13
WC/Sanitär Zu-/Abl	-	0,67	15,00	4,84		0,05	0,10	4,84	13	
WC/Sanitär AbluftW	-	0,60	15,00	5,00		0,02	2,80	-	13	
Büro	-	0,62	4,00	1,33		0,04	0,64	-	-	
Technik/Lager Ablu	-	1,11	0,15	0,05		0,06	0,10	-	13	
Technik/Lager Zu-/	-	0,77	0,15	0,05		0,05	0,10	0,05	13	
Technik/Lager	-	0,60	0,15	0,06		0,04	0,10	-	-	
Serverraum	-	0,50	1,30	0,48		0,04	0,47	-	-	
Lehrküche	-	1,34	15,00	5,00		0,09	2,70	-	-	
Küche 1.46/1.47 Zu	-	1,01	90,00	30,00		0,07	0,10	30,02	15	
Küche/Gr.-Diff	-	1,11	7,00	2,33		0,08	1,09	-	-	
Mensa Zu-/Abluft	-	0,91	18,00	6,00		0,06	0,10	6,00	9	
Unterricht Zu-/Abl	-	0,98	10,00	3,33		0,07	1,02	-	-	
Aufenthalt Zu-/Abl	-	0,95	7,00	2,33		0,07	0,10	2,33	13	
Therapieraum/Sanit	-	1,19	10,00	3,33		0,08	1,54	-	-	
Sportraum Zu-/Ablu	-	1,44	3,00	1,00		0,10	0,10	1,00	17	
Mehrzweckraum	-	1,43	7,00	2,33		0,10	0,10	2,33	13	
Stadtbibliothek	-	1,18	2,00	0,67		0,08	0,36	-	-	

$\Rightarrow$ WE-Betrieb ...

Verkehrsflächen	0,00	0,00	0,07	0,10
Verkehrsflächen Zu-/Abluft	0,00	0,00	0,03	0,10
WC/Sanitär Zu-/Abluft	0,00	0,00	0,05	0,10
WC/Sanitär AbluftWC/Sanitär A	0,00	0,00	0,04	0,10
Büro	0,00	0,00	0,04	0,10
Technik/Lager Abluft	0,00	0,00	0,08	0,10
Technik/Lager Zu-/Abluft	0,00	0,00	0,05	0,10
Technik/Lager	0,00	0,00	0,04	0,10
Lehrküche	0,00	0,00	0,09	0,10
Küche 1.46/1.47 Zu-/Abluft	0,00	0,00	0,07	0,10
Küche/Gr.-Diff	0,00	0,00	0,08	0,10
Mensa Zu-/Abluft	0,00	0,00	0,06	0,10
Unterricht Zu-/Abluft	0,00	0,00	0,07	0,10
Aufenthalt Zu-/Abluft	0,00	0,00	0,07	0,10
Therapieraum/Sanität	0,00	0,00	0,08	0,10
Sportraum Zu-/Abluft	0,00	0,00	0,10	0,10
Mehrzweckraum	0,00	0,00	0,10	0,10
Stadtbibliothek	0,00	0,00	0,08	0,10

Zone <2> RLT-Anlage (203) mit $V_{\text{SUP/ETA}} = 0 / 0 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG75

Zone <3> RLT-Anlage (203) mit $V_{\text{SUP/ETA}} = 6697 / 6697 \text{ m}^3/\text{h}$, Konstantvolumenstrom, balanciert, WRG75

Zone <4> RLT-Anlage (000) mit $V_{\text{SUP/ETA}} = 0 / 939 \text{ m}^3/\text{h}$, Konstantvolumenstrom

Zone <6> RLT-Anlage (000) mit $V_{\text{SUP/ETA}} = 0 / 11 \text{ m}^3/\text{h}$, Konstantvolumenstrom

Zone <7> RLT-Anlage (203) mit $V_{\text{SUP/ETA}} = 9 / 9 \text{ m}^3/\text{h}$, Konstantvolumenstrom, balanciert, WRG75

Zone <11> RLT-Anlage (205) mit $V_{\text{SUP/ETA}} = 5193 / 5193 \text{ m}^3/\text{h}$, Konstantvolumenstrom, balanciert

Horn + Horn Ingenieure Part. mbB Bauphysikalische BerechnungDoberaner Straße 155
18057 Rostock

LP5 in Abstimmung

24170 - Neubau esE Schulen Lankow
03.08.2026Zone <13> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP/ETA} = 2704 / 2704 \text{ m}^3/\text{h}$, Konstantvolumenstrom, balanciert, WRG75Zone <15> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP/ETA} = 4689 / 4689 \text{ m}^3/\text{h}$, Konstantvolumenstrom, balanciert, WRG75Zone <17> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP/ETA} = 254 / 254 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG75Zone <18> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP/ETA} = 1449 / 1449 \text{ m}^3/\text{h}$, Konstantvolumenstrom, balanciert, WRG75 n_{50} = Luftwechselzahl bei 50 Pa Druckdifferenz, V_A = Mindest-Außenluftvolumenstrom n_{nutz} = Mindestaußenluftwechsel = $V_A \cdot \text{ANGF} / V$ während der Nutzungsstunden (Nichtwohngebäude) n_{inf} = Infiltrationsluftwechsel = $n_{50} \cdot e_{wind} \cdot f_{ATD}$ mit f_{ATD} = Bewertungsfaktor für ALD oder mit RLT $n_{inf} = n_{50} \cdot e_{wind} \cdot f_{ATD} \cdot (1 + (1 - f_e) \cdot t_{v,mech} / 24)$ mit f_e = Faktor für nicht balancierte RLT-Anlagen (Gl.65) n_{win} = Fenster- / Türluftwechsel = $n_{win,min} + \Delta n_{win} \cdot t_{nutz} / 24$, mit RLT = $n_{win,min} +$ $\Delta n_{win,mech} \cdot t_{v,mech} / 24$ mit $n_{win,min} = 0.1$, in Wohngebäuden $n_{win,min}$ = saisonal nach Gl.77

Reduzierter Außenluft-Volumenstroms für schadstoffarme Gebäude ohne RLT, Zonen 5 / 12 / 14 / 16 / 19 /

 $\Delta n_{win} = n_{nutz} - (n_{nutz} - 0.2) \cdot n_{inf} - 0.1$ (ohne RLT), falls $n_{nutz} > 1.2 \Rightarrow \Delta n_{win} = n_{nutz} - n_{inf} - 0.1$ n_{mech} = $n_{mech,ZUL}$ = Zuluft-Luftwechselzahl mechanisch während der NutzungsstundenHinweis: 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 m ³	H _{V,z,Jan} W/K	H _{V,inf} W/K	H _{V,win} W/K	ΣH_V W/K	H _{V,mech} W/K	$\Theta_{V,Jan}$ W/K	°C
Verkehrsflächen	3.185	0	74	108	182	0		
Verkehrsflächen Zu-/	2.130	0	24	72	96	0	18,0	
WC/Sanitär Zu-/Abluf	1.383	0	22	47	69	1233	18,0	
WC/Sanitär AbluftWC/	188	0	1	178	180	0	18,0	
Büro	1.172	0	17	257	274	0		
Technik/Lager Abluft	226	0	5	8	13	0	18,0	
Technik/Lager Zu-/Ab	182	0	3	6	10	2	18,0	
Technik/Lager	654	0	9	22	32	0		
Serverraum	118	0	1	19	20	0		
Lehrküche	381	0	12	350	362	0		
Küche 1.46/1.47 Zu-/	173	0	4	6	10	1104	18,0	
Küche/Gr.-Diff	1.499	0	40	554	594	0		
Mensa Zu-/Abluft	451	0	10	15	25	344	18,0	
Unterricht Zu-/Abluf	5.735	0	133	1995	2.128	0		
Aufenthalt Zu-/Abluf	2.010	0	46	68	114	864	18,0	
Therapieraum/Sanität	150	0	4	79	83	0		
Sportraum Zu-/Abluft	254	0	9	9	17	61	18,0	
Mehrzweckraum	621	0	21	21	42	267	18,0	
Stadtbibliothek	1.005	0	28	124	153	0		
		0	464	3940	4404	3875		

 $\Rightarrow$ WE-Betrieb ...

Verkehrsflächen	0	74	108	182	
Verkehrsflächen Zu-/Abluft	0	24	72	96	
WC/Sanitär Zu-/Abluft	0	22	47	69	
WC/Sanitär AbluftWC/Sanitär	0	3	6	9	
Büro	0	17	40	57	
Technik/Lager Abluft	0	6	8	14	
Technik/Lager Zu-/Abluft	0	3	6	10	
Technik/Lager	0	9	22	32	
Lehrküche	0	12	13	25	
Küche 1.46/1.47 Zu-/Abluft	0	4	6	10	
Küche/Gr.-Diff	0	40	51	91	
Mensa Zu-/Abluft	0	10	15	25	
Unterricht Zu-/Abluft	0	133	195	328	
Aufenthalt Zu-/Abluft	0	46	68	114	

Horn + Horn Ingenieure Part. mbB Bauphysikalische BerechnungDoberaner Straße 155
18057 Rostock

LP5 in Abstimmung

24170 - Neubau esE Schulen Lankow
03.08.2026

Therapieraum/Sanität	0	4	5	9
Sportraum Zu-/Abluft	0	9	9	17
Mehrzweckraum	0	21	21	42
Stadtbibliothek	0	28	34	62
	0	465	728	1193

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

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

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

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

$\vartheta_V = \text{Zulufttemperatur der RLT-Anlage für Januar, sh. "RLT-Systeme"}$

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 m ²	$I_{S,\text{Jan/Jul}}$ W/m ²	$G_{\text{eff,Jan/Jul}}$ %	$Q_{S,\text{Jan/Jul}}$ kWh/d
F 6 FF	8	2,86	25/ 138	29/ 29	07100 0,5/ 2,8
F 14 FF	5	15,76	59/ 113	29/ 29	" 6,5/ 12,5
F 20 FF	4	4,23	17/ 117	29/ 29	" 0,5/ 3,5
F 24 FF	3	9,41	17/ 117	29/ 29	" 1,1/ 7,7
F 30 FF	6	4,21	17/ 117	29/ 29	" 0,5/ 3,5
F 33 FF	18	9,79	25/ 138	29/ 29	" 1,7/ 9,5
F 38 FF	1	63,29	25/ 138	29/ 29	" 11,1/ 61,1
F 40 FF	5	29,94	25/ 138	29/ 29	" 5,2/ 28,9
F 43 FF	17	3,70	25/ 138	29/ 29	" 0,6/ 3,6
F 50 FF	1	45,23	59/ 113	29/ 29	" 18,7/ 35,8
F 57 FF	8	5,09	59/ 113	29/ 29	" 2,1/ 4,0
F 60 FF	5	22,76	17/ 117	29/ 29	" 2,7/ 18,6
F 63 FF	10	9,80	10/ 81	29/ 29	" 0,7/ 5,6
F 70 FF	1	120,07	17/ 117	29/ 29	" 14,3/ 98,3
F 72 FF	13	8,40	59/ 113	29/ 29	" 3,5/ 6,6
F 78 FF	18	6,43	59/ 113	29/ 29	" 2,7/ 5,1
F 79 FF	18	12,95	17/ 117	29/ 29	" 1,5/ 10,6
F 81 FF	3	4,44	10/ 81	29/ 29	" 0,3/ 2,5
F 84 FF	15	29,41	10/ 81	29/ 29	" 2,1/ 16,7
F 88 FF	11	4,28	10/ 81	29/ 29	" 0,3/ 2,4
F 93 FF	1	12,75	25/ 138	29/ 29	" 2,2/ 12,3
F 96 FF	8	8,88	25/ 138	29/ 29	" 1,6/ 8,6
F 99 FF	14	55,72	59/ 113	29/ 29	" 23,0/ 44,1
F 105 FF	15	25,20	59/ 113	29/ 29	" 10,4/ 19,9
F 110 FF	15	14,00	17/ 117	29/ 29	" 1,7/ 11,5
F 113 FF	8	2,86	10/ 81	29/ 29	" 0,2/ 1,6
F 116 FF	14	99,30	10/ 81	29/ 29	" 7,0/ 56,3
F 119 FF	12	37,80	10/ 81	29/ 29	" 2,6/ 21,4
F 124 FF	10	12,60	25/ 138	29/ 29	" 2,2/ 12,2
F 129 FF	19	5,60	59/ 113	29/ 29	" 2,3/ 4,4
F 134 FF	12	21,15	59/ 113	29/ 29	" 8,7/ 16,7
F 144 DOB	1	4,03	29/ 210	36/ 36	" 1,0/ 7,4
F 146 FF	14	106,29	25/ 138	29/ 29	" 18,6/102,7
F 151 FF	15	26,60	25/ 138	29/ 29	" 4,7/ 25,7
F 156 FF	12	29,40	25/ 138	29/ 29	" 5,2/ 28,4
F 159 FF	14	22,43	17/ 117	29/ 29	" 2,7/ 18,4

Horn + Horn Ingenieure Part. mbB Bauphysikalische BerechnungDoberaner Straße 155
18057 Rostock

LP5 in Abstimmung

24170 - Neubau esE Schulen Lankow
03.08.2026

F 170 FF	3	24,52	17/ 117	29/ 29	"	2,9/ 20,1
F 178 FF	16	5,60	59/ 113	29/ 29	"	2,3/ 4,4
F 184 FF	5	8,23	10/ 81	29/ 29	"	0,6/ 4,7
F 188 FF	1	5,19	59/ 113	29/ 29	"	2,1/ 4,1
F 191 FF	17	7,35	17/ 117	29/ 29	"	0,9/ 6,0
F 192 FF	17	6,43	10/ 81	29/ 29	"	0,5/ 3,6
F 194 FF	19	9,80	25/ 138	29/ 29	"	1,7/ 9,5
F 200 FF	12	8,33	17/ 117	29/ 29	"	1,0/ 6,8
F 202 FF	12	4,20	40/ 120	29/ 29	"	1,2/ 3,5
						976,20
						184/ 794

Strahlungsintensitäten für den Standort "4 Potsdam (Deutschland)"

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

verwendete Verglasungen und Sonnenschutzvorrichtungen

7100: aus dem Bauteilbezug, ohne Sonnenschutz

Sonnenschutz-Aktivierung f = feststehend, m = manuell, z = zeitgesteuert, s = strahlungsabhängigBerechnung von $g_{\text{tot},13363}$ -Werten nach EN 13363-1 mit $\tau_{e,B}$ und $\rho_{e,B}$ nach DIN V 18599-2, Tab.8 sowie den Parametern $G_1 =$ 5, $G_2 = 10$ und $G_3 = 30$ $g_{\text{eff}} = F_S \cdot F_W \cdot F_V \cdot g_{\text{tot}} = \text{wirksamer Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung}$ $g_{\text{tot}} = g$ -Wert der Verglasung inklusive Sonnenschutz (Tab.8, ohne Sonnenschutz gilt $g_{\text{tot}} = g_L$)

Bewegliche Sonnenschutzvorrichtungen in Nichtwohnzonen werden parallel zur baulichen Verschattung mit

 $g_{\text{eff}} = F_W \cdot F_V \cdot (a \cdot g_{\text{tot}} + (1-a) \cdot g_L)$ bewertet (Gl. 115), der kleinere Wert g_{eff} ist maßgebend $a_{wi} / a_{so} = \text{Parameter (0..1) für die zeitliche Aktivierung der Sonnenschutzvorrichtung nach Tab A.4 / A.5}$ **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 ...								
Verkehrsfläche	4.753	3.375	1.244	820	1.532	1.505	3.863	51.515
Verkehrsfläche	-	-	-	-	-	-	-	-
WC/Sanitär Zu-	601	370	148	88	135	175	472	6.675
WC/Sanitär Abl	70	43	17	10	16	20	55	773
Büro	1.377	996	368	244	466	451	1.128	15.060
Technik/Lager	20	9	5	3	0	4	13	181
Technik/Lager	-	-	-	-	-	-	-	-
Technik/Lager	361	273	99	67	135	124	301	3.968
Serverraum	-	-	-	-	-	-	-	-
Lehrküche	304	204	80	48	90	106	252	3.643
Küche 1.46/1.4	37	23	12	7	9	15	29	456
Küche/Gr.-Diff	1.617	1.200	460	307	579	564	1.322	17.720
Mensa Zu-/Abblu	217	193	69	53	108	77	179	2.051
Unterricht Zu-	4.111	2.955	1.134	732	1.386	1.428	3.378	46.357
Aufenthalt Zu-	1.600	1.199	454	306	582	553	1.308	17.332
Therapieraum/S	145	129	46	35	72	52	119	1.367
Sportraum Zu-/	242	154	62	37	61	78	193	2.791
Mehrzweckraum	551	397	145	97	183	176	450	5.956
Stadtbibliothek	315	246	87	61	125	107	264	3.389
	16.321	11.765	4.429	2.914	5.479	5.434	13.324	179.234

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

Zone	A_B m ²	$Q_{I,p}$ kWh/d	$Q_{I,fac}$ kWh/d	$Q_{I,g}$ kWh/d	Q_I kWh/d
Verkehrsflächen	962	-	-	0,0	0,0
Verkehrsflächen Zu-/Abluft	714	-	-	0,0	0,0
WC/Sanitär Zu-/Abluft	447	-	-	0,0	0,0
WC/Sanitär AbluftWC/Sanitär	63	-	-	0,0	0,0
Büro	391	11,7	16,8	0,0	28,5
Technik/Lager Abluft	75	-	-	0,0	0,0
Technik/Lager Zu-/Abluft	61	-	-	0,0	0,0
Technik/Lager	246	-	-	0,0	0,0
Serverraum	44	0,6	78,4	0,0	78,9
Lehrküche	127	7,1	22,8	0,0	29,9
Küche 1.46/1.47 Zu-/Abluft	58	3,2	103,9	0,0	107,1
Küche/Gr.-Diff	500	46,5	4,0	0,0	50,5
Mensa Zu-/Abluft	150	26,3	1,5	0,0	27,8
Unterricht Zu-/Abluft	1912	191,2	38,2	0,0	229,4
Aufenthalt Zu-/Abluft	670	62,3	5,4	0,0	67,7
Therapieraum/Sanität	50	4,1	1,8	0,0	5,8
Sportraum Zu-/Abluft	85	5,3	-	0,0	5,3
Mehrzweckraum	208	19,3	1,7	0,0	21,0
Stadtbibliothek	335	14,1	-	0,0	14,1

⇒ WE-Betrieb ...

Verkehrsflächen	-	-	0,0	0,0
Verkehrsflächen Zu-/Abluft	-	-	0,0	0,0
WC/Sanitär Zu-/Abluft	-	-	0,0	0,0
WC/Sanitär AbluftWC/Sanitär	-	-	0,0	0,0
Büro	-	-	0,0	0,0
Technik/Lager Abluft	-	-	0,0	0,0
Technik/Lager Zu-/Abluft	-	-	0,0	0,0
Technik/Lager	-	-	0,0	0,0
Lehrküche	-	-	0,0	0,0
Küche 1.46/1.47 Zu-/Abluft	-	-	0,0	0,0
Küche/Gr.-Diff	-	-	0,0	0,0
Mensa Zu-/Abluft	-	-	0,0	0,0
Unterricht Zu-/Abluft	-	-	0,0	0,0
Aufenthalt Zu-/Abluft	-	-	0,0	0,0
Therapieraum/Sanität	-	-	0,0	0,0
Sportraum Zu-/Abluft	-	-	0,0	0,0
Mehrzweckraum	-	-	0,0	0,0
Stadtbibliothek	-	-	0,0	0,0

ungeregelte Wärmeeinträge im Januar

Zone	Leuchtenablufte m ³ /hW	$Q_{I,L}$ kWh/d	$Q_{I,h}$ kWh/d	$Q_{I,w}$ kWh/d	$Q_{I,rv}$ kWh/d
Verkehrsflächen	0,0	7,5	6,1	0,0	0,0
Verkehrsflächen Zu-/Abluft	0,0	8,6	4,5	0,0	0,0
WC/Sanitär Zu-/Abluft	0,0	8,6	7,4	0,0	0,0
WC/Sanitär AbluftWC/Sanitär A	0,0	1,3	1,1	0,0	0,0
Büro	0,0	12,3	6,4	0,0	0,0
Technik/Lager Abluft	0,0	0,1	1,2	0,0	0,0
Technik/Lager Zu-/Abluft	0,0	0,1	1,0	0,0	0,0
Technik/Lager	0,0	0,4	4,1	0,0	0,0
Serverraum	0,0	2,5	0,7	0,0	0,0
Lehrküche	0,0	3,9	2,1	0,0	0,0
Küche 1.46/1.47 Zu-/Abluft	0,0	4,4	1,0	2,1	0,0
Küche/Gr.-Diff	0,0	12,2	8,3	0,4	0,0
Mensa Zu-/Abluft	0,0	2,2	2,5	0,0	0,0
Unterricht Zu-/Abluft	0,0	27,6	31,5	0,0	0,0
Aufenthalt Zu-/Abluft	0,0	17,3	11,1	0,0	0,0
Therapieraum/Sanität	0,0	3,4	0,8	0,0	0,0
Sportraum Zu-/Abluft	0,0	3,1	0,4	0,0	0,0

Horn + Horn Ingenieure Part. mbB Bauphysikalische BerechnungDoberaner Straße 155
18057 Rostock

LP5 in Abstimmung

24170 - Neubau esE Schulen Lankow
03.08.2026

Mehrzweckraum	0,0	6,0	3,4	0,0	0,0
Stadtbibliothek	0,0	16,8	5,6	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 $Q_{I,h}$ = unregelmäßige Wärmeeinträge der Heizungsanlage, siehe Heizsysteme $Q_{I,w}$ = unregelmäßige Wärmeeinträge der Warmwasserversorgung, siehe Warmwassersysteme $Q_{I,rv}$ = unregelmäßige 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
Verkehrsflächen	719	182	0	370	64	0,174
Verkehrsflächen Zu-/Abluft	122	96	0	111	15	0,135
WC/Sanitär Zu-/Abluft	171	69	1233	183	22	0,122
WC/Sanitär AbluftWC/Sanitär	36	180	0	100	3	0,032
Büro	303	274	0	279	64	0,228
Technik/Lager Abluft	38	13	0	22	2	0,076
Technik/Lager Zu-/Abluft	15	10	2	12	1	0,122
Technik/Lager	149	32	0	76	10	0,127
Serverraum	11	20	0	15	81	5,401
Lehrküche	90	362	0	211	39	0,186
Küche 1.46/1.47 Zu-/Abluft	25	10	1104	72	115	1,600
Küche/Gr.-Diff	352	594	0	451	92	0,205
Mensa Zu-/Abluft	55	25	344	54	36	0,673
Unterricht Zu-/Abluft	1118	2128	0	1545	347	0,225
Aufenthalt Zu-/Abluft	370	114	864	288	117	0,405
Therapieraum/Sanität	30	83	0	57	13	0,221
Sportraum Zu-/Abluft	64	17	61	38	11	0,285
Mehrzweckraum	152	42	267	109	37	0,338
Stadtbibliothek	171	153	0	160	41	0,258

Zone	C_{wirk} Wh / (m²K)	H W/K	τ h	a -	η -	η_{WE}
Verkehrsflächen	50	902	53,34	4,33	1,000	0,999
Verkehrsflächen Zu-/Abluft	50	218	163,88	11,24	1,000	1,000
WC/Sanitär Zu-/Abluft	50	1474	15,15	1,95	0,985	1,000
WC/Sanitär AbluftWC/Sanitär	50	216	14,50	1,91	0,999	1,000
Büro	50	578	33,81	3,11	0,992	1,000
Technik/Lager Abluft	50	51	74,46	5,65	1,000	1,000
Technik/Lager Zu-/Abluft	50	26	115,88	8,24	1,000	1,000
Technik/Lager	50	180	68,16	5,26	1,000	1,000
Serverraum	50	31	69,34	5,33	0,185	
Lehrküche	50	452	14,05	1,88	0,965	1,000
Küche 1.46/1.47 Zu-/Abluft	50	1139	2,53	1,16	0,412	1,000
Küche/Gr.-Diff	50	946	26,40	2,65	0,988	1,000
Mensa Zu-/Abluft	50	425	17,69	2,11	0,799	1,000
Unterricht Zu-/Abluft	50	3246	29,45	2,84	0,989	1,000
Aufenthalt Zu-/Abluft	50	1348	24,85	2,55	0,938	1,000
Therapieraum/Sanität	50	113	22,20	2,39	0,979	1,000
Sportraum Zu-/Abluft	50	143	29,68	2,85	0,980	1,000
Mehrzweckraum	50	461	22,47	2,40	0,950	1,000
Stadtbibliothek	50	323	51,78	4,24	0,998	1,000

$\Sigma H_T = H_{T,D} + H_{T,s} + H_{T,iu}$ = 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 $\gamma=1$ 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
T_e	d/m °C	31 1,0	28 1,9	31 4,7	30 9,2	31 14,1	30 16,7	31 19,0	31 18,6	30 14,3	31 9,5	30 4,1	31 0,9
⇒ Zonen ...													
$T_{i,1}$	°C	16,2	16,3	16,4	16,6	16,9	17,0	17,1	17,1	16,9	16,6	16,4	16,2
$T_{i,2}$	°C	16,5	16,5	16,6	16,8	16,9	17,0	17,1	17,0	16,9	16,8	16,6	16,5
$T_{i,3}$	°C	19,9	19,9	20,1	20,3	20,6	20,8	20,9	20,9	20,6	20,4	20,1	19,9
$T_{i,4}$	°C	19,9	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	20,0	20,0	20,2	20,4	20,6	20,8	20,9	20,9	20,7	20,4	20,1	20,0
$T_{i,6}$	°C	16,3	16,3	16,5	16,7	16,9	17,0	17,1	17,1	16,9	16,7	16,4	16,3
$T_{i,7}$	°C	16,4	16,4	16,5	16,7	16,9	17,0	17,1	17,1	16,9	16,7	16,5	16,4
$T_{i,8}$	°C	16,3	16,3	16,4	16,6	16,9	17,0	17,1	17,1	16,9	16,7	16,4	16,3
$T_{i,9}$	°C	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0
$T_{i,10}$	°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
$T_{i,11}$	°C	20,0	20,1	20,2	20,4	20,7	20,8	20,9	20,9	20,7	20,4	20,2	20,0
$T_{i,12}$	°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
$T_{i,13}$	°C	19,5	19,6	19,8	20,1	20,5	20,7	20,8	20,8	20,5	20,1	19,7	19,5
$T_{i,14}$	°C	19,6	19,6	19,8	20,1	20,5	20,7	20,9	20,8	20,5	20,2	19,8	19,5
$T_{i,15}$	°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
$T_{i,16}$	°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
$T_{i,17}$	°C	18,4	18,4	18,5	18,7	18,8	18,9	19,0	19,0	18,8	18,7	18,5	18,4
$T_{i,18}$	°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
$T_{i,19}$	°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
⇒ WE-Betrieb ...													
$T_{i,1}$	°C	14,1	14,2	14,7	15,6	16,5	16,9	17,4	17,3	16,5	15,6	14,6	14,1
$T_{i,2}$	°C	14,6	14,8	15,2	15,8	16,6	17,0	17,3	17,2	16,6	15,9	15,1	14,6
$T_{i,3}$	°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
$T_{i,4}$	°C	17,4	17,6	18,1	18,9	19,8	20,2	20,6	20,6	19,8	19,0	18,0	17,4
$T_{i,5}$	°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
$T_{i,6}$	°C	14,2	14,3	14,8	15,6	16,5	16,9	17,4	17,3	16,5	15,7	14,7	14,2
$T_{i,7}$	°C	14,4	14,6	15,0	15,7	16,5	17,0	17,3	17,3	16,6	15,8	14,9	14,4
$T_{i,8}$	°C	14,1	14,3	14,8	15,6	16,5	16,9	17,4	17,3	16,5	15,7	14,7	14,1
$T_{i,9}$	°C	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0
$T_{i,10}$	°C	17,4	17,5	18,0	18,8	19,7	20,2	20,6	20,6	19,8	18,9	17,9	17,3
$T_{i,11}$	°C	17,5	17,7	18,2	19,0	19,8	20,3	20,7	20,6	19,8	19,0	18,1	17,5
$T_{i,12}$	°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
$T_{i,13}$	°C	17,6	17,8	18,2	19,0	19,8	20,3	20,7	20,6	19,9	19,0	18,1	17,6
$T_{i,14}$	°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
$T_{i,15}$	°C	17,4	17,6	18,1	18,9	19,8	20,2	20,6	20,6	19,8	19,0	18,0	17,4
$T_{i,16}$	°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
$T_{i,17}$	°C	15,7	15,9	16,4	17,2	18,1	18,6	19,0	18,9	18,1	17,3	16,3	15,7
$T_{i,18}$	°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
$T_{i,19}$	°C	17,5	17,6	18,1	18,9	19,8	20,2	20,6	20,6	19,8	19,0	18,0	17,4

7.1 Zone Verkehrsflächen

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

Wochenendbetrieb (31,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 14,1 \text{ } ^\circ\text{C}$ und $Q_I = 0,0 \text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,448	0,963	1,000	1,000	1,000	0,999	0,981	0,627
$\eta_{\text{source,WE}}$		0,301	0,883	0,999	1,000	0,999	0,999	0,959	0,580
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	403	1.199	825	852	852	770	852	7.374
t_h	h	493	510	720	744	744	672	744	5.630
$Q_{h,b,RE}$	kWh	28	2.070	5.164	6.986	6.485	5.443	3.423	30.321
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	-	919	1.630	1.394	1.086	102	5.131
Q_T	kWh	1.272	3.650	6.076	7.836	7.787	6.638	5.986	44.472
Q_V	kWh	322	925	1.539	1.985	1.972	1.681	1.516	11.264
Q_S^*	kWh	1.908	3.165	1.243	820	1.532	1.503	3.763	21.161
Q_I^*	kWh	61	182	288	384	349	286	215	1.927

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

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

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

solare Wärmegewinne $Q_S^* = Q_S \cdot \eta$ und interne Wärmegewinne $Q_I^* = Q_I \cdot \eta$

Heizwärmebedarf $Q_{h,b} = Q_T + Q_V - Q_S^* - Q_I^*$ mit dem Ausnutzungsgrad η

7.2 Zone Verkehrsflächen Zu-/Abluft

Regelbetrieb (68,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 16,5 \text{ } ^\circ\text{C}$ und $Q_I = 0,0 \text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (31,5%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 14,6 \text{ } ^\circ\text{C}$ und $Q_I = 0,0 \text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,771
$\eta_{\text{source,WE}}$		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,833
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	114	327	544	633	633	571	536	3.824
t_h	h	493	510	493	744	744	672	510	5.169
$Q_{h,b,RE}$	kWh	219	923	1.615	2.036	2.036	1.763	1.618	11.420
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	-	-	64	60	21	-	145
Q_T	kWh	221	634	1.056	1.362	1.353	1.153	1.040	7.727
Q_V	kWh	174	500	832	1.072	1.066	909	819	6.087
Q_S^*	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
Q_I^*	kWh	176	211	273	334	323	277	242	2.250

Horn + Horn Ingenieure Part. mbB Bauphysikalische BerechnungDoberaner Straße 155
18057 Rostock

LP5 in Abstimmung

24170 - Neubau esE Schulen Lankow
03.08.2026**7.3 Zone WC/Sanitär Zu-/Abluft**Regelbetrieb (68,5%) mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,9 \text{ }^{\circ}\text{C}$ und $Q_I = 0,0 \text{ kWh/d}$ Wochenendbetrieb (31,5%) mit $\vartheta_{h,Jan} = 17,6 \text{ }^{\circ}\text{C}$ und $Q_I = 0,0 \text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,912	0,973	0,985	0,987	0,985	0,983	0,970	0,823
$\eta_{source,WE}$		0,984	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,848
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	284	388	383	396	396	357	396	3.757
t_h	h	493	687	720	744	744	672	744	6.181
$Q_{h,b,RE}$	kWh	1.231	2.617	3.091	3.451	3.422	3.004	2.962	22.781
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	32	319	488	470	373	208	1.890
Q_T	kWh	751	1.332	1.894	2.328	2.317	1.998	1.888	15.622
Q_V	kWh	1.078	1.954	2.012	2.116	2.114	1.900	2.072	13.685
Q_S^*	kWh	562	363	146	87	133	173	462	4.860
Q_I^*	kWh	203	274	350	418	406	348	328	2.976

7.4 Zone WC/Sanitär AbluftWC/Sanitär AbluftWC/Sanitär AbluftRegelbetrieb (68,5%) mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,9 \text{ }^{\circ}\text{C}$ und $Q_I = 0,0 \text{ kWh/d}$ Wochenendbetrieb (31,5%) mit $\vartheta_{h,Jan} = 17,4 \text{ }^{\circ}\text{C}$ und $Q_I = 0,0 \text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,986	0,996	0,998	0,999	0,999	0,998	0,997	0,974
$\eta_{source,WE}$		0,996	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,913
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	32	55	54	55	55	50	55	535
t_h	h	609	744	720	744	744	672	744	7.719
$Q_{h,b,RE}$	kWh	625	1.179	1.690	2.076	2.063	1.777	1.661	13.542
$Q_{h,b,WE}$	kWh	2	31	82	115	112	92	68	516
Q_T	kWh	158	280	398	489	486	420	396	3.280
Q_V	kWh	572	1.014	1.442	1.773	1.764	1.521	1.438	11.894
Q_S^*	kWh	69	43	17	10	16	20	55	714
Q_I^*	kWh	33	41	52	61	60	52	49	495

7.5 Zone BüroRegelbetrieb (68,5%) mit $\vartheta_{h,Jan} = 20,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ und $Q_I = 28,5 \text{ kWh/d}$ Wochenendbetrieb (31,5%) mit $\vartheta_{h,Jan} = 17,3 \text{ }^{\circ}\text{C}$ und $Q_I = 0,0 \text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,828	0,951	0,990	0,994	0,992	0,991	0,974	0,798
$\eta_{source,WE}$		0,827	0,989	1,000	1,000	1,000	1,000	0,995	0,775
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	410	346	335	346	346	313	346	4.009
t_h	h	493	744	720	744	744	672	744	6.110
$Q_{h,b,RE}$	kWh	721	2.011	3.684	4.737	4.584	3.915	3.196	25.471
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	132	655	931	857	711	410	3.696
Q_T	kWh	1.326	2.352	3.346	4.112	4.091	3.529	3.335	27.591
Q_V	kWh	931	1.651	2.348	2.885	2.871	2.476	2.340	19.360
Q_S^*	kWh	1.140	959	365	243	463	449	1.106	10.273
Q_I^*	kWh	718	901	989	1.086	1.058	931	962	9.125

Horn + Horn Ingenieure Part. mbB Bauphysikalische BerechnungDoberaner Straße 155
18057 Rostock

LP5 in Abstimmung

24170 - Neubau esE Schulen Lankow
03.08.2026**7.6 Zone Technik/Lager Abluft**Regelbetrieb (68,5%) mit $\vartheta_{h,Jan} = 16,3$ °C und $Q_I = 0,0$ kWh/dWochenendbetrieb (31,5%) mit $\vartheta_{h,Jan} = 14,2$ °C und $Q_I = 0,0$ kWh/d

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,784
$\eta_{source,WE}$		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,775
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	15	44	64	67	67	60	67	448
t_h	h	720	744	720	744	744	672	744	6.552
$Q_{h,b,RE}$	kWh	55	204	340	425	425	364	334	2.404
$Q_{h,b,WE}$	kWh	4	26	54	86	86	69	48	396
Q_T	kWh	67	193	321	415	412	351	317	2.353
Q_V	kWh	23	66	110	141	141	120	108	803
Q_S^*	kWh	20	9	5	3	0	4	13	116
Q_I^*	kWh	11	20	32	42	41	35	30	241

7.7 Zone Technik/Lager Zu-/AbluftRegelbetrieb (68,5%) mit $\vartheta_{h,Jan} = 16,4$ °C und $Q_I = 0,0$ kWh/dWochenendbetrieb (31,5%) mit $\vartheta_{h,Jan} = 14,4$ °C und $Q_I = 0,0$ kWh/d

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,833
$\eta_{source,WE}$		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,833
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	11	32	52	54	54	49	53	351
t_h	h	720	744	720	744	744	672	744	6.576
$Q_{h,b,RE}$	kWh	31	106	176	215	215	186	176	1.250
$Q_{h,b,WE}$	kWh	1	3	7	21	21	15	6	80
Q_T	kWh	27	77	128	166	165	140	127	940
Q_V	kWh	15	48	81	104	104	88	79	573
Q_S^*	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
Q_I^*	kWh	9	16	26	33	33	28	24	195

7.8 Zone Technik/LagerRegelbetrieb (68,5%) mit $\vartheta_{h,Jan} = 16,3$ °C und $Q_I = 0,0$ kWh/dWochenendbetrieb (31,5%) mit $\vartheta_{h,Jan} = 14,1$ °C und $Q_I = 0,0$ kWh/d

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,877	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,726
$\eta_{source,WE}$		0,734	0,998	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,695
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	82	146	211	218	218	197	218	1.625
t_h	h	238	744	720	744	744	672	744	5.231
$Q_{h,b,RE}$	kWh	63	556	1.146	1.469	1.415	1.212	1.003	7.394
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	26	179	299	275	222	106	1.107
Q_T	kWh	264	758	1.262	1.627	1.617	1.379	1.243	9.236
Q_V	kWh	56	161	267	345	343	292	263	1.956
Q_S^*	kWh	300	272	99	67	135	124	300	2.227
Q_I^*	kWh	32	64	106	138	134	114	97	769

7.9 Zone Serverraum

Regelbetrieb (100,0%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 21,0 \text{ °C}$ und $Q_I = 78,9 \text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,062	0,106	0,156	0,186	0,185	0,177	0,151	0,107
t_h	h	-	-	-	-	-	-	-	-
$Q_{h,b,RE}$	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
Q_T	kWh	54	95	136	167	166	143	135	1.118
Q_V	kWh	98	173	246	303	301	260	246	2.032
Q_S^*	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
Q_I^*	kWh	151	268	382	469	467	403	381	3.150

7.10 Zone Lehrküche

Regelbetrieb (82,2%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 20,1 \text{ °C}$ und $Q_I = 29,9 \text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (17,8%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 17,4 \text{ °C}$ und $Q_I = 0,0 \text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,795	0,911	0,956	0,967	0,965	0,961	0,943	0,797
$\eta_{source,WE}$		0,937	0,998	1,000	1,000	1,000	1,000	0,999	0,817
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	71	136	109	112	112	101	112	1.021
t_h	h	720	744	720	744	744	672	744	8.495
$Q_{h,b,RE}$	kWh	909	2.203	3.508	4.467	4.416	3.764	3.361	26.077
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	-	79	127	118	92	45	461
Q_T	kWh	402	712	1.013	1.245	1.239	1.069	1.010	8.356
Q_V	kWh	1.387	2.460	3.499	4.300	4.279	3.691	3.487	28.854
Q_S^*	kWh	249	189	77	46	87	103	240	2.534
Q_I^*	kWh	672	811	848	905	897	800	852	8.400

7.11 Zone Küche 1.46/1.47 Zu-/Abluft

Regelbetrieb (82,2%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 20,0 \text{ °C}$ und $Q_I = 107,1 \text{ kWh/d}$

Wochenendbetrieb (17,8%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 17,5 \text{ °C}$ und $Q_I = 0,0 \text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,294	0,416	0,417	0,412	0,412	0,413	0,418	0,287
$\eta_{source,WE}$		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,944
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	24	43	49	51	51	46	51	410
t_h	h	592	612	612	657	655	581	623	7.350
$Q_{h,b,RE}$	kWh	253	643	627	625	626	570	651	4.642
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	-	11	24	23	17	6	80
Q_T	kWh	112	199	282	347	345	298	282	2.329
Q_V	kWh	978	1.664	1.541	1.511	1.513	1.387	1.608	10.276
Q_S^*	kWh	15	12	6	3	5	8	15	147
Q_I^*	kWh	826	1.210	1.179	1.206	1.205	1.091	1.217	9.841

7.12 Zone Küche/Gr.-DiffRegelbetrieb (68,5%) mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,9\text{ °C}$ und $Q_I = 50,5\text{ kWh/d}$ Wochenendbetrieb (31,5%) mit $\vartheta_{h,Jan} = 17,4\text{ °C}$ und $Q_I = 0,0\text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,838	0,946	0,985	0,990	0,988	0,987	0,970	0,818
$\eta_{source,WE}$		0,849	0,991	1,000	1,000	1,000	1,000	0,996	0,786
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	505	443	428	443	443	400	443	5.187
t_h	h	493	744	720	744	744	672	744	6.375
$Q_{h,b,RE}$	kWh	1.418	3.552	6.128	7.834	7.632	6.522	5.565	43.884
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	154	792	1.133	1.041	861	511	4.492
Q_T	kWh	1.538	2.728	3.880	4.768	4.744	4.092	3.867	31.993
Q_V	kWh	1.971	3.496	4.972	6.110	6.080	5.244	4.955	41.000
Q_S^*	kWh	1.361	1.152	456	305	575	559	1.293	12.583
Q_I^*	kWh	1.117	1.365	1.476	1.605	1.577	1.394	1.453	14.132

7.13 Zone Mensa Zu-/AbluftRegelbetrieb (68,5%) mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,5\text{ °C}$ und $Q_I = 27,8\text{ kWh/d}$ Wochenendbetrieb (31,5%) mit $\vartheta_{h,Jan} = 17,6\text{ °C}$ und $Q_I = 0,0\text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,537	0,737	0,794	0,813	0,799	0,801	0,764	0,577
$\eta_{source,WE}$		0,977	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,899
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	94	173	129	133	133	120	133	1.277
t_h	h	174	510	720	744	744	672	744	5.382
$Q_{h,b,RE}$	kWh	105	371	472	553	531	473	442	3.324
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	-	95	147	130	112	58	542
Q_T	kWh	238	422	600	737	733	632	598	4.944
Q_V	kWh	294	548	566	595	595	535	582	3.760
Q_S^*	kWh	146	158	59	46	93	67	150	1.281
Q_I^*	kWh	340	495	539	586	574	515	530	4.660

7.14 Zone Unterricht Zu-/AbluftRegelbetrieb (54,8%) mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,6\text{ °C}$ und $Q_I = 229,4\text{ kWh/d}$ Wochenendbetrieb (45,2%) mit $\vartheta_{h,Jan} = 17,4\text{ °C}$ und $Q_I = 0,0\text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,877	0,954	0,985	0,990	0,989	0,987	0,975	0,832
$\eta_{source,WE}$		0,941	0,998	1,000	1,000	1,000	1,000	0,999	0,826
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	2.461	1.693	1.639	1.693	1.693	1.530	1.693	19.061
t_h	h	395	744	720	744	744	672	744	6.375
$Q_{h,b,RE}$	kWh	4.580	9.765	16.347	20.841	20.423	17.426	15.133	118.880
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	1.508	4.225	5.786	5.462	4.545	3.171	24.987
Q_T	kWh	4.744	8.413	11.965	14.705	14.632	12.621	11.925	98.671
Q_V	kWh	5.808	10.301	14.651	18.006	17.917	15.455	14.602	120.820
Q_S^*	kWh	3.723	2.878	1.125	729	1.378	1.418	3.330	34.002
Q_I^*	kWh	3.868	4.564	4.919	5.355	5.286	4.687	4.893	47.853

7.15 Zone Aufenthalt Zu-/Abluft

Regelbetrieb (68,5%) mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,9\text{ °C}$ und $Q_I = 67,7\text{ kWh/d}$
 Wochenendbetrieb (31,5%) mit $\vartheta_{h,Jan} = 17,4\text{ °C}$ und $Q_I = 0,0\text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,681	0,853	0,930	0,947	0,938	0,935	0,892	0,698
$\eta_{source,WE}$		0,908	0,997	1,000	1,000	1,000	1,000	0,999	0,813
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	557	593	574	593	593	536	593	6.337
t_h	h	404	744	720	744	744	672	744	6.026
$Q_{h,b,RE}$	kWh	645	1.927	3.165	3.942	3.788	3.267	2.760	21.697
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	95	757	1.108	1.017	840	480	4.297
Q_T	kWh	1.621	2.875	4.089	5.025	5.000	4.313	4.075	33.717
Q_V	kWh	1.047	1.887	2.146	2.387	2.382	2.108	2.186	15.663
Q_S^*	kWh	1.204	1.078	432	295	558	528	1.211	10.786
Q_I^*	kWh	1.229	1.662	1.879	2.068	2.020	1.786	1.810	16.437

7.16 Zone Therapieraum/Sanität

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,825	0,927	0,975	0,982	0,979	0,979	0,962	0,844
$\eta_{source,WE}$		0,949	0,996	1,000	1,000	1,000	1,000	0,999	0,912
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
t_h	h	720	744	720	744	744	672	744	7.972
$Q_{h,b,RE}$	kWh	187	446	762	970	945	818	714	5.613
$Q_{h,b,WE}$	kWh	24	72	141	178	166	147	118	939
Q_T	kWh	164	276	382	466	463	401	382	3.236
Q_V	kWh	331	556	770	938	934	807	769	6.522
Q_S^*	kWh	125	122	45	35	71	51	116	1.136
Q_I^*	kWh	159	191	205	221	216	192	203	2.070

7.17 Zone Sportraum Zu-/Abluft

Regelbetrieb (68,5%) mit $\vartheta_{h,Jan} = 18,4\text{ °C}$ und $Q_I = 5,3\text{ kWh/d}$
 Wochenendbetrieb (31,5%) mit $\vartheta_{h,Jan} = 15,7\text{ °C}$ und $Q_I = 0,0\text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,619	0,886	0,970	0,983	0,980	0,974	0,935	0,665
$\eta_{source,WE}$		0,780	0,994	1,000	1,000	1,000	1,000	0,997	0,712
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	65	65	73	75	75	68	75	738
t_h	h	189	744	720	744	744	672	744	5.374
$Q_{h,b,RE}$	kWh	30	211	449	598	583	484	372	2.912
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	34	131	193	184	146	86	773
Q_T	kWh	200	417	633	794	790	678	627	4.885
Q_V	kWh	45	131	186	227	225	195	185	1.133
Q_S^*	kWh	162	142	61	36	60	77	185	1.377
Q_I^*	kWh	106	161	178	193	188	166	170	1.445

*7.18 Zone Mehrzweckraum*Regelbetrieb (68,5%) mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,9\text{ °C}$ und $Q_I = 21,0\text{ kWh/d}$ Wochenendbetrieb (31,5%) mit $\vartheta_{h,Jan} = 17,3\text{ °C}$ und $Q_I = 0,0\text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,722	0,871	0,942	0,957	0,950	0,947	0,906	0,722
$\eta_{source,WE}$		0,918	0,996	1,000	1,000	1,000	1,000	0,998	0,828
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	224	183	177	183	183	166	183	1.998
t_h	h	493	744	720	744	744	672	744	6.257
$Q_{h,b,RE}$	kWh	310	795	1.300	1.624	1.569	1.349	1.142	8.919
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	113	365	506	476	399	266	2.134
Q_T	kWh	662	1.174	1.669	2.051	2.041	1.760	1.663	13.763
Q_V	kWh	353	636	739	830	828	731	751	5.462
Q_S^*	kWh	432	361	140	94	177	169	421	3.848
Q_I^*	kWh	416	540	603	658	647	574	585	5.393

*7.19 Zone Stadtbibliothek*Regelbetrieb (82,2%) mit $\vartheta_{h,Jan} = 20,1\text{ °C}$ und $Q_I = 14,1\text{ kWh/d}$ Wochenendbetrieb (17,8%) mit $\vartheta_{h,Jan} = 17,5\text{ °C}$ und $Q_I = 0,0\text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,901	0,984	0,997	0,998	0,998	0,997	0,994	0,852
$\eta_{source,WE}$		0,998	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,945
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	154	284	287	297	297	268	297	2.504
t_h	h	592	612	720	744	744	672	744	6.282
$Q_{h,b,RE}$	kWh	432	1.415	2.421	3.089	3.029	2.599	2.271	17.052
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	-	108	193	180	144	67	692
Q_T	kWh	768	1.362	1.937	2.381	2.369	2.044	1.931	15.977
Q_V	kWh	623	1.104	1.570	1.930	1.920	1.656	1.565	12.949
Q_S^*	kWh	290	242	87	61	125	107	262	2.736
Q_I^*	kWh	714	845	892	968	956	850	895	8.806

7.20 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/(m ² a)
Verkehrsflächen	44.472	11.264	21.161	1.927	35.453	36,9
Verkehrsflächen Zu-	7.727	6.087	-	2.250	11.564	16,2
WC/Sanitär Zu-/Ablu	15.622	13.685	4.860	2.977	24.671	55,3
WC/Sanitär AbluftWC	3.280	11.894	714	495	14.058	224,6
Büro	27.591	19.360	10.273	9.125	29.167	74,7
Technik/Lager Abluf	2.353	803	116	241	2.801	37,2
Technik/Lager Zu-/A	940	573	-	195	1.329	21,9
Technik/Lager	9.237	1.956	2.227	769	8.501	34,6
Serverraum	1.118	2.032	-	3.150	-	0,0
Lehrküche	8.356	28.854	2.534	8.400	26.538	209,1
Küche 1.46/1.47 Zu-	2.330	10.276	147	9.841	4.722	81,8
Küche/Gr.-Diff	31.993	41.000	12.583	14.132	48.376	96,8
Mensa Zu-/Abluft	4.944	3.760	1.281	4.660	3.867	25,7
Unterricht Zu-/Ablu	98.671	120.821	34.002	47.853	143.867	75,3
Aufenthalt Zu-/Ablu	33.717	15.663	10.786	16.437	25.994	38,8
Therapieraum/Sanitä	3.236	6.522	1.137	2.070	6.552	131,0
Sportraum Zu-/Abluf	4.885	1.133	1.377	1.445	3.686	43,6
Mehrzweckraum	13.763	5.462	3.848	5.393	11.053	53,4
Stadtbibliothek	15.977	12.949	2.736	8.806	17.743	53,0
	330.211	314.094	109.781	140.165	419.942	59,2

9.0 RLT-Systeme (DIN V 18599-3)

9.1 Gewählte RLT-Anlagen

Betrachtungsmonat Januar, $\theta_e = 1,0$ °C

Zone	Feuchteanf.	No Anlage	Komponenten	$\theta_{SUP, Jan}$ °C
Verkehrsflächen Zu-/Abluft	-	203 RLT-Anlage	VE LH rec75	18,0
WC/Sanitär Zu-/Abluft	-	203 RLT-Anlage	VE LH rec75	18,0
WC/Sanitär AbluftWC/Sanitär	-	000 RLT-Anlage	VE LH	18,0
Technik/Lager Abluft	-	000 RLT-Anlage	VE LH	18,0
Technik/Lager Zu-/Abluft	-	203 RLT-Anlage	VE LH rec75	18,0
Küche 1.46/1.47 Zu-/Abluft	mT	205 RLT-Anlage	VE LH LBv	18,0
Mensa Zu-/Abluft	mT	203 RLT-Anlage	VE LH rec75	18,0
Aufenthalt Zu-/Abluft	mT	203 RLT-Anlage	VE LH rec75	18,0
Sportraum Zu-/Abluft	-	203 RLT-Anlage	VE LH rec75	18,0
Mehrzweckraum	mT	203 RLT-Anlage	VE LH rec75	18,0

Zone <2> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP}/ETA = 0 / 0$ m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, rec75Zone <3> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP}/ETA = 6697 / 6697$ m³/h, Konstantvolumenstrom, balanciert, rec75Zone <4> RLT-Anlage (000) mit $V_{SUP}/ETA = 0 / 939$ m³/h, KonstantvolumenstromZone <6> RLT-Anlage (000) mit $V_{SUP}/ETA = 0 / 11$ m³/h, KonstantvolumenstromZone <7> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP}/ETA = 9 / 9$ m³/h, Konstantvolumenstrom, balanciert, rec75Zone <11> RLT-Anlage (205) mit $V_{SUP}/ETA = 5193 / 5193$ m³/h, Konstantvolumenstrom, balanciertZone <13> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP}/ETA = 2704 / 2704$ m³/h, Konstantvolumenstrom, balanciert, rec75Zone <15> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP}/ETA = 4689 / 4689$ m³/h, Konstantvolumenstrom, balanciert, rec75Zone <17> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP}/ETA = 254 / 254$ m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, rec75Zone <18> RLT-Anlage (203) mit $V_{SUP}/ETA = 1449 / 1449$ m³/h, Konstantvolumenstrom, 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 /

Horn + Horn Ingenieure Part. mbB Bauphysikalische BerechnungDoberaner Straße 155
18057 Rostock

LP5 in Abstimmung

24170 - Neubau esE Schulen Lankow
03.08.2026

Dampfbefeuchter

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

 θ_{SUP} mittlere Zulufttemperatur im Betrachtungsmonat nach Tab. 5/6**9.2 Strombedarf der Ventilatoren**

	$V_{mech,m}$ m ³ /h	$t_v \cdot d_v$ h/m	$P_{v,SUP}$ kW	$P_{v,ETA}$ kW	$W_{v,Jan}$ kWh
Verkehrsflächen Zu-/Abluft	0	276	0,00	0,00	-
WC/Sanitär Zu-/Abluft	6697	276	2,79	1,86	1.285
WC/Sanitär AbluftWC/Sanitär	939	276	0,00	0,26	72
Technik/Lager Abluft	11	276	0,00	0,00	1
Technik/Lager Zu-/Abluft	9	276	0,00	0,00	2
Küche 1.46/1.47 Zu-/Abluft	5193	382	2,17	1,44	1.379
Mensa Zu-/Abluft	2704	191	1,13	0,75	359
Aufenthalt Zu-/Abluft	4689	276	1,96	1,30	899
Sportraum Zu-/Abluft	254	361	0,11	0,07	64
Mehrzweckraum	1449	276	0,60	0,40	278

monatliche Werte W_v [kWh]

	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Verkehrsflächen	-	-	-	-	-	-	-	-
WC/Sanitär Zu-/	1.243	1.285	1.243	1.285	1.285	1.160	1.285	15.127
WC/Sanitär Ablu	70	72	70	72	72	65	72	848
Technik/Lager A	1	1	1	1	1	1	1	10
Technik/Lager Z	2	2	2	2	2	1	2	20
Küche 1.46/1.47	1.335	1.379	1.335	1.379	1.379	1.246	1.379	16.241
Mensa Zu-/Abluf	347	359	347	359	359	324	359	4.228
Aufenthalt Zu-/	870	899	870	899	899	812	899	10.591
Sportraum Zu-/A	62	64	62	64	64	58	64	752
Mehrzweckraum	269	278	269	278	278	251	278	3.272
	4.199	4.339	4.199	4.339	4.339	3.919	4.339	51.089

 $V_{mech,m}$ = Zuluft- / Abluft-Volumenstrom, Regelwert = Luftwechselzahl * Luftvolumen $t_v \cdot d_v$ = monatliche Betriebsstunden der RLT-Anlage = h/Tag * Tage * Nutzungsanteil im

Regelbetrieb

 $P_{v,SUP}$ / $P_{v,ETA}$ = 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/m ³	f_H	q_H Wh/m ³	$Q_{V,H}$ kWh	$A_{K,A}$ m ²
Verkehrsflächen Zu-/Abluf	19,4	466	1,01	349	-	0,0
WC/Sanitär Zu-/Abluft	19,4	466	1,01	349	2.339	0,0
WC/Sanitär AbluftWC/Sanit	19,4	-	1,01	-	-	0,0
Technik/Lager Abluft	19,4	-	1,01	-	-	0,0
Technik/Lager Zu-/Abluft	19,4	466	1,01	349	3	0,0
Küche 1.46/1.47 Zu-/Abluf	19,4	2.771	1,02	2.904	15.080	0,0
Mensa Zu-/Abluft	19,4	466	0,98	235	634	0,0
Aufenthalt Zu-/Abluft	19,4	466	1,01	349	1.638	0,0
Sportraum Zu-/Abluft	19,4	466	1,03	466	118	0,0
Mehrzweckraum	19,4	466	1,01	349	506	0,0

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

 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 Verkehrsflächen Zu-/Abluft

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{V,H}$	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
$t_{h*,op}$	h	-	-	-	-	-	-	-	-
$Q_{h*,b}$	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	-	-	-

Zone WC/Sanitär Zu-/Abluft

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{V,H}$	kWh	55	673	1.501	2.374	2.339	1.892	1.355	12.025
$t_{h*,op}$	h	27	28	27	28	28	25	28	325
$Q_{h*,b}$	kWh	61	740	1.651	2.611	2.573	2.081	1.491	13.228
		61	740	1.651	2.611	2.573	2.081	1.491	13.228

Zone WC/Sanitär AbluftWC/Sanitär AbluftWC/Sanitär Abluft

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{V,H}$	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
$t_{h*,op}$	h	-	-	-	-	-	-	-	-
$Q_{h*,b}$	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
		61	740	1.651	2.611	2.573	2.081	1.491	13.228

Zone Technik/Lager Abluft

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{V,H}$	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
$t_{h*,op}$	h	-	-	-	-	-	-	-	-
$Q_{h*,b}$	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
		61	740	1.651	2.611	2.573	2.081	1.491	13.228

Zone Technik/Lager Zu-/Abluft

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{V,H}$	kWh	0	1	2	3	3	3	2	16
$t_{h*,op}$	h	27	28	27	28	28	25	28	325
$Q_{h*,b}$	kWh	0	1	2	3	3	3	2	16
		61	741	1.653	2.615	2.576	2.084	1.492	13.244

Zone Küche 1.46/1.47 Zu-/Abluft

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{V,H}$	kWh	3.064	6.095	11.129	15.216	15.080	12.832	11.717	96.280
$t_{h*,op}$	h	46	95	173	236	235	199	181	1.460
$Q_{h*,b}$	kWh	3.370	6.705	12.242	16.737	16.588	14.115	12.888	105.907
		3.431	7.445	13.894	19.352	19.164	16.199	14.381	119.152

Zone Mensa Zu-/Abluft

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{V,H}$	kWh	15	182	407	644	634	513	368	3.268
$t_{h*,op}$	h	18	19	18	19	19	17	19	225
$Q_{h*,b}$	kWh	16	201	448	708	698	565	404	3.595
		3.447	7.646	14.342	20.060	19.861	16.764	14.785	122.747

Zone Aufenthalt Zu-/Abluft

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{V,H}$	kWh	39	471	1.051	1.662	1.638	1.325	949	8.420
$t_{h*,op}$	h	27	28	27	28	28	25	28	325
$Q_{h*,b}$	kWh	43	518	1.156	1.828	1.801	1.457	1.044	9.262
		3.490	8.164	15.498	21.889	21.663	18.221	15.829	132.008

Zone Sportraum Zu-/Abluft

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{V,H}$	kWh	3	34	76	120	118	96	69	602
$t_{h*,op}$	h	35	36	35	36	36	33	36	425
$Q_{h*,b}$	kWh	3	37	83	132	130	105	75	661
		3.493	8.201	15.581	22.021	21.793	18.326	15.904	132.669

Zone Mehrzweckraum

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{V,H}$	kWh	12	146	325	514	506	409	293	2.602
$t_{h*,op}$	h	27	28	27	28	28	25	28	325
$Q_{h*,b}$	kWh	13	160	357	565	557	450	323	2.862
		3.506	8.361	15.939	22.586	22.349	18.777	16.227	135.531

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

		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
1 freie Heizflä		3.503	8.324	15.855	22.454	22.219	18.671	16.151	134.871
2 Deckenheizung		3	37	83	132	130	105	75	661
		3.506	8.361	15.939	22.586	22.349	18.777	16.227	135.531

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.1.1, Übergabeverluste pauschal 10% (5.4.2)

Leitungsverluste mit $A_{K,A}$ und $f_{vh,d} = 16 \text{ W/m}^2$

9.5 Energiebedarf für Zuluftkühlung

nicht vorgesehen

9.6 Energiebedarf für Dampfbefeuchtung

nicht vorgesehen

10.0 Beleuchtungssysteme (DIN V 18599-4)*10.1 Tageslichtbereiche*

Tageslichtbereiche an vertikalen Fassaden (46), mit Dachoberlichtern (0)

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} m ²	A_{RB} m ²	Tageslicht	C_{TL} %
1 F 6 FF	Ost 8	100	41,3	4,1	gering	60
2 F 14 FF	Süd 5	500	68,8	22,5	gut	78
3 F 21 FF	West 4	200	10,9	6,0	gut	91
4 F 25 FF	West 3	200	23,9	13,4	gut	91
5 F 30 FF	West 6	100	21,8	6,0	gut	84
6 F 33 FF	Ost 18	300	36,5	3,4	gering	58
7 F 37 FF	Ost 1	100	272,1	99,3	gut	88
8 F 39 FF	Ost 5	500	139,8	35,3	mittel	71
9 F 42 FF	Ost 17	300	19,8	3,4	mittel	74
10 F 48 FF	Süd 1	100	235,1	64,6	gut	84
11 F 52 FAW	Süd 8	100	12,2	3,5	gut	85
12 F 55 FF	Süd 8	100	16,5	7,3	gut	88
13 F 58 FF	West 5	500	67,8	32,5	gut	83
14 F 61 FF	Nord 10	300	38,5	14,0	gut	91
15 F 69 FF	Süd 13	200	22,0	12,0	gut	88
16 F 74 FF	Süd 18	300	44,5	9,2	mittel	80
17 F 76 FF	Nord 3	200	23,9	6,3	gut	84
18 F 79 FF	Nord 15	300	105,6	42,0	gut	92
19 F 83 FF	Nord 11	500	16,8	6,1	gut	78
20 F 87 FF	Ost 1	100	35,5	11,4	gut	87
21 F 90 FF	Ost 8	100	37,7	10,8	gut	85
22 F 93 FF	Süd 14	300	221,3	79,6	gut	86
23 F 98 FF	Süd 15	300	84,2	36,0	gut	87
24 F 100 Tuer	Süd 1	100	18,5	7,8	gut	88
25 F 103 FF	West 15	300	43,4	20,0	gut	90
26 F 106 FF	Nord 8	100	11,2	4,1	gut	91
27 F 109 FF	Nord 14	300	393,7	141,9	gut	90
28 F 112 FF	Nord 12	300	120,4	54,0	gut	94
29 F 116 FF	Ost 10	300	51,4	18,0	gut	88
30 F 120 FF	Süd 19	200	22,0	8,0	gut	87
31 F 125 FF	Süd 12	300	67,0	30,2	gut	88
32 F 137 FF	Ost 14	300	419,5	151,8	gut	88
33 F 142 FF	Ost 15	300	102,0	38,0	gut	88
34 F 147 FF	Ost 12	300	89,0	42,0	gut	90
35 F 150 FF	West 14	300	92,3	32,0	gut	88
36 F 67 FF	West 1	100	243,0	180,8	gut	92
37 F 160 FF	West 3	200	86,7	62,7	gut	92
38 F 168 FF	Süd 16	500	22,0	8,0	gut	80
39 F 174 FF	Nord 5	500	33,2	11,8	gut	77
40 F 178 FF	Süd 1	100	18,3	7,4	gut	87
41 F 181 FF	West 17	300	64,8	10,5	gering	73
42 F 184 FF	Ost 19	200	38,5	14,0	gut	88
43 F 56 FAW	West 8	100	6,0	9,2	gut	93
44 F 189 Tuer	Nord 19	200	2,1	2,6	gut	99
45 F 190 FF	West 12	300	7,9	11,9	gut	93
46 F 192 FF	S-W 12	300	16,5	6,0	gut	90

tageslichtversorgte Flächen nach Zonen

Zone	A_{NGF} [m ²]	A_{TL} [m ²]	A_{KTL} [m ²]
Verkehrsflächen	962	822	139
Verkehrsflächen Zu-/Ablu	714	-	714
WC/Sanitär Zu-/Abluft	447	135	312
WC/Sanitär AbluftWC/Sani	63	11	52
Büro	391	310	81
Technik/Lager Abluft	75	22	53
Technik/Lager Zu-/Abluft	61	-	61
Technik/Lager	246	125	121
Serverraum	44	-	44
Lehrküche	127	90	37
Küche 1.46/1.47 Zu-/Ablu	58	17	41
Küche/Gr.-Diff	500	301	199
Mensa Zu-/Abluft	150	22	128
Unterricht Zu-/Abluft	1912	1.127	785
Aufenthalt Zu-/Abluft	670	335	335
Therapieraum/Sanität	50	22	28
Sportraum Zu-/Abluft	85	85	-
Mehrzweckraum	207	81	126
Stadtbibliothek	335	63	272

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

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

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

A_{RB} = Fensterfläche (Rohbaumaße), E_m = Wartungswert der Beleuchtungsstärke (Zonenrandbedingung)

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

bei Dachoberlichtern $D_j = D_a \cdot \tau_{D65} \cdot k \cdot A_{RB} / A_{TL} \cdot \eta_R$ (Gl. 35), mit D_a =

Außertageslichtquotient nach Tab.17, η_R =

Raumwirkungsgrad nach Tab. 18 / 19

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

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

10.2 Teilbetriebsfaktoren Tageslicht

Bereich			C _{TL}	C _{TL, kon}	F _{TL}						
					Jan %	Feb %	Mrz %	Apr %	Mai %	Jun %	
1	F	6 FF	8	60	50	75	71	68	67	65	65
2	F	14 FF	5	78	57	62	57	53	50	48	48
3	F	21 FF	4	91	60	53	47	42	39	37	36
4	F	25 FF	3	91	60	53	47	42	39	36	36
5	F	30 FF	6	84	55	61	55	51	48	46	46
6	F	33 FF	18	58	50	75	72	69	67	66	66
7	F	37 FF	1	88	60	55	49	44	41	39	38
8	F	39 FF	5	71	52	68	64	61	58	57	57
9	F	42 FF	17	74	50	69	64	61	59	57	57
10	F	48 FF	1	84	55	61	55	51	48	46	46
11	F	52 FAW	8	85	55	60	55	50	48	46	45
12	F	55 FF	8	88	60	55	49	44	41	39	39
13	F	58 FF	5	83	57	60	54	50	47	45	45
14	F	61 FF	10	91	60	54	47	42	39	37	36
15	F	69 FF	13	88	60	55	49	44	41	39	38
16	F	74 FF	18	80	55	62	57	53	50	49	48
17	F	76 FF	3	84	55	61	55	51	49	47	46
18	F	79 FF	15	92	60	53	46	41	38	36	35
19	F	83 FF	11	78	57	62	57	53	50	49	48
20	F	87 FF	1	87	60	56	50	45	42	40	39
21	F	90 FF	8	85	55	60	55	51	48	46	45
22	F	93 FF	14	86	60	56	50	45	42	40	39

Horn + Horn Ingenieure Part. mbB Bauphysikalische BerechnungDoberaner Straße 155
18057 Rostock

LP5 in Abstimmung

24170 - Neubau esE Schulen Lankow
03.08.2026

23 F 98 FF	15	87	60	55	49	44	41	39	39
24 F 100 Tuer	1	88	60	55	49	44	41	39	39
25 F 103 FF	15	90	60	54	48	43	39	37	37
26 F 106 FF	8	91	60	54	47	42	39	37	36
27 F 109 FF	14	90	60	54	47	43	39	37	37
28 F 112 FF	12	94	60	52	46	40	37	35	34
29 F 116 FF	10	88	60	55	49	44	41	39	38
30 F 120 FF	19	87	60	56	50	45	42	40	39
31 F 125 FF	12	88	60	55	49	44	41	39	39
32 F 137 FF	14	88	60	55	49	44	41	39	38
33 F 142 FF	15	88	60	55	49	44	41	38	38
34 F 147 FF	12	90	60	54	47	43	39	37	37
35 F 150 FF	14	88	60	55	49	44	41	39	39
36 F 67 FF	1	92	60	53	46	41	38	36	35
37 F 160 FF	3	92	60	53	46	41	38	36	35
38 F 168 FF	16	80	57	61	56	52	49	47	47
39 F 174 FF	5	77	57	63	57	53	51	49	49
40 F 178 FF	1	87	60	56	49	45	41	39	39
41 F 181 FF	17	73	50	69	65	62	59	58	58
42 F 184 FF	19	88	60	55	49	44	41	39	38
43 F 56 FAW	8	93	60	52	46	41	37	35	35
44 F 189 Tuer	19	99	60	50	43	37	34	31	31
45 F 190 FF	12	93	60	53	46	41	37	35	35
46 F 192 FF	12	90	60	54	48	43	40	38	37

Kontrollsystem(e): manuell (REF)

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

FTL = Teilbetriebsfaktoren Tageslicht (Betriebszeitanteil Kunstlicht) nach Gl.39

FTL = max[1 - v_{Monat} * CTL * CTL_{kon}; 0], Verteilungsschlüssel v_{Monat} nach Tab.26 / 27**10.3 Kunstlichtversorgung**

elektrische Anschlussleistung für Kunstlichtbereiche (19)
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 _{1,b} kWh/m
1 Verkehrsflächen	1	100	9-1-1	1,8	0,60	73	1526	124	159
2 Verkehrsflächen Z	2	100	9-1-1	1,8	0,60	0	1526	124	181
3 WC/Sanitär Zu-/Ab	3	200	9-1-1	3,6	0,55	64	1399	114	181
4 WC/Sanitär Abluft	4	200	9-1-1	3,6	0,55	64	1399	114	27
5 Büro	5	500	9-1-1	6,5	0,85	117	2162	176	373
6 Technik/Lager Abl	6	100	9-1-1	2,6	0,07	9	175	14	3
7 Technik/Lager Zu-	7	100	9-1-1	2,6	0,07	0	175	14	3
8 Technik/Lager	8	100	9-1-1	2,6	0,07	9	175	14	9
9 Serverraum	9	500	9-1-1	6,4	0,75	0	3305	3265	154
10 Lehrküche	10	300	9-1-1	4,0	0,75	84	1808	1117	101
11 Küche 1.46/1.47 Z	11	500	9-1-1	6,4	1,00	127	2411	1489	113
12 Küche/Gr.-Diff	12	300	9-1-1	4,0	0,75	87	1907	155	258
13 Mensa Zu-/Abluft	13	200	9-1-1	2,3	1,00	82	1750	0	48
14 Unterricht Zu-/Ab	14	300	9-1-1	3,6	0,88	57	1225	0	521
15 Aufenthalt Zu-/Ab	15	300	9-1-1	4,0	0,75	87	1907	155	366
16 Therapieraum/Sani	16	500	9-1-1	7,3	1,00	132	2543	207	72
17 Sportraum Zu-/Abl	17	300	9-1-1	3,7	0,85	125	2133	1055	67
18 Mehrzweckraum	18	300	9-1-1	4,0	0,75	110	1907	155	127
19 Stadtbibliothek	19	200	9-1-1	4,5	1,00	141	3009	591	428

3191

9-1-1 (0,49): LED-Leuchten, Vorschaltgerät EVG elektronisch, direkt, A_{KL} = 7.093 m²

Präsenzmelder: nein, Konstantlichtregelung: nein

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

Zone	Sep kWh	Okt kWh	Nov kWh	Dez kWh	Jan kWh	Feb kWh	Mär kWh	Jahr kWh
Verkehrsfläche	136	150	158	179	159	133	138	1.698
Verkehrsfläche	176	182	176	182	182	164	182	2.137
WC/Sanitär Zu-	170	179	177	188	181	161	175	2.082
WC/Sanitär Abl	26	27	26	28	27	24	26	313
Büro	235	253	258	282	261	224	240	2.895
Technik/Lager	3	3	3	3	3	3	3	33
Technik/Lager	3	3	3	3	3	2	3	31
Technik/Lager	8	9	9	9	9	8	8	99
Serverraum	75	77	75	77	77	70	77	908
Lehrküche	92	98	98	106	101	87	94	1.129
Küche 1.46/1.4	108	112	110	115	113	101	111	1.314
Küche/Gr.-Diff	229	249	254	278	258	221	235	2.841
Mensa Zu-/Ablu	45	47	46	48	48	43	47	553
Unterricht Zu-	417	450	461	507	469	400	428	5.156
Aufenthalt Zu-	334	356	359	390	366	319	343	4.110
Therapieraum/S	67	71	71	75	72	64	69	823
Sportraum Zu-/	61	65	65	71	67	58	62	748
Mehrzweckraum	120	126	124	131	127	113	123	1.463
Stadtbibliothek	407	425	416	435	428	383	420	4.973
	2.710	2.879	2.886	3.105	2.950	2.577	2.783	33.305

$$p_j = \text{elektrische Bewertungsleistung} = p_{j,lx} \cdot E_m \cdot k_{WF} \cdot k_A \cdot k_L \cdot k_{VB} \text{ W/m}^2 \text{ (Gl.11)}$$

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

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

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

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

$$Q_{l,f} = \sum F_{t,n} \cdot \sum Q_{l,b} = Q_{i,L,\text{elektr}} = \text{Endenergiebedarf für Beleuchtung nach Zonen (Gl.1)}$$
11.0 Klimakältesysteme (DIN V 18599-7)**11.1 Kühlenergiebedarf**

Ausnutzungsgrad für Wärmequellen (Kühlbilanz)

Betrachtungsmonat Juli

Zone	Q_{sink}	Q_{source}	γ	C_{wirk}	τ	η
Verkehrsflächen	65	225	3,469	50,000	53,34	0,287
Verkehrsflächen Zu-/Abluft	16	9	0,546	50,000	163,88	0,999
WC/Sanitär Zu-/Abluft	17	38	2,217	50,000	15,15	0,393
WC/Sanitär AbluftWC/Sanitär	16	5	0,302	50,000	14,50	0,926
Büro	42	104	2,501	50,000	33,81	0,386
Technik/Lager Abluft	4	1	0,225	50,000	74,46	1,000
Technik/Lager Zu-/Abluft	2	0	0,068	50,000	115,88	1,000
Technik/Lager	13	17	1,336	50,000	68,16	0,699
Serverraum	2	81	36,018	50,000	69,34	0,028
Lehrküche	33	51	1,577	50,000	14,05	0,499
Küche 1.46/1.47 Zu-/Abluft	3	116	45,952	50,000	2,53	0,022
Küche/Gr.-Diff	68	138	2,030	50,000	26,40	0,451
Mensa Zu-/Abluft	6	37	6,336	50,000	17,69	0,155
Unterricht Zu-/Abluft	234	462	1,979	50,000	29,45	0,467
Aufenthalt Zu-/Abluft	35	157	4,505	50,000	24,85	0,218
Therapieraum/Sanität	8	13	1,661	50,000	22,20	0,515
Sportraum Zu-/Abluft	6	21	3,647	50,000	29,68	0,269
Mehrzweckraum	14	52	3,718	50,000	22,47	0,260
Stadtbibliothek	23	44	1,902	50,000	51,78	0,509

Kühlenergiebedarf

Zone	Dez kWh	Jan kWh	Feb kWh	Mär kWh	Apr kWh	Mai kWh	Jun kWh	Jahr kWh
⇒ $Q_{c,b}$ (Raumklima)								
Verkehrsfläche	-	-	-	20	586	1.754	2.874	12.146
Verkehrsfläche	-	-	-	-	-	-	-	0
WC/Sanitär Zu-	1	1	2	9	43	171	645	3.168
WC/Sanitär Abl	-	-	-	0	1	2	4	19
Büro	3	6	5	31	197	535	940	4.571
Technik/Lager	-	-	-	-	-	-	-	-
Technik/Lager	-	-	-	-	-	-	-	-
Technik/Lager	-	-	-	-	1	6	34	213
Serverraum	2.031	2.034	1.855	2.120	2.154	2.339	2.322	26.289
Lehrküche	24	25	27	50	118	254	411	2.379
Küche 1.46/1.4	1.559	1.559	1.419	1.598	1.688	2.346	3.157	26.386
Küche/Gr.-Diff	9	14	14	49	217	573	1.018	5.261
Mensa Zu-/Ablu	92	105	94	147	229	435	692	4.357
Unterricht Zu-	29	36	38	111	454	1.317	2.494	13.092
Aufenthalt Zu-	77	99	98	244	680	1.495	2.400	12.758
Therapieraum/S	3	4	4	9	24	51	81	525
Sportraum Zu-/	2	3	3	13	62	165	275	1.287
Mehrzweckraum	19	25	25	68	204	446	734	3.852
Stadtbibliothek	1	1	1	4	22	102	263	1.502

Kühlenergiebedarf der Raumklimasysteme $Q_{c,b}$
 $Q_{c,b} = (1 - \eta) * Q_{source}$ mit $Q_{source} = (Q_T + Q_V + Q_S + Q_I)_{source}$ (T_2 , Gl.2, nur Regelbetrieb)
 berechnet mit $\theta_{i,c} = \theta_{i,c,soll} - 2K$ (T_2 Gl.39), c_{wirk} und Zeitkonstante τ siehe Abschnitt 6.0
11.2 Maximal erforderliche Kälteleistung $Q_{c,max}$ $Q_{c,max}$ nach DIN V 18599-2, Anhang C

Zone	$t_{c,op,d}$ h/d	$Q_{c,max, Juli}$ kW	$Q_{c,max, Sept}$ kW	techn. gekühlt
Verkehrsflächen	13	51,3	44,6	nein
Verkehrsflächen Zu-/Abluft	13	0,7	-0,2	nein
WC/Sanitär Zu-/Abluft	13	9,3	2,9	nein
WC/Sanitär AbluftWC/Sanitär	13	1,1	0,0	nein
Büro	13	17,7	14,4	nein
Technik/Lager Abluft	13	0,2	0,0	nein
Technik/Lager Zu-/Abluft	13	-0,1	-0,2	nein
Technik/Lager	13	3,4	2,6	nein
Serverraum	24	2,6	2,4	nein
Lehrküche	15	5,7	3,1	nein
Küche 1.46/1.47 Zu-/Abluft	15	9,5	0,7	nein
Küche/Gr.-Diff	13	19,9	15,4	nein
Mensa Zu-/Abluft	9	5,7	4,0	nein
Unterricht Zu-/Abluft	9	70,5	53,3	nein
Aufenthalt Zu-/Abluft	13	21,9	16,7	nein
Therapieraum/Sanität	13	1,7	1,5	nein
Sportraum Zu-/Abluft	17	2,9	2,0	nein
Mehrzweckraum	13	8,4	6,3	nein
Stadtbibliothek	14	5,2	3,7	nein
		237,6	173,2	

 $Q_{c,max} = 0.8 * (Q_{source} - Q_{sink}) * (1 + 0.3 * \exp(-\tau/120)) - c_{wirk}/60 * (\Delta\theta - 2) + c_{wirk}/40 * (12 / (t_c - 1))$ (T_2 , C.1)

 mit $t_{c,op,d}$ = tägliche Betriebsdauer der Kühlanlage und $\Delta\theta$ = zul. Temperaturschwankung,
 Regelwert = 2K

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
Verkehrsflächen	nicht relevant			-
Verkehrsflächen Zu-/	nicht relevant			-
WC/Sanitär Zu-/Abluf	nicht relevant			-
WC/Sanitär AbluftWC/	nicht relevant			-
Büro	nicht relevant			-
Technik/Lager Abluft	nicht relevant			-
Technik/Lager Zu-/Ab	nicht relevant			-
Technik/Lager	nicht relevant			-
Serverraum	nicht relevant			-
Lehrküche	nicht relevant			-
Küche 1.46/1.47 Zu-/	Restaurant, Gas	0,920 m ² Gastraum	84	1.969 c
Küche/Gr.-Diff	Kaserne	0,180 m ² Zimmer	500	1.910 c
Mensa Zu-/Abluft	nicht relevant			-
Unterricht Zu-/Abluf	nicht relevant			-
Aufenthalt Zu-/Abluf	nicht relevant			-
Therapieraum/Sanität	nicht relevant			-
Sportraum Zu-/Abluft	nicht relevant			-
Mehrzweckraum	nicht relevant			-
Stadtbibliothek	nicht relevant			-

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

c) Flächenbezug ist die Nettogrundfläche ANGF

12.2 Eingesetzte Warmwassersysteme

Versorgungsbereich	Zonen (n)	f_{zapf}	$Q_{w,b}$ kWh/Jahr
1 dezentrale WW-Versorgung	12/	1,05	23.612
2 zentrale WW-Versorgung	11/	1,00	23.184
3			

12.3 Verteilungsnetze

(1) "dezentrale WW-Versorgung", Zonen 12

Verteilssystem: dezentral mit Erzeugern

Wärmedurchgangskoeffizient U_i , gedämmte Leitungen nach 1995 (REF)

mittlere Temperatur des Rohrabschnitts $\theta_{w,av}$ ohne Zirkulation

Umgebungstemperatur in der thermischen Hülle = Bilanzinnentemperatur

(2) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 11

Verteilssystem: Leitungslängen nach DIN V 18599-8:2018, Zirkulationsbetrieb an $z = 13,0$ h/d

Wärmedurchgangskoeffizient U_i , gedämmte Leitungen nach 1995 (REF)

mittlere Temperatur des Rohrabschnitts $\theta_{w,av}$ ohne Zirkulation, im Zirkulationsbetrieb 57,5°C (Tab.6)

Umgebungstemperatur in der thermischen Hülle = Bilanzinnentemperatur

Zirkulationspumpe

Volumenstrom $V = 0,11 \text{ m}^3/\text{h}$, $\Delta p = 16,1 \text{ kPa}$, $P_{hydr} = 0,512 \text{ kPa} \cdot \text{m}^3/\text{h}$, $e_{w,d,aux} = 23,8$

Elektrische Leistungsaufnahme P_p = unbekannt, geregelt, bedarfsorientiert

Verteilung (V)	Stränge (S)	Stichtg. (St)
----------------	-------------	---------------

(1) "dezentrale WW-Versorgung", Zonen 12

Horn + Horn Ingenieure Part. mbB Bauphysikalische BerechnungDoberaner Straße 155
18057 Rostock

LP5 in Abstimmung

24170 - Neubau esE Schulen Lankow
03.08.2026

Leitungslängen l_i	0 m	0 m	7 m
Wärmedurchgangskoeffizient U_i			0,255 W/(mK)
Warmwassertemperatur $\theta_{w,av}$			32,9 °C
Umgebungstemperatur $\theta_{I,Jan}$			19,9 °C

(2) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 11

Leitungslängen l_i	41 m	3 m	22 m
Wärmedurchgangskoeffizient U_i	0,200 W/(mK)	0,255 W/(mK)	0,255 W/(mK)
Warmwassertemperatur $\theta_{w,av}$	34,5 °C	32,9 °C	32,9 °C
Umgebungstemperatur $\theta_{I,Jan}$	13,0 °C	20,0 °C	20,0 °C

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

(1) "dezentrale WW-Versorgung", Zonen 12

$Q_{w,b}$ kWh	1.941	2.005	1.941	2.005	2.005	1.811	2.005	23.612
---------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

$Q_{w,d,St}$ kWh	11	11	11	12	12	11	12	134
------------------	----	----	----	----	----	----	----	-----

$Q_{w,d}$ kWh	11	11	11	12	12	11	12	134
---------------	----	----	----	----	----	----	----	-----

$Q_{I,w,d}$ kWh	11	11	11	12	12	11	12	134
-----------------	----	----	----	----	----	----	----	-----

Aufteilung $Q_{I,w,d}$: nach Grundflächenanteilen

(2) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 11

$Q_{w,b}$ kWh	1.906	1.969	1.906	1.969	1.969	1.779	1.969	23.184
---------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

$Q_{w,d,v}$ kWh	284	294	284	294	294	266	294	3.461
-----------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-------

$Q_{w,d,s}$ kWh	20	20	20	21	21	19	21	240
-----------------	----	----	----	----	----	----	----	-----

$Q_{w,d,St}$ kWh	41	43	43	45	45	40	44	509
------------------	----	----	----	----	----	----	----	-----

$Q_{w,d}$ kWh	345	358	347	359	359	324	359	4.210
---------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-------

$W_{w,d}$ kWh	4	4	4	4	4	4	4	47
---------------	---	---	---	---	---	---	---	----

$Q_{I,w,d}$ kWh	61	64	63	65	65	59	65	749
-----------------	----	----	----	----	----	----	----	-----

Aufteilung $Q_{I,w,d}$: nach Grundflächenanteilen $Q_{w,d}$ = Wärmeverluste des Rohrnetzes der Warmwasserverteilung nach DIN V 18599-8, Abs. 6.2

Leitungslängen der Verteilung (V), der Stränge (S) und der Stichleitungen (St) nach Tab.10 oder manuell

 $Q_{I,w,d}$ = unregelmäßige Wärmeeinträge durch die WW-Verteilung, siehe "interne Wärmegewinne" $W_{w,d}$ = Hilfsenergiebedarf der Zirkulationspumpe

12.4 Warmwasserspeicher

(1) "dezentrale WW-Versorgung", Zonen 12

nicht vorhanden

(2) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 11

nicht vorhanden

12.5 Solaranlage zur Trinkwassererwärmung

nicht vorgesehen

12.6 Nutzwärmebedarf der Warmwassererzeugung

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
(1) "dezentrale WW-Versorgung", Zonen 12									
$Q_{w,outg}$	kWh	1.952	2.017	1.952	2.017	2.017	1.822	2.017	23.746
(2) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 11									
$Q_{w,outg}$	kWh	2.251	2.327	2.253	2.328	2.328	2.103	2.328	27.394

12.7 Wärmepumpen zur Trinkwassererwärmung

nicht vorgesehen

12.8 Wärmeerzeugung

(2) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 11

Wärmeerzeuger Fern- und Nahwärme, Warmwasser 105°C 66,5 kW (Nah-/Fernwärme HW, erneuerbar), f_P

= 0,29

Warmwasser, niedrige Temperatur 105°C, Temperatur der Sekundärseite (Hausstation) = 50 °C

Dämmklasse nach EN 12828 = 4, Umgebungstemperatur am Aufstellort $\theta_I = 13,0$ °CNutzwärmeabgabe für Trinkwarmwasserbereitung $Q_{w,outg} = Q_{w,b} + Q_{w,d} + Q_{w,s}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
(2) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 11									
$Q_{w,outg}$	kWh	2.251	2.327	2.253	2.328	2.328	2.103	2.328	27.394
$Q_{w,g}$	kWh	82	84	82	84	84	76	84	993
$Q_{w,f}$	kWh	2.332	2.411	2.334	2.413	2.413	2.179	2.412	28.387

mit $Q_{w,outg}$ = Nutzwärmebedarf der Erzeugung, $Q_{w,g}$ = Wärmeverlust des Kessels im WW-Betrieb und ggf. anteilig imStillstand, $Q_{w,f} = Q_{w,outg} + Q_{w,g}$ = Endenergiebedarf**12.9 Endenergie Warmwasserbereitung**

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{w,outg}$	kWh	4.202	4.343	4.205	4.346	4.346	3.925	4.345	51.140
$Q_{w,f}$	kWh	4.284	4.428	4.286	4.430	4.430	4.001	4.429	52.133
$W_{w,f}$	kWh	4	4	4	4	4	4	4	47
Nah-/Fernw	kWh	2.332	2.411	2.334	2.413	2.413	2.179	2.412	28.387
$Q_{I,w,<11>}$	kWh/d	2,0	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	
$Q_{I,w,<12>}$	kWh/d	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	

 $Q_{w,outg} / Q_{w,f}$ = Nutz- / Endenergiebedarf für Warmwasserbereitung $W_{w,f}$ = Hilfsenergiebedarf, $Q_{I,w}$ = unregelmäßige Wärmeeinträge durch Leitungs- /

Speicherverluste

Unregelmäßige Wärmeeinträge Q_I werden bei Bedarf flächengewichtet auf die Zonen aufgeteilt

13.0 Heizsysteme (DIN V 18599-5)*13.1 Maximal erforderliche Heizleistung $Q_{h,max}$*

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

Zone	$Q_{T,max}$ kW	$Q_{V,max}$ kW	V_{mech} m^3/h	$Q_{V,mech}$ kW	$\Phi_{h,max}$ kW
Verkehrsflächen	23,0	2,9	0	0,0	25,9
Verkehrsflächen Zu-/Abluft	3,9	1,5	0	0,0	5,4
WC/Sanitär Zu-/Abluft	5,5	1,1	6693	29,1	35,7
WC/Sanitär AbluftWC/Sanitär	1,2	2,9	0	0,0	4,0
Büro	9,7	4,4	0	0,0	14,1
Technik/Lager Abluft	1,2	0,2	0	0,0	1,4
Technik/Lager Zu-/Abluft	0,5	0,2	9	0,0	0,7
Technik/Lager	4,8	0,5	0	0,0	5,3
Serverraum	0,4	0,3	0	0,0	0,7
Lehrküche	2,9	5,8	0	0,0	8,7
Küche 1.46/1.47 Zu-/Abluft	0,8	0,2	5196	56,5	57,5
Küche/Gr.-Diff	11,3	9,5	0	0,0	20,8
Mensa Zu-/Abluft	1,8	0,4	2704	11,8	13,9
Unterricht Zu-/Abluft	35,8	34,1	0	0,0	69,8
Aufenthalt Zu-/Abluft	11,9	1,8	4683	20,4	34,1
Therapieraum/Sanität	0,9	1,3	0	0,0	2,3
Sportraum Zu-/Abluft	2,1	0,3	254	1,1	3,4
Mehrzweckraum	4,8	0,7	1447	6,3	11,8
Stadtbibliothek	5,5	2,4	0	0,0	7,9

$Q_{T,max}$ = 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

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

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

$\Phi_{h,max} = Q_{T,max} + Q_{V,max}$ = Heizleistung (T2 Gl.B.1)

13.2 Eingesetzte Heizsysteme

Anlage	Versorgungsbereich	Zone (n)	$Q_{h,b}$ kWh/Jahr	$\Phi_{h,max}$ kW	$Q_{N,h}$ kW
1 freie Heizflächen 65 / 50°C 2-Rohr	*	*	504.110	288,6	419,8
2 Deckenheizung		17/	4.346	3,4	5,2
3 Fußbodenheizung Nasssystem	50%	1/2/	23.508	31,4	34,7
4 freie Heizflächen 65 / 50°C 2-	50%	1/2/	23.508	31,4	34,8
5					

* = 3/4/5/6/7/8/9/10/11/12/13/14/15/16/18/19/

<1> hydraulischer Abgleich Zwei-Rohr hydrl. Abgleich, 2-Rohr 65/55 °C, Heizkörper vor Außenwand, Raumtemperaturregelung P-Regler Raumtemperaturregler, intermittierender Heizbetrieb

intermittierender Heizbetrieb, Einzelraumregelsystem ohne

<2> hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich, $n \leq 10$, System Deckenheizung, Raumtemperaturregelung P-Regler nicht zertifiziert, intermittierender Heizbetrieb nein, Einzelraumregelsystem ohne

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

<4> hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich, $n \leq 10$, 2-Rohr 65/50 °C, Heizkörper vor

Außenwand, Raumtemperaturregelung P-Regler nicht zertifiziert, intermittierender Heizbetrieb

nein, Einzelraumregelsystem ohne

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

Heizwärmebedarf nach Heizbereichen

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,b,<1>}$	kWh	11.597	29.983	52.726	67.460	65.515	55.886	46.941	369.240
$Q_{h^*,b,<1>}$	kWh	3.503	8.324	15.855	22.454	22.219	18.671	16.151	134.871
$Q_{h,b,<2>}$	kWh	30	245	579	791	767	630	458	3.686
$Q_{h^*,b,<2>}$	kWh	3	37	83	132	130	105	75	661
$Q_{h,b,<3>}$	kWh	124	1.497	3.849	5.358	4.987	4.157	2.571	23.508
$Q_{h,b,<4>}$	kWh	124	1.497	3.849	5.358	4.987	4.157	2.571	23.508

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 "freie Heizflächen 65 / 50°C 2-Rohr", Leitzone Lehrküche

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$t_h<10>$	h/m	720	744	720	744	744	672	744	8.495
$t_{h,rL,d}<10>$	h/d	15	15	17	19	19	18	17	
$d_{h,rB}<10>$	d/m	25	27	27	28	28	25	28	306
$t_{h,rL}<10>$	h/m	372	405	467	531	529	466	474	5.022

(2) Bereich "Deckenheizung", Leitzone Sportraum Zu-/Abluft

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$t_h<17>$	h/m	189	744	720	744	744	672	744	5.374
$t_{h,rL,d}<17>$	h/d	17	17	19	20	20	20	19	
$d_{h,rB}<17>$	d/m	5	23	24	26	26	23	25	179
$t_{h,rL}<17>$	h/m	93	398	460	524	522	459	467	3.348

(3) Bereich "Fußbodenheizung Nasssystem", Leitzone Verkehrsflächen

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$t_h<1>$	h/m	493	510	720	744	744	672	744	5.630
$t_{h,rL,d}<1>$	h/d	13	13	16	18	17	17	16	
$d_{h,rB}<1>$	d/m	14	16	24	26	26	23	25	186
$t_{h,rL}<1>$	h/m	185	211	389	462	460	400	391	2.897

(4) Bereich "freie Heizflächen 65 / 50°C 2-Rohr", Leitzone Verkehrsflächen

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$t_h<1>$	h/m	493	510	720	744	744	672	744	5.630
$t_{h,rL,d}<1>$	h/d	13	13	16	18	17	17	16	
$d_{h,rB}<1>$	d/m	14	16	24	26	26	23	25	186
$t_{h,rL}<1>$	h/m	185	211	389	462	460	400	391	2.897

$t_h = t_{h,Nutz} + t_{h,WE}$ = 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) freie Heizflächen 65 / 50°C 2-Rohr

hydraulischer Abgleich Zwei-Rohr hydrl. Abgleich, 2-Rohr 65/55 °C, Heizkörper vor Außenwand,

Raumtemperaturregelung P-Regler Raumtemperaturregler, intermittierender Heizbetrieb intermittierender Heizbetrieb, Einzelraumregelsystem ohne

Summe der Temperaturschwankungen $\Delta\theta_{ce} = (0,5+0,3)/2+0+0+0+0 = 0,40^\circ\text{K}$ (T5 Gl.35) $Q_{h,ce} = Q_{h,b} * \Delta\theta_{ce} / (T_{i,h} - T_e)$ (Gl.34) (2,8%)

Hilfsenergie der Wärmeübertragungsprozesse: Stellantriebe nicht relevant / bereits enthalten

(0,0 Watt)

(2) Deckenheizung

hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich, $n \leq 10$, System Deckenheizung,

Raumtemperaturregelung P-Regler nicht zertifiziert, intermittierender Heizbetrieb nein, Einzelraumregelsystem ohne

Summe der Temperaturschwankungen $\Delta\theta_{ce} = 0,7+1,2+(0,7+0,5)/2+0+0,2+0 = 2,70^\circ\text{K}$ (T5 Gl.35) $Q_{h,ce} = Q_{h,b} * \Delta\theta_{ce} / (T_{i,h} - T_e)$ (Gl.34) (18,6%)

Hilfsenergie der Wärmeübertragungsprozesse: Stellantriebe nicht relevant / bereits enthalten

(0,0 Watt)

(3) Fußbodenheizung Nasssystem

hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich, $n \leq 10$, System Nasssystem,

Raumtemperaturregelung P-Regler nicht zertifiziert, intermittierender Heizbetrieb nein, Einzelraumregelsystem ohne

Summe der Temperaturschwankungen $\Delta\theta_{ce} = 0+1,2+(0,7+0,5)/2+0+0,2+0 = 2,00^\circ\text{K}$ (T5 Gl.35) $Q_{h,ce} = Q_{h,b} * \Delta\theta_{ce} / (T_{i,h} - T_e)$ (Gl.34) (16,3%)

Hilfsenergie der Wärmeübertragungsprozesse: Stellantriebe nicht relevant / bereits enthalten

(0,0 Watt)

(4) freie Heizflächen 65 / 50°C 2-Rohr

hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich, $n \leq 10$, 2-Rohr 65/50 °C, Heizkörper vor

Außenwand, Raumtemperaturregelung P-Regler nicht zertifiziert, intermittierender Heizbetrieb

nein, Einzelraumregelsystem ohne

Summe der Temperaturschwankungen $\Delta\theta_{ce} = (0,5+0,3)/2+1,2+0+0,2+0 = 1,80^\circ\text{K}$ (T5 Gl.35) $Q_{h,ce} = Q_{h,b} * \Delta\theta_{ce} / (T_{i,h} - T_e)$ (Gl.34) (14,7%)

Hilfsenergie der Wärmeübertragungsprozesse: Stellantriebe nicht relevant / bereits enthalten

(0,0 Watt)

Nutzwärmebedarf, Verluste und Hilfsenergie der Wärmeübergabe

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
(1) freie Heizflächen 65 / 50°C 2-Rohr									
$Q_{h,b}$	kWh	11.597	29.983	52.726	67.460	65.515	55.886	46.941	369.240
$Q_{h,ce}$	kWh	726	1.093	1.308	1.407	1.374	1.227	1.208	10.324
(2) Deckenheizung									
$Q_{h,b}$	kWh	30	245	579	791	767	630	458	3.686
$Q_{h,ce}$	kWh	18	72	109	122	119	103	89	685

(3) Fußbodenheizung Nasssystem

$Q_{h,b}$	kWh	124	1.497	3.849	5.358	4.987	4.157	2.571	23.508
$Q_{h,ce}$	kWh	96	419	627	699	655	578	439	3.833

(4) freie Heizflächen 65 / 50°C 2-Rohr

$Q_{h,b}$	kWh	124	1.497	3.849	5.358	4.987	4.157	2.571	23.508
$Q_{h,ce}$	kWh	87	377	564	629	589	521	395	3.450

$\Sigma Q_{h,b+ce}$ kWh 12.800 35.183 63.611 81.825 78.993 67.258 54.673 438.234

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

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

Summe der Temperaturschwankungen $\Delta \theta_{ce}$ (Tab.9 ff) für hydraulischen Abgleich, Übergabesystem, Raumtemperaturregelung, Übertemperatur, spezifische Wärmeverluste der Außenbauteile, Strahlungswirkung, intermittierenden Heizbetrieb und Gebäudeautomation

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) freie Heizflächen 65 / 50°C 2-Rohr

System: (DIN V 18599-5:2018) Nutzungstyp "2 Schulen, Veranstaltungshallen", Netztyp 3 Steigestrangtyp, Leitungslängen nach Abs.6.3 mit $A_{Nutz,Heizbereich} = 7009,9 \text{ m}^2$,

Geschosshöhe

i.M. = 3,20 m, 3 Geschosse, $L_{char} = 80,7 \text{ m}$. manuell

Vor- / Rücklauftemperatur (Auslegung) $\theta_{VA} = 65 \text{ °C}$ / $\theta_{RA} = 50 \text{ °C}$, $T_{i,Soll,<10>} = 21,0 \text{ °C}$

Wärmedurchgangszahlen U_i nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

Heizungspumpe: Differenzdruck des Verteilsystems = 149 kPa (aus Rohrleitung, Erzeuger, Wärmemengenzähler, Strangarmaturen)

Korrekturfaktoren $f_{hydr. Abgleich} = 1,00$, $f_{Netzform} = 3,71$, $f_{d,Pumpenmanagement} = 0,75$

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

(2) Deckenheizung

System: (DIN V 18599-5:2018) Nutzungstyp "4 Sporthallen, Umkleiden", Netztyp 2 Etagenverteiltertyp, Einrohrnetz, Flächenheizung, Leitungslängen nach Abs.6.3 mit $A_{Nutz,Heizbereich} = 84,6 \text{ m}^2$, Geschosshöhe i.M. = 3,20 m, 1 Geschosse.

Vor- / Rücklauftemperatur (Auslegung) $\theta_{VA} = 65 \text{ °C}$ / $\theta_{RA} = 50 \text{ °C}$, $T_{i,Soll,<17>} = 19,0 \text{ °C}$

Wärmedurchgangszahlen U_i nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

Heizungspumpe: Differenzdruck des Verteilsystems = 82 kPa (aus Rohrleitung, Erzeuger, Wärmemengenzähler, Strangarmaturen)

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

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

(3) Fußbodenheizung Nasssystem

System: (DIN V 18599-5:2018) Nutzungstyp "2 Schulen, Veranstaltungshallen", Netztyp 2 Etagenverteiltertyp, Flächenheizung, Leitungslängen nach Abs.6.3 mit $A_{Nutz,Heizbereich} = 1676,0$

m^2 , Geschosshöhe i.M. = 3,20 m, 1 Geschosse.

Vor- / Rücklauftemperatur (Auslegung) $\theta_{VA} = 35 \text{ °C}$ / $\theta_{RA} = 28 \text{ °C}$, $T_{i,Soll,<1>} = 17,0 \text{ °C}$

Wärmedurchgangszahlen U_i nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

Heizungspumpe: Differenzdruck des Verteilsystems = 155 kPa (aus Rohrleitung, Erzeuger, Wärmemengenzähler, Strangarmaturen)

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

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

(4) freie Heizflächen 65 / 50°C 2-Rohr

System: (DIN V 18599-5:2018) Nutzungstyp "2 Schulen, Veranstaltungshallen", Netztyp 3
Steigestrangtyp, Leitungslängen nach Abs.6.3 mit $A_{\text{Nutz,Heizbereich}} = 1676,0 \text{ m}^2$,
Geschosshöhei.M. = 3,20 m, 1 Geschosse, $L_{\text{char}} = 80,7 \text{ m}$.Vor- / Rücklauftemperatur (Auslegung) $\theta_{\text{VA}} = 65 \text{ °C}$ / $\theta_{\text{RA}} = 50 \text{ °C}$, $T_{\text{i,Soll},<1>} = 17,0 \text{ °C}$ Wärmedurchgangszahlen U_i nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

Heizungspumpe: Differenzdruck des Verteilsystems = 137 kPa (aus Rohrleitung, Erzeuger, Wärmemengenzähler, Strangarmaturen)

Korrekturfaktoren $f_{\text{hydr. Abgleich}} = 1,00$, $f_{\text{Netzform}} = 1,00$, $f_{\text{d,Pumpenmanagement}} = 0,75$ Heizungspumpe Δp variabel, bedarfsgerecht, P_{Pumpe} unbekannt, intermittierend

	Verteilung (V)	Stränge (S)	Anbindung (A)
(1) freie Heizflächen 65 / 50°C 2-Rohr			
Leitungslängen l_i	1.650,0 m	583,2 m	690,2 m
Wärmedurchgangszahlen U_i	0,200 W/(mK)	0,255 W/(mK)	0,255 W/(mK)
Umgebungstemperaturen $\theta_{\text{I},i}$	13,0 °C	20,0 °C	20,0 °C
(2) Deckenheizung			
Leitungslängen l_i	59,6 m	6,7 m	- m
Wärmedurchgangszahlen U_i	0,200 W/(mK)	0,255 W/(mK)	0,255 W/(mK)
Umgebungstemperaturen $\theta_{\text{I},i}$	13,0 °C	20,0 °C	20,0 °C
(3) Fußbodenheizung Nasssystem			
Leitungslängen l_i	259,9 m	32,4 m	- m
Wärmedurchgangszahlen U_i	0,200 W/(mK)	0,255 W/(mK)	0,255 W/(mK)
Umgebungstemperaturen $\theta_{\text{I},i}$	13,0 °C	20,0 °C	20,0 °C
(4) freie Heizflächen 65 / 50°C 2-Rohr			
Leitungslängen l_i	927,2 m	139,4 m	127,5 m
Wärmedurchgangszahlen U_i	0,200 W/(mK)	0,255 W/(mK)	0,255 W/(mK)
Umgebungstemperaturen $\theta_{\text{I},i}$	13,0 °C	20,0 °C	20,0 °C

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

Monat	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
(1) freie Heizflächen 65 / 50°C 2-Rohr								
$\beta_{\text{h,d}}$	0,06	0,14	0,26	0,32	0,31	0,29	0,22	
$\theta_{\text{VL,av}}$ °C	26,0	30,9	36,6	39,3	39,0	38,2	34,9	
$\theta_{\text{RL,av}}$ °C	24,3	27,6	31,3	33,1	32,8	32,3	30,2	
$Q_{\text{h,d}}$ kWh	2.116	3.385	5.344	6.868	6.731	5.720	4.993	39.682
$W_{\text{h,d}}$ kWh	311	491	726	902	880	756	674	6.072
$Q_{\text{I,h,d}}$ kWh	623	1.215	2.116	2.798	2.732	2.303	1.934	15.965

Leitungsverluste $Q_{\text{h,d}} = 9,1 \%$, unregelmäßige Wärmeeinträge $Q_{\text{I,h,d}} = 3,6 \%$ Aufteilung $Q_{\text{I,h,d}}$: nach Grundflächenanteilen

(2) Deckenheizung								
$\beta_{\text{h,d}}$	0,07	0,12	0,28	0,36	0,35	0,32	0,21	
$\theta_{\text{VL,av}}$ °C	23,3	25,9	33,4	37,0	36,6	35,2	30,3	
$\theta_{\text{RL,av}}$ °C	21,9	23,6	28,7	31,2	30,8	29,9	26,6	

Horn + Horn Ingenieure Part. mbB Bauphysikalische BerechnungDoberaner Straße 155
18057 Rostock

LP5 in Abstimmung

24170 - Neubau esE Schulen Lankow
03.08.2026

Q _{h,d}	kWh	11	59	108	144	141	117	93	716
W _{h,d}	kWh	1	4	6	8	7	6	5	39
Q _{I,h,d}	kWh	0	3	9	13	12	10	7	56

Leitungsverluste Q_{h,d} = 0,2 %, unregelmäßige Wärmeeinträge Q_{I,h,d} = 0,0 %
 Aufteilung Q_{I,h,d}: nach Grundflächenanteilen

(3) Fußbodenheizung Nasssystem

β _{h,d}		0,01	0,12	0,20	0,26	0,24	0,22	0,13
θ _{VL,av}	°C	17,4	19,6	21,1	22,3	21,9	21,6	19,8
θ _{RL,av}	°C	17,2	18,6	19,5	20,2	20,0	19,8	18,7

Q _{h,d}	kWh	37	65	149	203	195	163	124	991
W _{h,d}	kWh	9	18	46	65	62	51	36	309
Q _{I,h,d}	kWh	-4	-2	1	5	4	2	-2	-3

Leitungsverluste Q_{h,d} = 0,2 %, unregelmäßige Wärmeeinträge Q_{I,h,d} = 0,0 %
 Aufteilung Q_{I,h,d}: nach Grundflächenanteilen

(4) freie Heizflächen 65 / 50°C 2-Rohr

β _{h,d}		0,01	0,12	0,20	0,26	0,24	0,22	0,13
θ _{VL,av}	°C	18,8	26,2	30,7	33,8	32,9	32,1	26,8
θ _{RL,av}	°C	18,2	23,3	26,4	28,6	28,0	27,4	23,8

Q _{h,d}	kWh	170	529	1.346	1.914	1.816	1.504	1.032	8.688
W _{h,d}	kWh	7	13	27	34	33	28	21	180
Q _{I,h,d}	kWh	-19	69	226	353	327	265	141	1.370

Leitungsverluste Q_{h,d} = 2,0 %, unregelmäßige Wärmeeinträge Q_{I,h,d} = 0,3 %
 Aufteilung Q_{I,h,d}: nach Grundflächenanteilen

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

Belastungsgrad der Wärmeverteilung β_{h,d} nach Gl.9

Q_{h,d} = Wärmeverluste des Rohrnetzes = Σ l_i * U_i (θ_{HK,m} - θ_{I,i}) * t_{h,rL,i} / 1000 [kWh] (Gl.52)

Q_{I,h,d} = Wärmeeinträge in Zonen mit innen liegenden Leitungen

W_{h,d} = W_{h,d,hydr} * e_{h,d,aux} = Hilfsenergiebedarf der Heizungsanlage (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) freie Heizflächen 65 / 50°C 2-Rohr

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

Q _{h,out} *	kWh	17.942	42.785	75.233	98.189	95.839	81.504	69.293	554.116
----------------------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------

(2) Deckenheizung

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

Q _{h,out} *	kWh	61	414	879	1.190	1.157	955	716	5.747
----------------------	-----	----	-----	-----	-------	-------	-----	-----	-------

(3) Fußbodenheizung Nasssystem

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

Q _{h,out}	kWh	257	1.981	4.625	6.260	5.837	4.899	3.135	28.332
--------------------	-----	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

(4) freie Heizflächen 65 / 50°C 2-Rohr

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

Q _{h,out}	kWh	380	2.403	5.759	7.901	7.393	6.182	3.998	35.646
--------------------	-----	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

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

13.7 Heizwärmepufferspeicher

nicht vorgesehen

13.8 solare Heizungsunterstützung

nicht vorgesehen

13.9 Heizungswärmepumpen

nicht vorgesehen

13.10 Konventionelle Heizwärmeerzeuger

Heizbereiche (1) (2) (3) (4)

(1) "freie Heizflächen 65 / 50°C 2-Rohr", Zonen 3/4/5/6/7/8/9/10/11/12/13/14/15/16/18/19 ($A_{NGF} = 5.333 \text{ m}^2$)
 Heizung Fern- und Nahwärme, Warmwasser 105°C
 Fernwärmestation $P_n = 66,5 \text{ KW}$ (Nah-/Fernwärme HW, erneuerbar), $f_p = 0,29$
 Temperatur der Sekundärseite der FW-Hausstation $\theta_{sec,DS} = \theta_{HK,m}$ (monatlich)
 Umgebungstemperatur am Aufstellort $T_u 13,0 \text{ °C}$, Dämmklasse nach EN 12828 = 4
 Wärmeverlust $Q_{h,gen}$ der Fernwärme-Hausstation nach Gl.242 ff

(2) "Deckenheizung", Zonen 17 ($A_{NGF} = 85 \text{ m}^2$)
 Heizung Fern- und Nahwärme, Warmwasser 105°C
 Fernwärmestation $P_n = 66,5 \text{ KW}$ (Nah-/Fernwärme HW, erneuerbar), $f_p = 0,29$
 Temperatur der Sekundärseite der FW-Hausstation $\theta_{sec,DS} = \theta_{HK,m}$ (monatlich)
 Umgebungstemperatur am Aufstellort $T_u 13,0 \text{ °C}$, Dämmklasse nach EN 12828 = 4
 Wärmeverlust $Q_{h,gen}$ der Fernwärme-Hausstation nach Gl.242 ff

(3) "Fußbodenheizung Nasssystem", Zonen 1/2 ($A_{NGF} = 1.676 \text{ m}^2$)
 Heizung mit einem konventionellen Wärmeerzeuger
 Fernwärmestation $P_n = 66,5 \text{ KW}$ (Nah-/Fernwärme), $f_p = 0,29$
 Temperatur der Sekundärseite der FW-Hausstation $\theta_{sec,DS} = \theta_{HK,m}$ (monatlich)
 Umgebungstemperatur am Aufstellort $T_u 13,0 \text{ °C}$, Dämmklasse nach EN 12828 = 4
 Wärmeverlust $Q_{h,gen}$ der Fernwärme-Hausstation nach Gl.242 ff

(4) "freie Heizflächen 65 / 50°C 2-Rohr", Zonen 1/2 ($A_{NGF} = 1.676 \text{ m}^2$)
 Heizung Fern- und Nahwärme, Warmwasser 105°C
 Fernwärmestation $P_n = 34,8 \text{ KW}$ (Nah-/Fernwärme HW, fossil), $f_p = 0,29$
 Temperatur der Sekundärseite der FW-Hausstation $\theta_{sec,DS} = \theta_{HK,m}$ (monatlich)
 Umgebungstemperatur am Aufstellort $T_u 13,0 \text{ °C}$, Dämmklasse nach EN 12828 = 4
 Wärmeverlust $Q_{h,gen}$ der Fernwärme-Hausstation nach Gl.242 ff

$$Q_{h,f} = Q_{h,outg} + Q_{h,gen} = \text{Endenergiebedarf der Wärmeerzeugung}$$

$$W_{h,gen} = \text{Hilfsenergiebedarf nach Gl.192}$$

$$Q_{I,h,gen} = \text{ungeregelte Wärmeeinträge durch Wärmeerzeuger in der thermischen Hülle, Gl.191}$$

(1) freie Heizflächen 65 / 50°C 2-Rohr

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

$Q_{h,outg}$	kWh	17.942	42.785	75.233	98.189	95.839	81.504	69.293	554.116
$Q_{h,gen}$	kWh	70	74	74	78	78	70	76	830

$Q_{h,f}$	kWh	18.012	42.859	75.307	98.267	95.916	81.574	69.369	554.946
$W_{h,gen}$	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-

Horn + Horn Ingenieure Part. mbB Bauphysikalische BerechnungDoberaner Straße 155
18057 Rostock

LP5 in Abstimmung

24170 - Neubau esE Schulen Lankow
03.08.2026

(2) Deckenheizung

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Q _{h,outg}	kWh	61	414	879	1.190	1.157	955	716	5.747
Q _{h,gen}	kWh	69	72	73	77	76	69	74	812
Q _{h,f}	kWh	130	486	952	1.266	1.233	1.024	790	6.559
W _{h,gen}	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-

(3) Fußbodenheizung Nasssystem

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Q _{h,outg}	kWh	257	1.981	4.625	6.260	5.837	4.899	3.135	28.332
Q _{h,gen}	kWh	66	69	68	70	70	63	69	773
Q _{h,f}	kWh	324	2.051	4.693	6.331	5.907	4.962	3.204	29.105
W _{h,gen}	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-

(4) freie Heizflächen 65 / 50°C 2-Rohr

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Q _{h,outg}	kWh	380	2.403	5.759	7.901	7.393	6.182	3.998	35.646
Q _{h,gen}	kWh	54	58	58	61	60	54	58	643
Q _{h,f}	kWh	434	2.461	5.817	7.962	7.453	6.236	4.057	36.289
W _{h,gen}	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-

13.11 Endenergie Heizwärme

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Q _{h,f}	kWh	18.899	47.856	86.769	113.825	110.510	93.795	77.420	626.898
W _h	kWh	328	527	804	1.009	982	841	736	6.599
Nah-/Fernw	kWh	18.142	43.345	76.259	99.533	97.150	82.597	70.159	561.504
Nah-/Fernw	kWh	324	2.051	4.693	6.331	5.907	4.962	3.204	29.105
Nah-/Fernw	kWh	434	2.461	5.817	7.962	7.453	6.236	4.057	36.289
Q _{I,h,<1>}	kWh/d	-	1,3	4,3	6,6	6,1	5,5	2,6	
Q _{I,h,<2>}	kWh/d	-	0,9	3,2	4,9	4,5	4,1	1,9	
Q _{I,h,<3>}	kWh/d	1,7	3,3	5,9	7,6	7,4	6,9	5,2	
Q _{I,h,<4>}	kWh/d	0,2	0,5	0,8	1,1	1,1	1,0	0,7	
Q _{I,h,<5>}	kWh/d	1,5	2,9	5,1	6,6	6,4	6,0	4,6	
Q _{I,h,<6>}	kWh/d	0,3	0,5	1,0	1,3	1,2	1,2	0,9	
Q _{I,h,<7>}	kWh/d	0,2	0,4	0,8	1,0	1,0	0,9	0,7	
Q _{I,h,<8>}	kWh/d	1,0	1,8	3,2	4,2	4,1	3,8	2,9	
Q _{I,h,<9>}	kWh/d	0,2	0,3	0,6	0,7	0,7	0,7	0,5	
Q _{I,h,<10>}	kWh/d	0,5	0,9	1,7	2,2	2,1	2,0	1,5	
Q _{I,h,<11>}	kWh/d	0,2	0,4	0,8	1,0	1,0	0,9	0,7	
Q _{I,h,<12>}	kWh/d	2,0	3,7	6,6	8,5	8,3	7,7	5,9	
Q _{I,h,<13>}	kWh/d	0,6	1,1	2,0	2,5	2,5	2,3	1,7	
Q _{I,h,<14>}	kWh/d	7,4	14,0	25,2	32,3	31,5	29,5	22,3	
Q _{I,h,<15>}	kWh/d	2,6	4,9	8,9	11,4	11,1	10,4	7,9	
Q _{I,h,<16>}	kWh/d	0,2	0,4	0,6	0,8	0,8	0,7	0,6	
Q _{I,h,<17>}	kWh/d	0,0	0,1	0,3	0,4	0,4	0,4	0,2	
Q _{I,h,<18>}	kWh/d	0,8	1,5	2,8	3,5	3,4	3,2	2,4	
Q _{I,h,<19>}	kWh/d	1,3	2,5	4,4	5,7	5,6	5,2	3,9	

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} = unregelmäßige 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

Unregelmäßige 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 38,60 kWp, quadratmeterbezogen 38,60 / (7093,6) = 0,005 kWp/m²

PV-Module West 30° Standort Deutschland (Potsdam)

weitere PV-Module, 37,35 kWp, Ost 10°

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

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

Strombedarf für Beleuchtung Hilfsenergie

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Strombedarf kWh		7.240	7.748	7.894	8.457	8.275	7.341	7.862	91.041
Stromangebot kWh		4.556	2.801	1.107	629	1.029	1.446	3.564	52.492
anrechenbar kWh		4.556	2.801	1.107	629	1.029	1.446	3.564	50.002

Jahres-Stromproduktion = 52.492 kWh/a, Strombedarf = 91.041 kWh/a, anrechenbar = 50.002 kWh/a

14.2 Energiebedarf nach Energieträgern

Energieträger	Prozessbereich	Zonen	Endenergie kWh/a	f_P	$f_{HS/Hi}$	Q_P kWh/a
Nah-/Fernwär	Warmwasser	11/	28.387	0,29	1,00	8.232
Nah-/Fernwär	Heizwärme	*	561.504	0,29	1,00	162.836
Nah-/Fernwär	Heizwärme	1/2/	29.105	0,29	1,00	8.440
Nah-/Fernwär	Heizwärme	1/2/	36.289	0,29	1,00	10.524
Strom-Mix	Beleuchtung	**	33.305	1,80	1,00	59.949
Strom-Mix	Hilfsenergie		57.736	1,80	1,00	103.924
Strom-Mix	Stromgutschrift		-50.002	1,80	1,00	-90.004
Σ [kWh/Jahr]			696.323			263.901

* = 3/4/5/6/7/8/9/10/11/12/13/14/15/16/17/18/19/

** = 1/2/3/4/5/6/7/8/9/10/11/12/13/14/15/16/17/18/19/

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

Jahres-Primärenergiebedarf $q_P = 263.901 / 7.094 = 37,2$ kWh/(m²a) ($\Sigma A_{NGF} = 7.094$ m²)

Endenergie brennwertbezogen = 696.323 kWh/a = Jahressummen aus den Prozessbereichen

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

Endenergiebedarf: Hilfsenergie 8,1 kWh/(m²a), Nah-/Fernwärme HW, erneuerbar 83,2 kWh/(m²a),

Nah-/Fernwärme 4,1 kWh/(m²a), Nah-/Fernwärme HW, fossil 5,1 kWh/(m²a), Strom-Mix 4,7 kWh/(m²a),

Stromgutschrift [Strom-Mix] -7,0 kWh/(m²a)

Treibhausgasemissionen (CO₂)

Energieträger	Endenergie kWh/a	Emissionsfaktor g CO ₂ /kWh	Emissionen kg/a	kg/ (m ² a)
Nah-/Fernwärme HW, e	28.387	60	1.703	
Nah-/Fernwärme HW, e	561.504	60	33.690	
Nah-/Fernwärme	29.105		-	
Nah-/Fernwärme HW, f	36.289	400	14.516	
Strom-Mix	33.305	560	18.651	
Strom-Mix	57.736	560	32.332	
Strom aus PV	-	135	-6.760	
	746.326		94.133	13,3

Emissionsfaktoren nach GEG 2020, Anlage 9, Endenergiebedarf heizwertbezogen

Gutschrift für PV-Strom = - 100892,3 / 746326,0 * 50002 = -6.760 kWh/a (GEG A9, Abs.1g)

14.3 Endenergiebedarf nach Zonen

siehe Abschnitt		RLT 9	Beleucht. 10	Klima 11	Warmwasser 12	Heizung 13	Summe
Zone	m ²	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a
Verkehrsflächen	962	-	1.698	-	-	49.306	51.004
Verkehrsflächen Z	714	-	2.137	-	-	16.087	18.224
WC/Sanitär Zu-/Ab	447	-	2.082	-	-	37.071	39.154
WC/Sanitär Abluft	63	-	313	-	-	21.143	21.457
Büro	391	-	2.895	-	-	43.845	46.740
Technik/Lager Abl	75	-	33	-	-	4.218	4.251
Technik/Lager Zu-	61	-	30	-	-	1.998	2.028
Technik/Lager	246	-	98	-	-	12.763	12.861
Serverraum	44	-	909	-	-	-	909
Lehrküche	127	-	1.129	-	-	39.907	41.036
Küche 1.46/1.47 Z	58	-	1.314	-	28.387	7.103	36.804
Küche/Gr.-Diff	500	-	2.841	-	-	72.701	75.542
Mensa Zu-/Abluft	150	-	553	-	-	5.827	6.380
Unterricht Zu-/Ab	1.912	-	5.156	-	-	216.207	221.362
Aufenthalt Zu-/Ab	670	-	4.110	-	-	39.069	43.179
Therapieraum/Sani	50	-	823	-	-	9.823	10.646
Sportraum Zu-/Abl	85	-	748	-	-	6.559	7.307
Mehrzweckraum	207	-	1.463	-	-	16.595	18.059
Stadtbibliothek	335	-	4.973	-	-	26.693	31.666
Gebäude	7.094	-	33.305	-	28.387	626.902	688.595

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/m ² a	Beleucht. kWh/m ² a	Klima kWh/m ² a	Warmwasser kWh/m ² a	Heizung kWh/m ² a	Summe kWh/m ² a
Nutzenergiebedarf	7,2	4,7	0,0	6,6	78,3	96,8
Endenergiebedarf	7,2	4,7	0,0	4,0	89,3	105,2
Primärenergiebedarf	13,0	8,5	0,0	1,2	27,3	49,9

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

15.0 Nachweise

für ein neu errichtetes Gebäude

Referenzberechnung = "24170-lp4-bkr-20250827-Referenz2020"

15.1 Nachweis der thermischen Hülle

Grenzwerte für Nichtwohngebäude nach GEG '20 siehe "2.3 Begrenzung der U-Werte"

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

15.2 Nachweis des Primärenergiebedarfs

Höchstwert des grundflächenbezogenen Jahres-Primärenergiebedarfs nach GEG '20, § 18

zul $q_{P,REF} = 163,6 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$, aus der Referenzberechnung

zul $q_P = 163,6 - 45\% = 90,0 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$, geforderte Unterschreitung nach GEG §18 und GEG-Novelle 2023 / 2024

vorh $q_P = 263.901 / 7093,6 = 37,2 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

vorh $q_P = 37,2 \leq 90,0 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$, **Grenzwert wird eingehalten**

15.8 Nachweis der Nutzung erneuerbarer Energien

Nachweis 65% Erneuerbare

Anforderungen an die Heizungsanlage nach GEG 2024, §71

Heizungsanlagen müssen die benötigte Wärme zu mindestens 65% aus erneuerbaren Energien erzeugen

benötigte Wärme im Gebäude 655.285 kWh/a

genutzte erneuerbare Energien

1. aus thermischen Solaranlagen	- kWh/a
2. aus elektrischen Wärmepumpen	- kWh/a
3. aus gasmotorischen Wärmepumpen	- kWh/a
4. aus Stromdirektheizung	- kWh/a
5. aus unvermeidbarer Abwärme	- kWh/a
6. aus Wärmenetzen	655.285 kWh/a
7. aus Biomasse / Wasserstoff	- kWh/a

Summe erneuerbare Energien	655.285 kWh/a	100 %
----------------------------	---------------	-------

erzielter Deckungsanteil für erneuerbare Energie $DA_{EE} = 655284,9/655285,0 \cdot 100 = 100\%$
(Entwurf Bbl.2 Gl.5)

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

17.0 Nutzung von erneuerbaren Energien*17.1 Nutzung von erneuerbaren Energien nach GEG 2020*

Nachweis für privat genutzte Gebäude

Wärme- und Kälteenergiebedarf = 655285 + 0 + 0 = 655.285 kWh/Jahr (mit Solar-, Umweltenergie- und Abwärmenutzung)

darin enthaltene Deckungsanteile aus erneuerbaren Energiequellen oder Ersatzmaßnahmen genutzte Fernwärme zu 15% aus erneuerbarer Energie

Energiequelle	Energieertrag kWh/a	Deckungsanteil		Nutzungs- anteil
		erzielt	gefordert	
Fernwärme [Warmwasser] [He	655.285	15,0 %	50,0 %	30,0 %
PV-Strom [PV-Strom]	50.002	7,6 %	15,0 %	50,7 %
				80,7 %

Maßnahmen zur Einsparung von Energie

Nachweis mit $HT'_{\text{Grenzwert}} = HT'_{\text{Referenzberechnung}}$, ohne Nachweis der QP-Unterschreitung

		Grenzwert	erzielt	Unterschreitung		Nutzungs- anteil
				erzielt	gefordert	

HT'- Wert	W/(m²K)	0,45	0,37	18,2 %	15,0 %	121,6 %
-----------	---------	------	------	--------	--------	---------

erreichter Nutzungsanteil, Summe = 202,2 % ≥ Nutzungspflichtanteil = 100 %

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

20.0 Bundesförderprogramme (BEG)

Bundesförderprogramme für den Neubau von Nichtwohngebäuden

Technische Mindestanforderungen zum Programm:

Bundesförderung für effiziente NWG-Neubauten, Effizienzgebäude BEG NWG 2023, Energie- und CO₂-Einsparung bezogen auf 55% der Referenzwerte, Effizienzgebäude NT-ready mit 55°C Vorlauftemperatur

Referenzberechnung = "24170-lp4-bkr-20250827-Referenz2020"

	Primärenergiebedarf Q _p '	----- mittlere U-Werte -----					
		Opake Fenster	Vorhf.	Oberfl.			
	kWh/(m²a)	W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)		
Referenzberechnung	100 %	163,6					
erreicht Ti >= 19°C	23 %	37,2	0,18	0,95			
Effizienzgebäude 55	55 %	90,0	0,22	1,20	1,20	2,00	OK
Effizienzgebäude 40	40 %	65,4	0,18	1,00	1,00	1,60	OK
erreicht Ti < 19°C	23 %	37,2	0,17	1,00			
Effizienzgebäude 55	55 %	90,0	0,28	1,50	1,50	2,50	OK
Effizienzgebäude 40	40 %	65,4	0,24	1,30	1,30	2,00	OK

EE-Paket NWG (Nutzung Erneuerbarer Energien)

vorhandene Nutzung erneuerbarer Energien im Gebäude durch die Prozesse: PV-Strom [PV-Strom]

Für die EE-Klasse ist ab 2023 der Einsatz einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung verpflichtend.

EE_{genutzt} = - kWh/JahrEE_{soll} = 0,65 * 655285 = 425.935 kWh/Jahr (65% des Wärme- und Kältebedarfs)EE_{genutzt} < EE_{soll} (65%), die Anforderung für das EE-Paket wird nicht erfüllt

NH-Paket (Nachhaltigkeitszertifikat)

Eine anerkannte Nachhaltigkeitszertifizierung nach BMI **liegt vor**Das Förderniveau **Effizienzgebäude 40 NH** wird erreicht.

E. Energetische Bewertung von Gebäuden (Referenzgebäude)**Projekt: 24170 Neubau esE Schulen Lankow - LPH5**

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 "24170-lp4-bkr-20250827-Referenz2020"

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

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

1.0 Geplante Gebäudezonen (DIN V 18599-1)Betrachtungsmonat Januar, $\vartheta_e = 1,0$ °C

Zone	Typ	t_{nutz} d/a	ϑ_i °C	$\vartheta_{i,WE}$ °C	A_{NGF} m ²	V_i m ³
Verkehrsflächen	219 Verkehrsfläc	250	16,2	14,0	962	3185
Verkehrsflächen Zu-/Abluft	219 Verkehrsfläc	250	16,4	14,4	714	2130
WC/Sanitär Zu-/Abluft	216 WC und Sanit	250	19,9	17,6	447	1383
WC/Sanitär AbluftWC/Sanitär	216 WC und Sanit	250	19,9	17,4	63	188
Büro	202 Gruppenbüro	250	20,0	17,3	391	1172
Technik/Lager Abluft	220 Lager, Techn	250	16,2	14,1	75	226
Technik/Lager Zu-/Abluft	220 Lager, Techn	250	16,4	14,4	61	182
Technik/Lager	220 Lager, Techn	250	16,2	14,0	246	654
Serverraum	221 Rechenzentrum	365	21,0		44	118
Lehrküche	215 Küche - Vorb	300	20,1	17,3	127	381
Küche 1.46/1.47 Zu-/Abluft	214 Küchen in Ni	300	20,0	17,5	58	173
Küche/Gr.-Diff	217 Sonstige Auf	250	19,9	17,3	500	1499
Mensa Zu-/Abluft	212 Kantine	250	19,5	17,6	150	451
Unterricht Zu-/Abluft	208 Klassenzimme	200	19,5	17,4	1912	5735
Aufenthalt Zu-/Abluft	217 Sonstige Auf	250	19,9	17,4	670	2010
Therapieraum/Sanität	237 Untersuchung	250	22,0	22,0	50	150
Sportraum Zu-/Abluft	231 Turnhalle (o	250	18,4	15,7	85	254
Mehrzweckraum	217 Sonstige Auf	250	19,9	17,4	207	621
Stadtbibliothek	229 Bibliothek	300	20,1	17,4	335	1005
					7.094	21.515

Gebäude, $A_{NGF} = 7093,6$ m², $n_G = 4$ 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 Nachtab senkung 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 (U_{max}-Nachweis) GEG § 19

Hüllfläche	Zone	A m ²	U W/(m ² K)	F _x	Anmerkungen	H _T W/K
i»¿F 0 Fbw	W 8:0	13,2	0,350	0,60 F _{bw}	50 13	2,8
F 1 Fbw	S 8:1	27,6	0,350	0,60 F _{bw}	50 13	5,8
F 2 FG	- 8:2	87,1	0,350	0,50 F _G	50 15 26	15,2
F 3 Fbw	W 2:3	26,3	0,350	0,60 F _{bw}	50 13	5,5
F 4 FG	- 2:4	28,4	0,350	0,50 F _G	50 15 26	5,0
F 5 Fbw	O 8:5	31,0	0,350	0,60 F _{bw}	50 13	6,5
F 6 FF	O 8:6	4,1	1,900	1,00 F _F	50 02	7,8
F 7 Fbw	N 9:7	27,6	0,350	0,60 F _{bw}	51 13	5,8
F 8 Fbw	W 9:8	13,1	0,350	0,60 F _{bw}	51 13	2,8
F 9 FG	- 9:9	29,8	0,350	0,50 F _G	51 15 26	5,2
F 10 Fbw	O 1:10	8,6	0,350	0,60 F _{bw}	50 13	1,8
F 11 FG	- 1:11	18,1	0,350	0,50 F _G	50 15 26	3,2
F 12 FAW	S 5:12	61,9	0,280	1,00 F _{AW}	51 02	17,3
F 13 FAW	O 5:13	98,3	0,280	1,00 F _{AW}	51 02	27,5
F 14 FF	S 5:14	22,5	1,300	1,00 F _F	51 02	29,3
F 15 FG	- 5:15	293,7	0,350	0,35 F _G	51 14 25	36,0
F 16 FAW	S 8:16	58,5	0,350	1,00 F _{AW}	50 02	20,5
F 17 FG	- 8:17	74,9	0,350	0,35 F _G	50 25 14	9,2
F 18 FAW	W 4:18	24,4	0,280	1,00 F _{AW}	51 02	6,8
F 19 FAW	S 4:19	8,8	0,280	1,00 F _{AW}	51 02	2,5
F 20 FF	W 4:20	6,0	1,300	1,00 F _F	51 02	7,9
F 21 Tuer	S 4:21	2,6	1,800	1,00 F _{AW}	51 02	4,6
F 22 FG	- 4:22	6,9	0,350	0,35 F _G	51 25 14	0,8
F 23 FAW	W 3:23	34,1	0,280	1,00 F _{AW}	51 02	9,6
F 24 FF	W 3:24	13,4	1,300	1,00 F _F	51 02	17,5
F 25 FG	- 3:0	81,2	0,350	0,35 F _G	51 25 14	9,9
F 26 FG	- 19:0	64,1	0,350	0,35 F _G	51 74 25 14	7,8
F 27 FG	- 19:0	32,3	0,350	0,35 F _G	51 25 14	4,0
F 28 FG	- 15:0	43,4	0,350	0,35 F _G	51 74 25 14	5,3
F 29 FAW	W 6:0	37,7	0,350	1,00 F _{AW}	50 02	13,2
F 30 FF	W 6:0	6,0	1,900	1,00 F _F	50 02	11,4
F 31 FG	- 6:0	24,8	0,350	0,35 F _G	50 25 14	3,0
F 32 FAW	O 18:0	25,0	0,280	1,00 F _{AW}	51 02	7,0
F 33 FF	O 18:0	14,0	1,300	1,00 F _F	51 02	18,2
F 34 FG	- 18:0	110,0	0,350	0,35 F _G	51 74 25 14	13,5
F 35 FG	- 18:0	129,7	0,350	0,35 F _G	51 25 14	15,9
F 36 FD	- 18:0	94,9	0,200	1,00 F _D	51 02	19,0
F 37 FAW	O 1:0	95,5	0,350	1,00 F _{AW}	50 02	33,4
F 38 FF	O 1:0	90,4	1,900	1,00 F _F	50 02	171,8
F 39 FG	- 1:0	418,4	0,350	0,35 F _G	50 25 14	51,3
F 40 FF	O 5:0	42,8	1,300	1,00 F _F	51 02	55,6
F 41 FG	- 5:0	40,4	0,350	0,35 F _G	51 74 25 14	4,9
F 42 FAW	O 17:0	10,0	0,280	1,00 F _{AW}	51 02	2,8
F 43 FF	O 17:0	5,3	1,300	1,00 F _F	51 02	6,9
F 44 FG	- 17:0	17,4	0,350	0,35 F _G	51 74 25 14	2,1
F 45 FG	- 17:0	80,6	0,350	0,35 F _G	51 25 14	9,9
F 46 FG	- 8:0	42,7	0,350	0,35 F _G	50 74 25 14	5,2
F 47 FG	- 9:0	20,6	0,350	0,35 F _G	51 74 25 14	2,5
F 48 FG	- 7:0	54,3	0,350	0,35 F _G	50 74 25 14	6,6
F 49 FAW	S 1:0	95,6	0,350	1,00 F _{AW}	50 02	33,5

Horn + Horn Ingenieure Part. mbB Bauphysikalische BerechnungDoberaner Straße 155
18057 Rostock

LP5 in Abstimmung

24170 - Neubau esE Schulen Lankow
03.08.2026

F 50 FF	S 1:0	64,6	1,900	1,00	F _F	50 02	122,8
F 51 FAW	S 1:0	17,4	0,350	1,00	F _{AW}	50 02	6,1
F 52 FG	- 1:0	77,7	0,350	0,35	F _G	50 74 25 14	9,5
F 53 Tuer	- 1:0	11,3	2,900	1,00	F _{AW}	50 02	32,6
F 54 FAW	S 8:0	10,5	0,350	1,00	F _{AW}	50 02	3,7
F 55 Tuer	- 8:0	6,4	2,900	1,00	F _{AW}	50 02	18,5
F 56 FAW	W 8:0	12,2	0,350	1,00	F _{AW}	50 02	4,3
F 57 FF	S 8:0	7,3	1,900	1,00	F _F	50 02	13,8
F 58 FAW	W 8:0	12,2	0,350	1,00	F _{AW}	50 02	4,3
F 59 FAW	W 5:0	60,3	0,280	1,00	F _{AW}	51 02	16,9
F 60 FF	W 5:0	32,5	1,300	1,00	F _F	51 02	42,3
F 61 FAW	W 5:0	15,8	0,280	1,00	F _{AW}	51 02	4,4
F 62 FAW	N 10:0	26,6	0,280	1,00	F _{AW}	51 02	7,4
F 63 FF	N 10:0	14,0	1,300	1,00	F _F	51 02	18,2
F 64 FAW	N 10:0	12,6	0,280	1,00	F _{AW}	51 02	3,5
F 65 FG	- 10:0	40,1	0,350	0,35	F _G	51 74 25 14	4,9
F 66 FG	- 10:0	106,8	0,350	0,35	F _G	51 25 14	13,1
F 67 FG	- 3:0	58,0	0,350	0,35	F _G	51 74 25 14	7,1
F 68 FAW	N 3:0	39,2	0,280	1,00	F _{AW}	51 02	11,0
F 69 FAW	W 1:0	127,4	0,350	1,00	F _{AW}	50 02	44,6
F 70 FF	W 1:0	171,5	1,900	1,00	F _F	50 02	325,9
F 71 FAW	S 13:0	19,0	0,280	1,00	F _{AW}	51 02	5,3
F 72 FF	S 13:0	12,0	1,300	1,00	F _F	51 02	15,6
F 73 FAW	S 13:0	0,6	0,280	1,00	F _{AW}	51 02	0,2
F 74 FG	- 13:0	134,1	0,350	0,35	F _G	51 74 25 14	16,4
F 75 FG	- 13:0	39,8	0,350	0,35	F _G	51 25 14	4,9
F 76 FAW	S 18:0	23,2	0,280	1,00	F _{AW}	51 02	6,5
F 77 FAW	W 18:0	18,5	0,280	1,00	F _{AW}	51 02	5,2
F 78 FF	S 18:0	9,2	1,300	1,00	F _F	51 02	11,9
F 79 FF	W 18:0	18,5	1,300	1,00	F _F	51 02	24,1
F 80 FG	- 7:0	7,7	0,350	0,35	F _G	50 25 14	0,9
F 81 FF	N 3:0	6,3	1,300	1,00	F _F	51 02	8,2
F 82 Tuer	- 3:0	2,5	1,800	1,00	F _{AW}	51 02	4,5
F 83 FAW	N 15:0	81,3	0,280	1,00	F _{AW}	51 02	22,8
F 84 FF	N 15:0	42,0	1,300	1,00	F _F	51 02	54,6
F 85 FAW	N 15:0	18,0	0,280	1,00	F _{AW}	51 02	5,0
F 86 FG	- 15:0	97,5	0,350	0,35	F _G	51 25 14	11,9
F 87 FAW	N 11:0	8,3	0,280	1,00	F _{AW}	51 02	2,3
F 88 FF	N 11:0	6,1	1,300	1,00	F _F	51 02	8,0
F 89 FAW	N 11:0	2,2	0,280	1,00	F _{AW}	51 02	0,6
F 90 FG	- 11:0	41,1	0,350	0,35	F _G	51 74 25 14	5,0
F 91 FG	- 11:0	25,8	0,350	0,35	F _G	51 25 14	3,2
F 92 FAW	SW 11:0	4,0	0,280	1,00	F _{AW}	51 02	1,1
F 93 FF	O 1:0	18,2	1,900	1,00	F _F	50 02	34,6
F 94 Tuer	- 1:0	3,4	2,900	1,00	F _{AW}	50 02	9,9
F 95 FAW	O 8:0	36,1	0,350	1,00	F _{AW}	50 02	12,6
F 96 FF	O 8:0	12,7	1,900	1,00	F _F	50 02	24,1
F 97 FG	- 4:0	13,8	0,350	0,35	F _G	51 74 25 14	1,7
F 98 FAW	S 14:0	185,2	0,280	1,00	F _{AW}	51 02	51,8
F 99 FF	S 14:0	79,6	1,300	1,00	F _F	51 02	103,5
F 100 FAW	S 14:0	45,6	0,280	1,00	F _{AW}	51 02	12,8
F 101 FG	- 14:0	74,9	0,350	0,35	F _G	51 74 25 14	9,2
F 102 FG	- 14:0	120,5	0,350	0,35	F _G	51 25 14	14,8
F 103 FAW	S 15:0	65,1	0,280	1,00	F _{AW}	51 02	18,2
F 104 FAW	SW 15:0	7,9	0,280	1,00	F _{AW}	51 02	2,2
F 105 FF	S 15:0	36,0	1,300	1,00	F _F	51 02	46,8
F 106 FAW	SW 15:0	3,4	0,280	1,00	F _{AW}	51 02	0,9
F 107 Tuer	S 1:0	7,8	2,900	1,00	F _{AW}	50 02	22,6
F 108 FAW	S 5:0	6,2	0,280	1,00	F _{AW}	51 02	1,7
F 109 FAW	W 15:0	37,0	0,280	1,00	F _{AW}	51 02	10,4
F 110 FF	W 15:0	20,0	1,300	1,00	F _F	51 02	26,0

Horn + Horn Ingenieure Part. mbB Bauphysikalische BerechnungDoberaner Straße 155
18057 Rostock

LP5 in Abstimmung

24170 - Neubau esE Schulen Lankow
03.08.2026

F 111	FAW	W 15:0	14,8	0,280	1,00	F _{AW}	51 02	4,1
F 112	FAW	N 8:0	6,9	0,350	1,00	F _{AW}	50 02	2,4
F 113	FF	N 8:0	4,1	1,900	1,00	F _F	50 02	7,8
F 114	FAW	N 8:0	2,8	0,350	1,00	F _{AW}	50 02	1,0
F 115	FAW	N 14:0	291,7	0,280	1,00	F _{AW}	51 02	81,7
F 116	FF	N 14:0	141,9	1,300	1,00	F _F	51 02	184,4
F 117	FAW	N 14:0	123,2	0,280	1,00	F _{AW}	51 02	34,5
F 118	FAW	N 12:0	99,5	0,280	1,00	F _{AW}	51 02	27,8
F 119	FF	N 12:0	54,0	1,300	1,00	F _F	51 02	70,2
F 120	FAW	N 12:0	33,9	0,280	1,00	F _{AW}	51 02	9,5
F 121	FG	- 12:0	2,7	0,350	0,35	F _G	51 74 25 14	0,3
F 122	FG	- 12:0	57,5	0,350	0,35	F _G	51 25 14	7,0
F 123	FAW	O 10:0	27,8	0,280	1,00	F _{AW}	51 02	7,8
F 124	FF	O 10:0	18,0	1,300	1,00	F _F	51 02	23,4
F 125	FAW	O 5:0	12,6	0,280	1,00	F _{AW}	51 02	3,5
F 126	FG	- 2:0	212,2	0,350	0,35	F _G	50 74 25 14	26,0
F 127	FG	- 2:0	0,3	0,350	0,35	F _G	50 25 14	0,0
F 128	FAW	S 19:0	50,9	0,280	1,00	F _{AW}	51 02	14,2
F 129	FF	S 19:0	8,0	1,300	1,00	F _F	51 02	10,4
F 130	FAW	S 19:0	4,9	0,280	1,00	F _{AW}	51 02	1,4
F 131	FD	- 19:0	291,5	0,200	1,00	F _D	51 02	58,3
F 132	FD	- 19:0	26,2	0,200	1,00	F _D	51 02	5,2
F 133	FAW	S 12:0	53,6	0,280	1,00	F _{AW}	51 02	15,0
F 134	FF	S 12:0	30,2	1,300	1,00	F _F	51 02	39,3
F 135	FAW	S 12:0	15,1	0,280	1,00	F _{AW}	51 02	4,2
F 136	FD	- 12:0	18,3	0,200	1,00	F _D	51 02	3,7
F 137	FAW	W 4:0	6,7	0,280	1,00	F _{AW}	51 02	1,9
F 138	FD	- 4:0	13,0	0,200	1,00	F _D	51 02	2,6
F 139	FAW	W 6:0	2,6	0,350	1,00	F _{AW}	50 02	0,9
F 140	FD	- 6:0	4,2	0,350	1,00	F _D	50 02	1,5
F 141	FD	- 5:0	14,4	0,200	1,00	F _D	51 02	2,9
F 142	FAW	O 1:0	3,8	0,350	1,00	F _{AW}	50 02	1,3
F 143	FD	- 1:0	33,1	0,350	1,00	F _D	50 02	11,6
F 144	DOB	- 1:0	5,8	1,900	1,00	F _F	50 02	10,9
F 145	FAW	O 14:0	284,1	0,280	1,00	F _{AW}	51 02	79,5
F 146	FF	O 14:0	151,8	1,300	1,00	F _F	51 02	197,4
F 147	FAW	O 14:0	106,4	0,280	1,00	F _{AW}	51 02	29,8
F 148	FD	- 14:0	101,4	0,200	1,00	F _D	51 02	20,3
F 149	FAW	S 15:0	20,1	0,280	1,00	F _{AW}	51 02	5,6
F 150	FAW	O 15:0	70,0	0,280	1,00	F _{AW}	51 02	19,6
F 151	FF	O 15:0	38,0	1,300	1,00	F _F	51 02	49,4
F 152	FAW	O 15:0	28,9	0,280	1,00	F _{AW}	51 02	8,1
F 153	FD	- 15:0	45,2	0,200	1,00	F _D	51 02	9,0
F 154	FAW	O 12:0	62,3	0,280	1,00	F _{AW}	51 02	17,4
F 155	FAW	SW 12:0	10,0	0,280	1,00	F _{AW}	51 02	2,8
F 156	FF	O 12:0	42,0	1,300	1,00	F _F	51 02	54,6
F 157	FAW	SW 12:0	3,3	0,280	1,00	F _{AW}	51 02	0,9
F 158	FAW	W 14:0	65,1	0,280	1,00	F _{AW}	51 02	18,2
F 159	FF	W 14:0	32,0	1,300	1,00	F _F	51 02	41,7
F 160	FAW	W 14:0	25,4	0,280	1,00	F _{AW}	51 02	7,1
F 161	FAW	SW 14:0	13,2	0,280	1,00	F _{AW}	51 02	3,7
F 162	FAW	O 12:0	16,1	0,280	1,00	F _{AW}	51 02	4,5
F 163	FD	- 4:0	22,9	0,200	1,00	F _D	51 02	4,6
F 164	FD	- 7:0	8,3	0,350	1,00	F _D	50 02	2,9
F 165	FD	- 3:0	214,0	0,200	1,00	F _D	51 02	42,8
F 166	FD	- 15:0	287,5	0,200	1,00	F _D	51 02	57,5
F 167	FD	- 1:0	220,8	0,350	1,00	F _D	50 02	77,3
F 168	FD	- 12:0	261,0	0,200	1,00	F _D	51 02	52,2
F 169	FAW	W 3:0	27,7	0,280	1,00	F _{AW}	51 02	7,8
F 170	FF	W 3:0	35,0	1,300	1,00	F _F	51 02	45,5
F 171	FAW	S 6:0	14,1	0,350	1,00	F _{AW}	50 02	4,9

Horn + Horn Ingenieure Part. mbB Bauphysikalische BerechnungDoberaner Straße 155
18057 Rostock

LP5 in Abstimmung

24170 - Neubau esE Schulen Lankow
03.08.2026

F 172	FD	- 6:0	35,5	0,350	1,00	F _D	50 02	12,4
F 173	FAW	O 8:0	0,7	0,350	1,00	F _{AW}	50 02	0,2
F 174	FD	- 8:0	27,4	0,350	1,00	F _D	50 02	9,6
F 175	FD	- 5:0	87,9	0,200	1,00	F _D	51 02	17,6
F 176	FD	- 14:0	956,1	0,200	1,00	F _D	51 02	191,2
F 177	FAW	S 16:0	19,6	0,280	1,00	F _{AW}	51 02	5,5
F 178	FF	S 16:0	8,0	1,300	1,00	F _F	51 02	10,4
F 179	FAW	S 16:0	3,6	0,280	1,00	F _{AW}	51 02	1,0
F 180	FD	- 16:0	57,9	0,200	1,00	F _D	51 02	11,6
F 181	FAW	W 12:0	36,7	0,280	1,00	F _{AW}	51 02	10,3
F 182	FAW	W 12:0	21,7	0,280	1,00	F _{AW}	51 02	6,1
F 183	FAW	N 5:0	27,7	0,280	1,00	F _{AW}	51 02	7,7
F 184	FF	N 5:0	11,8	1,300	1,00	F _F	51 02	15,3
F 185	FAW	N 5:0	8,6	0,280	1,00	F _{AW}	51 02	2,4
F 186	FD	- 2:0	283,3	0,350	1,00	F _D	50 02	99,1
F 187	Fbw	O 9:0	8,9	0,350	0,60	F _{bw}	51 13	1,9
F 188	FF	S 1:0	7,4	1,900	1,00	F _F	50 02	14,1
F 189	FAW	W 17:0	26,5	0,280	1,00	F _{AW}	51 02	7,4
F 190	FAW	N 17:0	23,2	0,280	1,00	F _{AW}	51 02	6,5
F 191	FF	W 17:0	10,5	1,300	1,00	F _F	51 02	13,7
F 192	FF	N 17:0	9,2	1,300	1,00	F _F	51 02	11,9
F 193	FAW	O 19:0	32,4	0,280	1,00	F _{AW}	51 02	9,1
F 194	FF	O 19:0	14,0	1,300	1,00	F _F	51 02	18,2
F 195	FAW	O 19:0	3,9	0,280	1,00	F _{AW}	51 02	1,1
F 196	FAW	SW 5:0	5,5	0,280	1,00	F _{AW}	51 02	1,5
F 197	FAW	O 10:0	9,1	0,280	1,00	F _{AW}	51 02	2,6
F 198	FAW	N 19:0	62,0	0,280	1,00	F _{AW}	51 02	17,4
F 199	Tuer	N 19:0	2,6	1,800	1,00	F _{AW}	51 02	4,6
F 200	FF	W 12:0	11,9	1,300	1,00	F _F	51 02	15,5
F 201	FAW	SW 14:0	5,4	0,280	1,00	F _{AW}	51 02	1,5
F 202	FF	SW 12:0	6,0	1,300	1,00	F _F	51 02	7,8
F 203	Fbw	SW 1:0	32,8	0,350	0,35	F _{bw}	50 25 13	4,0
F 204	FG	- 1:0	13,2	0,350	0,60	F _G	50 15 27	2,8
F 205	FAW	SW 1:0	23,4	0,350	1,00	F _{AW}	50 02	8,2
F 206	FD	- 1:0	13,2	0,350	1,00	F _D	50 02	4,6

 $\Sigma A \text{ [m}^2\text{]} = 10.812,9$ $\Sigma H_T \text{ [W/K]} = 4.205,3$

1. Bodenplattenmaß B' (25) = $A_G / (0.5 P) = 2557,24 / 188,53 = 13,56 \text{ m}$
2. Bodenplattenmaß B' (26) = $176,26 / (0.5 \cdot 56,05) = 6,29 \text{ m}$
3. Bodenplattenmaß B' (27) = $8,26 / (0.5 \cdot 17,20) = 0,96 \text{ m}$

Anmerkungen zur Hüllflächen-Tabelle

- 01 Temperatur-Korrekturfaktoren (F_x-Faktoren) nach DIN V 18599-2, Tab.5
- 02 Die solaren Gewinne werden gesondert ermittelt (siehe unten).
- 13 Wand des beheizten Kellers.
- 14 Bodenplatte auf Erdreich ohne Randdämmung.
- 15 Bodenplatte auf Erdreich mit waagerechter Randdämmung (> 5 m breit, R_n > 2 m²K/W).
- 25 Fx-Tabellenwert für das Bodenplattenmaß B' nach EN ISO 13370.
- 26 Fx-Tabellenwert für das 2. Bodenplattenmaß.
- 27 Fx-Tabellenwert für das 3. Bodenplattenmaß.
- 50 Der Einfluss der Wärmebrücken wird mit einem U-Wert-Zuschlag von 0,10 W/(m²K) pauschal berücksichtigt.
- 51 Der Einfluss der Wärmebrücken wird mit einem U-Wert-Zuschlag von 0,05 W/(m²K) pauschal berücksichtigt.
- 74 Die Hüllfläche wird im mittleren U-Wert nach Hüllflächengruppen (Abs.5.2.3) nicht berücksichtigt.

2.1 Wärmebrücken

Berechnung mit pauschalen Zuschlägen (siehe Hüllflächentabelle)

Wärmebrückenzuschläge ohne Temperaturkorrektur

$H_{T,WB} = 680,8 \text{ W/K}$ (16,2 %, 0,063 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
Verkehrsflächen	1124	73	0	1196	0	0
Verkehrsflächen Zu-/Abluf	154	37	0	191	0	0
WC/Sanitär Zu-/Abluft	172	17	0	189	0	0
WC/Sanitär AbluftWC/Sanit	36	3	0	39	0	0
Büro	288	41	0	329	0	0
Technik/Lager Abluft	57	3	0	60	0	0
Technik/Lager Zu-/Abluft	10	8	0	18	0	0
Technik/Lager	178	45	0	223	0	0
Serverraum	0	18	0	18	0	0
Lehrküche	76	18	0	94	0	0
Küche 1.46/1.47 Zu-/Abluf	16	8	0	25	0	0
Küche/Gr.-Diff	384	7	0	391	0	0
Mensa Zu-/Abluft	31	21	0	53	0	0
Unterricht Zu-/Abluft	1199	24	0	1223	0	0
Aufenthalt Zu-/Abluft	388	17	0	405	0	0
Therapieraum/Sanität	33	0	0	33	0	0
Sportraum Zu-/Abluft	58	12	0	70	0	0
Mehrzweckraum	114	29	0	143	0	0
Stadtbibliothek	170	12	0	181	0	0
	4489	392		4881		

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

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

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

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

spezifischer, auf die Umfassungsflächen bezogener Transmissionswärmetransferkoeffizient
 $H'_{T,vorh} = (H_{T,D} + F_x \cdot H_{T,iu} + F_x \cdot H_{T,s}) / A = 4.881,1 / 10.812,9 = 0,45 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

2.3 Begrenzung der U-Werte (Nachweis)

Höchstwerte für Hüllflächengruppen nach GEG A3

	opake Bauteile [W/(m²K)]	Fenster [W/(m²K)]	Vorhangf. [W/(m²K)]	Oberl. [W/(m²K)]
U_{max} $T_i \geq 19^\circ\text{C}$	0,28	1,50	1,50	2,50
U_{max} $T_i < 19^\circ\text{C}$	0,50	2,80	3,00	3,10
Zonen $T_i \geq 19^\circ\text{C}$	0,23	1,30		
Zonen $T_i < 19^\circ\text{C}$	0,32	1,90		

Die Höchstwerte für Wärmedurchgangskoeffizienten werden eingehalten, **Nachweis erbracht**
 kleinste Grenzwertunterschreitung: $U = 1,30 \text{ W/(m}^2\text{K)} = 1,50 \text{ W/(m}^2\text{K)} -13,3\%$

3.0 Lüftungswärmetransfer (DIN V 18599-2)

Gebäudedichtheit Regelwert, ohne RLT-Anlage mit Dichtheitsprüfung (Referenzwert, Kat.I), $n_{50} = 2,00 \text{ h}^{-1}$

Nettoraumvolumen $> 1.500 \text{ m}^3 \Rightarrow n_{50} = q_{50} \cdot \Sigma A / V = 3 \cdot 9805 / 21515 = 1,37 \text{ (Gl.68)}$

Windschutzkoeffizienten für mittlere Abschirmung, mehr als eine exponierte Fassade
 $e_{\text{wind}} = 0,07 \quad f_{\text{wind}} = 15 \text{ (EN ISO 13790 Tab.G4)}$

Gebäude ohne Außenluftdurchlässe

Mit bedarfsabhängiger Außenluft-Volumenstromregelung nach T7, Abs.5.8
(Anlagenautomation mit
Präsenzmeldern) für die Zonen Mensa Zu-/Abluft

Luftaustausch zwischen Gebäudezonen nicht relevant

Zone	ALD	n_{50} h^{-1}	V_A/V_{dc} $\text{m}^3/(\text{m}^2\text{h})$	Luftwechsel		Fenster		Lüftungsanlage	
				n_{nutz} h^{-1}	n_{inf} h^{-1}	n_{win} h^{-1}	$n_{m, \text{ZUL}}$ h^{-1}	$t_{v,m}$ h/d	
Verkehrsflächen	-	1,46	0,00	0,00	0,10	0,10	-	-	
Verkehrsflächen Zu	-	0,47	0,00	0,00	0,03	0,10	-	13	
WC/Sanitär Zu-/Abl	-	0,67	15,00	4,84	0,05	0,10	4,84	13	
WC/Sanitär AbluftW	-	0,60	15,00	5,00	0,02	2,80	-	13	
Büro	-	0,94	4,00	1,33	0,07	0,63	-	-	
Technik/Lager Ablu	-	1,11	0,15	0,05	0,06	0,10	-	13	
Technik/Lager Zu-/	-	0,77	0,15	0,05	0,05	0,10	0,05	13	
Technik/Lager	-	0,90	0,15	0,06	0,06	0,10	-	-	
Serverraum	-	0,75	1,30	0,48	0,05	0,47	-	-	
Lehrküche	-	2,01	15,00	5,00	0,14	2,68	-	-	
Küche 1.46/1.47 Zu	-	1,01	90,00	30,00	0,07	0,10	30,02	15	
Küche/Gr.-Diff	-	1,67	7,00	2,33	0,12	1,07	-	-	
Mensa Zu-/Abluft	-	0,91	18,00	6,00	0,06	0,10	6,00	9	
Unterricht Zu-/Abl	-	1,47	10,00	3,33	0,10	1,01	-	-	
Aufenthalt Zu-/Abl	-	0,95	7,00	2,33	0,07	0,10	2,33	13	
Therapieraum/Sanit	-	1,78	10,00	3,33	0,12	1,52	-	-	
Sportraum Zu-/Ablu	-	1,44	3,00	1,00	0,10	0,10	1,00	17	
Mehrzweckraum	-	1,43	7,00	2,33	0,10	0,10	2,33	13	
Stadtbibliothek	-	1,77	2,00	0,67	0,12	0,35	-	-	

$\Rightarrow$ WE-Betrieb ...

Verkehrsflächen	0,00	0,00	0,10	0,10
Verkehrsflächen Zu-/Abluft	0,00	0,00	0,03	0,10
WC/Sanitär Zu-/Abluft	0,00	0,00	0,05	0,10
WC/Sanitär AbluftWC/Sanitär A	0,00	0,00	0,04	0,10
Büro	0,00	0,00	0,07	0,10
Technik/Lager Abluft	0,00	0,00	0,08	0,10
Technik/Lager Zu-/Abluft	0,00	0,00	0,05	0,10
Technik/Lager	0,00	0,00	0,06	0,10
Lehrküche	0,00	0,00	0,14	0,10
Küche 1.46/1.47 Zu-/Abluft	0,00	0,00	0,07	0,10
Küche/Gr.-Diff	0,00	0,00	0,12	0,10
Mensa Zu-/Abluft	0,00	0,00	0,06	0,10
Unterricht Zu-/Abluft	0,00	0,00	0,10	0,10
Aufenthalt Zu-/Abluft	0,00	0,00	0,07	0,10
Therapieraum/Sanität	0,00	0,00	0,12	0,10
Sportraum Zu-/Abluft	0,00	0,00	0,10	0,10
Mehrzweckraum	0,00	0,00	0,10	0,10
Stadtbibliothek	0,00	0,00	0,12	0,10

Horn + Horn Ingenieure Part. mbB Bauphysikalische BerechnungDoberaner Straße 155
18057 Rostock

LP5 in Abstimmung

24170 - Neubau esE Schulen Lankow
03.08.2026

Zone <2> RLT-Anlage (202) mit $V_{SUP}/ETA = 0 / 0 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60
 Zone <3> RLT-Anlage (202) mit $V_{SUP}/ETA = 6697 / 6697 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60
 Zone <4> RLT-Anlage (000) mit $V_{SUP}/ETA = 0 / 939 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig
 Zone <6> RLT-Anlage (000) mit $V_{SUP}/ETA = 0 / 11 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig
 Zone <7> RLT-Anlage (202) mit $V_{SUP}/ETA = 9 / 9 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60
 Zone <11> RLT-Anlage (205) mit $V_{SUP}/ETA = 5193 / 5193 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert
 Zone <13> RLT-Anlage (202) mit $V_{SUP}/ETA = 2704 / 2704 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60
 Zone <15> RLT-Anlage (202) mit $V_{SUP}/ETA = 4689 / 4689 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60
 Zone <17> RLT-Anlage (202) mit $V_{SUP}/ETA = 254 / 254 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60
 Zone <18> RLT-Anlage (202) mit $V_{SUP}/ETA = 1449 / 1449 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig, balanciert, WRG60

n_{50} = Luftwechselzahl bei 50 Pa Druckdifferenz, V_A = Mindest-Außenluftvolumenstrom
 n_{nutz} = Mindestaußenluftwechsel = $V_A \cdot \Delta n_{\text{GF}} / V$ während der Nutzungsstunden (Nichtwohngebäude)
 n_{inf} = Infiltrationsluftwechsel = $n_{50} \cdot e_{\text{wind}} \cdot f_{\text{ATD}}$ mit f_{ATD} = Bewertungsfaktor für ALD oder mit RLT
 $n_{\text{inf}} = n_{50} \cdot e_{\text{wind}} \cdot f_{\text{ATD}} \cdot (1 + (1 - f_e) \cdot t_{v,\text{mech}} / 24)$ mit f_e = Faktor für nicht balancierte RLT-Anlagen (Gl.65)
 n_{win} = Fenster- / Türluftwechsel = $n_{\text{win,min}} + \Delta n_{\text{win}} \cdot t_{\text{nutz}} / 24$, mit $RLT = n_{\text{win,min}} + \Delta n_{\text{win,mech}} \cdot t_{v,\text{mech}} / 24$
 mit $n_{\text{win,min}} = 0.1$, in Wohngebäuden $n_{\text{win,min}} = \text{saisonal nach Gl.77}$
 Reduzierter Außenluft-Volumenstroms für schadstoffarme Gebäude ohne RLT, Zonen 5 / 12 / 14 / 16 / 19 /
 $\Delta n_{\text{win}} = n_{\text{nutz}} - (n_{\text{nutz}} - 0.2) \cdot n_{\text{inf}} - 0.1$ (ohne RLT), falls $n_{\text{nutz}} > 1.2 \Rightarrow \Delta n_{\text{win}} = n_{\text{nutz}} - n_{\text{inf}} - 0.1$
 $n_{\text{mech,ZUL}}$ = Zuluft-Luftwechselzahl mechanisch während der Nutzungsstunden
 Hinweis: n_{inf} und n_{win} sind die Luftwechsel im Tagesmittel (Nutzungs- und Nichtnutzungsstunden)
 Volumenströme V_{mech} und V^* (Auslegung, zonenweise) siehe Abschnitt "RLT-Systeme"

Transferkoeffizienten Lüftung	V m³	$H_{V,z,\text{Jan}}$ W/K	$H_{V,\text{inf}}$ W/K	$H_{V,\text{win}}$ W/K	ΣH_V W/K	$H_{V,\text{mech}}$ W/K	$\theta_{V,\text{Jan}}$ W/K	°C
Verkehrsflächen	3.185	0	111	108	219	0		
Verkehrsflächen Zu-/	2.130	0	24	72	96	0	18,0	
WC/Sanitär Zu-/Abluf	1.383	0	22	47	69	1233	18,0	
WC/Sanitär AbluftWC/	188	0	1	178	180	0	18,0	
Büro	1.172	0	26	253	279	0		
Technik/Lager Abluft	226	0	5	8	13	0	18,0	
Technik/Lager Zu-/Ab	182	0	3	6	10	2	18,0	
Technik/Lager	654	0	14	22	36	0		
Serverraum	118	0	2	19	21	0		
Lehrküche	381	0	18	347	365	0		
Küche 1.46/1.47 Zu-/	173	0	4	6	10	1104	18,0	
Küche/Gr.-Diff	1.499	0	60	545	605	0		
Mensa Zu-/Abluft	451	0	10	15	25	344	18,0	
Unterricht Zu-/Abluf	5.735	0	200	1975	2.175	0		
Aufenthalt Zu-/Abluf	2.010	0	46	68	114	864	18,0	
Therapieraum/Sanität	150	0	6	78	84	0		
Sportraum Zu-/Abluft	254	0	9	9	17	61	18,0	
Mehrzweckraum	621	0	21	21	42	267	18,0	
Stadtbibliothek	1.005	0	42	121	163	0		
		0	624	3899	4523	3875		

⇒ WE-Betrieb ...

Verkehrsflächen	0	111	108	219	
Verkehrsflächen Zu-/Abluft	0	24	72	96	
WC/Sanitär Zu-/Abluft	0	22	47	69	
WC/Sanitär AbluftWC/Sanitär	0	3	6	9	
Büro	0	26	40	66	
Technik/Lager Abluft	0	6	8	14	
Technik/Lager Zu-/Abluft	0	3	6	10	
Technik/Lager	0	14	22	36	
Lehrküche	0	18	13	31	

Horn + Horn Ingenieure Part. mbB Bauphysikalische BerechnungDoberaner Straße 155
18057 Rostock

LP5 in Abstimmung

24170 - Neubau esE Schulen Lankow
03.08.2026

Küche 1.46/1.47 Zu-/Abluft	0	4	6	10
Küche/Gr.-Diff	0	60	51	111
Mensa Zu-/Abluft	0	10	15	25
Unterricht Zu-/Abluft	0	200	195	395
Aufenthalt Zu-/Abluft	0	46	68	114
Therapieraum/Sanität	0	6	5	11
Sportraum Zu-/Abluft	0	9	9	17
Mehrzweckraum	0	21	21	42
Stadtbibliothek	0	42	34	76

0	624	728	1352
---	-----	-----	------

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

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

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

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

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

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

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 m ²	$I_{S, \text{Jan/Jul}}$ W/m ²	$g_{\text{eff, Jan/Jul}}$ %	$Q_{S, \text{Jan/Jul}}$ kWh/d
F 6 FF	8	2,86	25/ 138	44/ 44	7100 0,7/ 4,1
F 14 FF	5	15,76	59/ 113	44/ 44	" 9,8/ 18,7
F 20 FF	4	4,23	17/ 117	44/ 44	" 0,8/ 5,2
F 24 FF	3	9,41	17/ 117	44/ 44	" 1,7/ 11,6
F 30 FF	6	4,21	17/ 117	44/ 44	" 0,8/ 5,2
F 33 FF	18	9,79	25/ 138	44/ 44	" 2,6/ 14,2
F 38 FF	1	63,29	25/ 138	44/ 44	" 16,6/ 91,7
F 40 FF	5	29,94	25/ 138	44/ 44	" 7,9/ 43,4
F 43 FF	17	3,70	25/ 138	44/ 44	" 1,0/ 5,4
F 50 FF	1	45,23	59/ 113	44/ 44	" 28,0/ 53,6
F 57 FF	8	5,09	59/ 113	44/ 44	" 3,1/ 6,0
F 60 FF	5	22,76	17/ 117	44/ 44	" 4,1/ 28,0
F 63 FF	10	9,80	10/ 81	44/ 44	" 1,0/ 8,3
F 70 FF	1	120,07	17/ 117	44/ 44	" 21,4/147,5
F 72 FF	13	8,40	59/ 113	44/ 44	" 5,2/ 10,0
F 78 FF	18	6,43	59/ 113	44/ 44	" 4,0/ 7,6
F 79 FF	18	12,95	17/ 117	44/ 44	" 2,3/ 15,9
F 81 FF	3	4,44	10/ 81	44/ 44	" 0,5/ 3,8
F 84 FF	15	29,41	10/ 81	44/ 44	" 3,1/ 25,0
F 88 FF	11	4,28	10/ 81	44/ 44	" 0,4/ 3,6
F 93 FF	1	12,75	25/ 138	44/ 44	" 3,3/ 18,5
F 96 FF	8	8,88	25/ 138	44/ 44	" 2,3/ 12,9
F 99 FF	14	55,72	59/ 113	44/ 44	" 34,5/ 66,1
F 105 FF	15	25,20	59/ 113	44/ 44	" 15,6/ 29,9
F 110 FF	15	14,00	17/ 117	44/ 44	" 2,5/ 17,2
F 113 FF	8	2,86	10/ 81	44/ 44	" 0,3/ 2,4
F 116 FF	14	99,30	10/ 81	44/ 44	" 10,4/ 84,4
F 119 FF	12	37,80	10/ 81	44/ 44	" 4,0/ 32,1
F 124 FF	10	12,60	25/ 138	44/ 44	" 3,3/ 18,3
F 129 FF	19	5,60	59/ 113	44/ 44	" 3,5/ 6,6
F 134 FF	12	21,15	59/ 113	44/ 44	" 13,1/ 25,1
F 144 DOB	1	4,03	29/ 210	44/ 44	" 1,2/ 8,9
F 146 FF	14	106,29	25/ 138	44/ 44	" 27,9/154,0
F 151 FF	15	26,60	25/ 138	44/ 44	" 7,0/ 38,5
F 156 FF	12	29,40	25/ 138	44/ 44	" 7,7/ 42,6
F 159 FF	14	22,43	17/ 117	44/ 44	" 4,0/ 27,5
F 170 FF	3	24,52	17/ 117	44/ 44	" 4,4/ 30,1
F 178 FF	16	5,60	59/ 113	44/ 44	" 3,5/ 6,6
F 184 FF	5	8,23	10/ 81	44/ 44	" 0,9/ 7,0
F 188 FF	1	5,19	59/ 113	44/ 44	" 3,2/ 6,2
F 191 FF	17	7,35	17/ 117	44/ 44	" 1,3/ 9,0
F 192 FF	17	6,43	10/ 81	44/ 44	" 0,7/ 5,5
F 194 FF	19	9,80	25/ 138	44/ 44	" 2,6/ 14,2
F 200 FF	12	8,33	17/ 117	44/ 44	" 1,5/ 10,2
F 202 FF	12	4,20	40/ 120	44/ 44	" 1,8/ 5,3
976,20					276/ 1188

Strahlungsintensitäten für den Standort "4 Potsdam (Deutschland)"

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

verwendete Verglasungen und Sonnenschutzvorrichtungen

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 $G_1 = 5$, $G_2 = 10$ und $G_3 = 30$

$g_{eff} = F_S * F_W * F_V * g_{tot}$ = wirksamer Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung
 g_{tot} = g-Wert der Verglasung inklusive Sonnenschutz (Tab.8, ohne Sonnenschutz gilt $g_{tot} = g_L$)
 Bewegliche Sonnenschutzvorrichtungen in Nichtwohnzonen werden parallel zur baulichen
 Verschattung mit
 $g_{eff} = F_W * F_V * (a * g_{tot} + (1-a) * g_L)$ 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

Hüllfläche	Zone	A m ²	U W/(m ² K)	α	h_r W/(m ² K)	$I_{S,Jul}$ W/m ²	$Q_{S,Jul}$ kWh/d
F 12 FAW	S 5	61,9	0,28	0,50	4,50	210	1,0
F 13 FAW	O 5	98,3	0,28	0,50	4,50	210	1,6
F 16 FAW	S 8	58,5	0,35	0,50	4,50	210	1,2
F 18 FAW	W 4	24,4	0,28	0,50	4,50	210	0,4
F 19 FAW	S 4	8,8	0,28	0,50	4,50	210	0,1
F 21 Tuer	S 4	2,6	1,80	0,50	4,50	113	0,2
F 23 FAW	W 3	34,1	0,28	0,50	4,50	210	0,6
F 29 FAW	W 6	37,7	0,35	0,50	4,50	210	0,8
F 32 FAW	O 18	25,0	0,28	0,50	4,50	210	0,4
F 36 FD	- 18	94,9	0,20	0,50	4,50	210	1,1
F 37 FAW	O 1	95,5	0,35	0,50	4,50	210	1,9
F 42 FAW	O 17	10,0	0,28	0,50	4,50	210	0,2
F 49 FAW	S 1	95,6	0,35	0,50	4,50	210	1,9
F 51 FAW	S 1	17,4	0,35	0,50	4,50	113	0,2
F 53 Tuer	- 1	11,3	2,90	0,50	4,50	210	2,6
F 54 FAW	S 8	10,5	0,35	0,50	4,50	113	0,1
F 55 Tuer	- 8	6,4	2,90	0,50	4,50	210	1,5
F 56 FAW	W 8	12,2	0,35	0,50	4,50	210	0,2
F 58 FAW	W 8	12,2	0,35	0,50	4,50	117	0,1
F 59 FAW	W 5	60,3	0,28	0,50	4,50	210	1,0
F 61 FAW	W 5	15,8	0,28	0,50	4,50	117	0,2
F 62 FAW	N 10	26,6	0,28	0,50	4,50	210	0,4
F 64 FAW	N 10	12,6	0,28	0,50	4,50	81	0,1
F 68 FAW	N 3	39,2	0,28	0,50	4,50	210	0,6
F 69 FAW	W 1	127,4	0,35	0,50	4,50	117	1,5
F 71 FAW	S 13	19,0	0,28	0,50	4,50	210	0,3
F 73 FAW	S 13	0,6	0,28	0,50	4,50	113	0,0
F 76 FAW	S 18	23,2	0,28	0,50	4,50	210	0,4
F 77 FAW	W 18	18,5	0,28	0,50	4,50	210	0,3
F 82 Tuer	- 3	2,5	1,80	0,50	4,50	210	0,4
F 83 FAW	N 15	81,3	0,28	0,50	4,50	210	1,3
F 85 FAW	N 15	18,0	0,28	0,50	4,50	81	0,1
F 87 FAW	N 11	8,3	0,28	0,50	4,50	210	0,1
F 89 FAW	N 11	2,2	0,28	0,50	4,50	81	0,0
F 92 FAW	SW 11	4,0	0,28	0,50	4,50	210	0,1
F 94 Tuer	- 1	3,4	2,90	0,50	4,50	210	0,8
F 95 FAW	O 8	36,1	0,35	0,50	4,50	210	0,7
F 98 FAW	S 14	185,2	0,28	0,50	4,50	210	3,0
F 100 FAW	S 14	45,6	0,28	0,50	4,50	113	0,4
F 103 FAW	S 15	65,1	0,28	0,50	4,50	210	1,0
F 104 FAW	SW 15	7,9	0,28	0,50	4,50	210	0,1
F 106 FAW	SW 15	3,4	0,28	0,50	4,50	120	0,0
F 107 Tuer	S 1	7,8	2,90	0,50	4,50	113	0,7
F 108 FAW	S 5	6,2	0,28	0,50	4,50	113	0,1
F 109 FAW	W 15	37,0	0,28	0,50	4,50	210	0,6
F 111 FAW	W 15	14,8	0,28	0,50	4,50	117	0,1

Horn + Horn Ingenieure Part. mbB Bauphysikalische BerechnungDoberaner Straße 155
18057 Rostock

LP5 in Abstimmung

24170 - Neubau esE Schulen Lankow
03.08.2026

F 112 FAW	N	8	6,9	0,35	0,50	4,50	210	0,1
F 114 FAW	N	8	2,8	0,35	0,50	4,50	81	0,0
F 115 FAW	N	14	291,7	0,28	0,50	4,50	210	4,7
F 117 FAW	N	14	123,2	0,28	0,50	4,50	81	0,6
F 118 FAW	N	12	99,5	0,28	0,50	4,50	210	1,6
F 120 FAW	N	12	33,9	0,28	0,50	4,50	81	0,2
F 123 FAW	O	10	27,8	0,28	0,50	4,50	210	0,4
F 125 FAW	O	5	12,6	0,28	0,50	4,50	138	0,2
F 128 FAW	S	19	50,9	0,28	0,50	4,50	210	0,8
F 130 FAW	S	19	4,9	0,28	0,50	4,50	113	0,0
F 131 FD	-	19	291,5	0,20	0,50	4,50	210	3,4
F 132 FD	-	19	26,2	0,20	0,50	4,50	210	0,3
F 133 FAW	S	12	53,6	0,28	0,50	4,50	210	0,9
F 135 FAW	S	12	15,1	0,28	0,50	4,50	113	0,1
F 136 FD	-	12	18,3	0,20	0,50	4,50	210	0,2
F 137 FAW	W	4	6,7	0,28	0,50	4,50	117	0,1
F 138 FD	-	4	13,0	0,20	0,50	4,50	210	0,1
F 139 FAW	W	6	2,6	0,35	0,50	4,50	117	0,0
F 140 FD	-	6	4,2	0,35	0,50	4,50	210	0,1
F 141 FD	-	5	14,4	0,20	0,50	4,50	210	0,2
F 142 FAW	O	1	3,8	0,35	0,50	4,50	138	0,1
F 143 FD	-	1	33,1	0,35	0,50	4,50	210	0,7
F 145 FAW	O	14	284,1	0,28	0,50	4,50	210	4,6
F 147 FAW	O	14	106,4	0,28	0,50	4,50	138	1,3
F 148 FD	-	14	101,4	0,20	0,50	4,50	210	1,2
F 149 FAW	S	15	20,1	0,28	0,50	4,50	113	0,2
F 150 FAW	O	15	70,0	0,28	0,50	4,50	210	1,1
F 152 FAW	O	15	28,9	0,28	0,50	4,50	138	0,4
F 153 FD	-	15	45,2	0,20	0,50	4,50	210	0,5
F 154 FAW	O	12	62,3	0,28	0,50	4,50	210	1,0
F 155 FAW	SW	12	10,0	0,28	0,50	4,50	210	0,2
F 157 FAW	SW	12	3,3	0,28	0,50	4,50	120	0,0
F 158 FAW	W	14	65,1	0,28	0,50	4,50	210	1,1
F 160 FAW	W	14	25,4	0,28	0,50	4,50	117	0,2
F 161 FAW	SW	14	13,2	0,28	0,50	4,50	210	0,2
F 162 FAW	O	12	16,1	0,28	0,50	4,50	138	0,2
F 163 FD	-	4	22,9	0,20	0,50	4,50	210	0,3
F 164 FD	-	7	8,3	0,35	0,50	4,50	210	0,2
F 165 FD	-	3	214,0	0,20	0,50	4,50	210	2,5
F 166 FD	-	15	287,5	0,20	0,50	4,50	210	3,3
F 167 FD	-	1	220,8	0,35	0,50	4,50	210	4,5
F 168 FD	-	12	261,0	0,20	0,50	4,50	210	3,0
F 169 FAW	W	3	27,7	0,28	0,50	4,50	117	0,3
F 171 FAW	S	6	14,1	0,35	0,50	4,50	210	0,3
F 172 FD	-	6	35,5	0,35	0,50	4,50	210	0,7
F 173 FAW	O	8	0,7	0,35	0,50	4,50	138	0,0
F 174 FD	-	8	27,4	0,35	0,50	4,50	210	0,6
F 175 FD	-	5	87,9	0,20	0,50	4,50	210	1,0
F 176 FD	-	14	956,1	0,20	0,50	4,50	210	11,0
F 177 FAW	S	16	19,6	0,28	0,50	4,50	210	0,3
F 179 FAW	S	16	3,6	0,28	0,50	4,50	113	0,0
F 180 FD	-	16	57,9	0,20	0,50	4,50	210	0,7
F 181 FAW	W	12	36,7	0,28	0,50	4,50	210	0,6
F 182 FAW	W	12	21,7	0,28	0,50	4,50	117	0,2
F 183 FAW	N	5	27,7	0,28	0,50	4,50	210	0,4
F 185 FAW	N	5	8,6	0,28	0,50	4,50	81	0,0
F 186 FD	-	2	283,3	0,35	0,50	4,50	210	5,7
F 189 FAW	W	17	26,5	0,28	0,50	4,50	210	0,4
F 190 FAW	N	17	23,2	0,28	0,50	4,50	210	0,4
F 193 FAW	O	19	32,4	0,28	0,50	4,50	210	0,5
F 195 FAW	O	19	3,9	0,28	0,50	4,50	138	0,0
F 196 FAW	SW	5	5,5	0,28	0,50	4,50	210	0,1
F 197 FAW	O	10	9,1	0,28	0,50	4,50	138	0,1
F 198 FAW	N	19	62,0	0,28	0,50	4,50	210	1,0
F 199 Tuer	N	19	2,6	1,80	0,50	4,50	81	0,1
F 201 FAW	SW	14	5,4	0,28	0,50	4,50	120	0,1
F 205 FAW	SW	1	23,4	0,35	0,50	4,50	120	0,3

Horn + Horn Ingenieure Part. mbB Bauphysikalische BerechnungDoberaner Straße 155
18057 Rostock

LP5 in Abstimmung

24170 - Neubau esE Schulen Lankow
03.08.2026

F 206 FD	-	1	13,2	0,35	0,50	4,50	210	0,3
								6.407,7
								96,2

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

 α = Strahlungs-Absorptionsgrad (Tab.9), abhängig von der Bauteiloberfläche I_S = globale Sonneneinstrahlung, jahreszeit-, neigungs- und orientierungsabhängig [W/m²] F_f = Formfaktor zwischen Bauteil und Himmel (bis 45° Neigung = 1, über 45° = 0.50) h_r = äußerer Abstrahlungskoeffizient, Regelwert = 5 * Emissionsgrad = 5 * 0.9 = 4.5 W/(m²K) $\Delta\theta_{er}$ = scheinbare, mittlere Temperaturdifferenz zwischen Bauteil und Himmel (10 °K)**4.3 solare Wärmegewinne**

Zone	Sep kWh	Okt kWh	Nov kWh	Dez kWh	Jan kWh	Feb kWh	Mär kWh	Jahr kWh
über Fenster ...								
Verkehrsfläche	7.089	5.038	1.856	1.225	2.289	2.244	5.762	76.800
Verkehrsfläche	-	-	-	-	-	-	-	-
WC/Sanitär Zu-	902	555	221	132	202	263	707	10.013
WC/Sanitär Abl	105	65	25	15	23	30	83	1.159
Büro	2.066	1.495	552	366	699	677	1.693	22.590
Technik/Lager	30	13	7	4	0	5	19	272
Technik/Lager	-	-	-	-	-	-	-	-
Technik/Lager	541	409	148	100	203	185	451	5.952
Serverraum	-	-	-	-	-	-	-	-
Lehrküche	456	305	119	72	134	159	378	5.464
Küche 1.46/1.4	55	35	18	10	14	23	43	684
Küche/Gr.-Diff	2.426	1.800	691	460	869	846	1.983	26.581
Mensa Zu-/Ablu	325	290	103	79	161	116	268	3.077
Unterricht Zu-	6.166	4.432	1.701	1.099	2.079	2.142	5.066	69.535
Aufenthalt Zu-	2.400	1.799	681	459	873	829	1.962	25.997
Therapieraum/S	217	193	69	53	108	77	179	2.051
Sportraum Zu-/	363	231	94	55	92	117	290	4.186
Mehrzweckraum	827	595	218	145	275	264	675	8.934
Stadtbibliothek	473	369	131	91	187	161	395	5.083
über opake ...								
Verkehrsfläche	198	52	-	-	6	1	87	2.726
Verkehrsfläche	53	-	-	-	-	-	10	923
WC/Sanitär Zu-	43	2	-	-	-	-	12	703
WC/Sanitär Abl	15	4	-	-	1	0	6	207
Büro	55	2	-	-	0	0	13	926
Technik/Lager	18	0	-	-	-	-	4	304
Technik/Lager	2	-	-	-	-	-	0	27
Technik/Lager	55	12	-	-	1	0	23	791
Serverraum	-	-	-	-	-	-	-	-
Lehrküche	10	0	-	-	-	-	2	168
Küche 1.46/1.4	2	-	-	-	-	-	0	33
Küche/Gr.-Diff	80	5	-	-	1	0	20	1.340
Mensa Zu-/Ablu	3	0	-	-	0	0	1	51
Unterricht Zu-	273	17	-	-	3	0	69	4.624
Aufenthalt Zu-	88	7	-	-	1	0	23	1.457
Therapieraum/S	10	1	-	-	0	0	3	168
Sportraum Zu-/	9	-	-	-	-	-	2	156
Mehrzweckraum	20	-	-	-	-	-	4	351
Stadtbibliothek	58	1	-	-	0	0	12	1.000
	25.430	17.728	6.634	4.365	8.222	8.140	20.246	284.333

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

Zone	A _B m ²	Q _{I,p} kWh/d	Q _{I,fac} kWh/d	Q _{I,g} kWh/d	Q _I kWh/d
Verkehrsflächen	962	-	-	0,0	0,0
Verkehrsflächen Zu-/Abluft	714	-	-	0,0	0,0
WC/Sanitär Zu-/Abluft	447	-	-	0,0	0,0
WC/Sanitär AbluftWC/Sanitär	63	-	-	0,0	0,0
Büro	391	11,7	16,8	0,0	28,5
Technik/Lager Abluft	75	-	-	0,0	0,0
Technik/Lager Zu-/Abluft	61	-	-	0,0	0,0
Technik/Lager	246	-	-	0,0	0,0
Serverraum	44	0,6	78,4	0,0	78,9
Lehrküche	127	7,1	22,8	0,0	29,9
Küche 1.46/1.47 Zu-/Abluft	58	3,2	103,9	0,0	107,1
Küche/Gr.-Diff	500	46,5	4,0	0,0	50,5
Mensa Zu-/Abluft	150	26,3	1,5	0,0	27,8
Unterricht Zu-/Abluft	1912	191,2	38,2	0,0	229,4
Aufenthalt Zu-/Abluft	670	62,3	5,4	0,0	67,7
Therapieraum/Sanität	50	4,1	1,8	0,0	5,8
Sportraum Zu-/Abluft	85	5,3	-	0,0	5,3
Mehrzweckraum	207	19,3	1,7	0,0	20,9
Stadtbibliothek	335	14,1	-	0,0	14,1

⇒ WE-Betrieb ...

Verkehrsflächen	-	-	0,0	0,0
Verkehrsflächen Zu-/Abluft	-	-	0,0	0,0
WC/Sanitär Zu-/Abluft	-	-	0,0	0,0
WC/Sanitär AbluftWC/Sanitär	-	-	0,0	0,0
Büro	-	-	0,0	0,0
Technik/Lager Abluft	-	-	0,0	0,0
Technik/Lager Zu-/Abluft	-	-	0,0	0,0
Technik/Lager	-	-	0,0	0,0
Lehrküche	-	-	0,0	0,0
Küche 1.46/1.47 Zu-/Abluft	-	-	0,0	0,0
Küche/Gr.-Diff	-	-	0,0	0,0
Mensa Zu-/Abluft	-	-	0,0	0,0
Unterricht Zu-/Abluft	-	-	0,0	0,0
Aufenthalt Zu-/Abluft	-	-	0,0	0,0
Therapieraum/Sanität	-	-	0,0	0,0
Sportraum Zu-/Abluft	-	-	0,0	0,0
Mehrzweckraum	-	-	0,0	0,0
Stadtbibliothek	-	-	0,0	0,0

ungeregelte Wärmeeinträge im Januar

Zone	Leuchtenabluft m ³ /hW	Q _{I,L} kWh/d	Q _{I,h} kWh/d	Q _{I,w} kWh/d	Q _{I,rv} kWh/d
Verkehrsflächen	0,0	8,9	17,5	0,0	0,0
Verkehrsflächen Zu-/Abluft	0,0	10,0	13,0	0,0	0,0
WC/Sanitär Zu-/Abluft	0,0	25,1	6,2	0,0	0,0
WC/Sanitär AbluftWC/Sanitär A	0,0	3,7	0,9	0,0	0,0
Büro	0,0	28,6	5,4	0,0	0,0
Technik/Lager Abluft	0,0	0,4	1,0	0,0	0,0
Technik/Lager Zu-/Abluft	0,0	0,3	0,8	0,0	0,0
Technik/Lager	0,0	1,1	3,4	0,0	0,0
Serverraum	0,0	4,7	0,6	0,0	0,0
Lehrküche	0,0	10,1	1,8	0,0	0,0
Küche 1.46/1.47 Zu-/Abluft	0,0	15,9	0,8	2,1	0,0
Küche/Gr.-Diff	0,0	23,4	7,0	2,0	0,0
Mensa Zu-/Abluft	0,0	5,4	2,1	0,0	0,0
Unterricht Zu-/Abluft	0,0	64,2	26,5	0,0	0,0
Aufenthalt Zu-/Abluft	0,0	33,4	9,3	0,0	0,0
Therapieraum/Sanität	0,0	9,0	0,7	0,0	0,0

Horn + Horn Ingenieure Part. mbB Bauphysikalische BerechnungDoberaner Straße 155
18057 Rostock

LP5 in Abstimmung

24170 - Neubau esE Schulen Lankow
03.08.2026

Sportraum Zu-/Abluft	0,0	6,1	1,6	0,0	0,0
Mehrzweckraum	0,0	11,6	2,9	0,0	0,0
Stadtbibliothek	0,0	45,3	4,7	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 $Q_{I,h}$ = unregelmäßige Wärmeeinträge der Heizungsanlage, siehe Heizsysteme $Q_{I,w}$ = unregelmäßige Wärmeeinträge der Warmwasserversorgung, siehe Warmwassersysteme $Q_{I,rv}$ = unregelmäßige 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
Verkehrsflächen	1196	219	0	561	103	0,184
Verkehrsflächen Zu-/Abluft	191	96	0	140	27	0,194
WC/Sanitär Zu-/Abluft	189	69	1233	191	39	0,206
WC/Sanitär AbluftWC/Sanitär	39	180	0	102	6	0,056
Büro	329	279	0	293	86	0,294
Technik/Lager Abluft	60	13	0	30	2	0,053
Technik/Lager Zu-/Abluft	18	10	2	13	1	0,111
Technik/Lager	223	36	0	105	12	0,111
Serverraum	18	21	0	19	84	4,480
Lehrküche	94	365	0	215	47	0,216
Küche 1.46/1.47 Zu-/Abluft	25	10	1104	77	127	1,641
Küche/Gr.-Diff	391	605	0	480	113	0,235
Mensa Zu-/Abluft	53	25	344	56	41	0,730
Unterricht Zu-/Abluft	1223	2175	0	1614	398	0,247
Aufenthalt Zu-/Abluft	405	114	864	303	140	0,461
Therapieraum/Sanität	33	84	0	59	19	0,325
Sportraum Zu-/Abluft	70	17	61	41	16	0,398
Mehrzweckraum	143	42	267	105	45	0,424
Stadtbibliothek	181	163	0	170	71	0,416

Zone	C_{wirk} Wh/ (m²K)	H W/K	τ h	a -	η -	η_{WE}
Verkehrsflächen	50	1416	33,97	3,12	0,996	0,995
Verkehrsflächen Zu-/Abluft	50	287	124,56	8,79	1,000	1,000
WC/Sanitär Zu-/Abluft	50	1492	14,96	1,94	0,962	1,000
WC/Sanitär AbluftWC/Sanitär	50	218	14,34	1,90	0,996	1,000
Büro	50	608	32,12	3,01	0,982	0,999
Technik/Lager Abluft	50	73	51,84	4,24	1,000	1,000
Technik/Lager Zu-/Abluft	50	29	105,53	7,59	1,000	1,000
Technik/Lager	50	259	47,40	3,96	1,000	1,000
Serverraum	50	39	55,95	4,50	0,223	
Lehrküche	50	458	13,84	1,86	0,954	1,000
Küche 1.46/1.47 Zu-/Abluft	50	1139	2,53	1,16	0,405	1,000
Küche/Gr.-Diff	50	996	25,09	2,57	0,981	1,000
Mensa Zu-/Abluft	50	422	17,79	2,11	0,777	1,000
Unterricht Zu-/Abluft	50	3399	28,13	2,76	0,984	1,000
Aufenthalt Zu-/Abluft	50	1383	24,22	2,51	0,918	1,000
Therapieraum/Sanität	50	117	21,37	2,34	0,950	1,000
Sportraum Zu-/Abluft	50	149	28,45	2,78	0,952	1,000
Mehrzweckraum	50	452	22,88	2,43	0,924	1,000
Stadtbibliothek	50	345	48,56	4,04	0,983	1,000

$\Sigma H_T = H_{T,D} + H_{T,s} + H_{T,iu} =$ Transmissionswärme-Transferkoeffizienten, $H_{T,iz}$ siehe Q_{sink}

$\Sigma H_v =$ 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

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

$a = a_0 + \tau / \tau_0 = 1 + \tau / 16 =$ numerischer Parameter

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

$\eta_{WE} =$ 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	16,2	16,2	16,4	16,6	16,8	17,0	17,1	17,1	16,9	16,6	16,3	16,2
$T_{i,2}$	°C	16,4	16,5	16,6	16,7	16,9	17,0	17,1	17,1	16,9	16,7	16,5	16,4
$T_{i,3}$	°C	19,9	19,9	20,1	20,3	20,6	20,8	20,9	20,9	20,6	20,4	20,1	19,9
$T_{i,4}$	°C	19,9	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	20,0	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	16,2	16,3	16,4	16,6	16,9	17,0	17,1	17,1	16,9	16,6	16,4	16,2
$T_{i,7}$	°C	16,4	16,4	16,5	16,7	16,9	17,0	17,1	17,1	16,9	16,7	16,5	16,4
$T_{i,8}$	°C	16,2	16,3	16,4	16,6	16,9	17,0	17,1	17,1	16,9	16,6	16,4	16,2
$T_{i,9}$	°C	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0
$T_{i,10}$	°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
$T_{i,11}$	°C	20,0	20,1	20,2	20,4	20,7	20,8	20,9	20,9	20,7	20,4	20,2	20,0
$T_{i,12}$	°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
$T_{i,13}$	°C	19,5	19,6	19,8	20,1	20,5	20,7	20,8	20,8	20,5	20,1	19,7	19,5
$T_{i,14}$	°C	19,5	19,6	19,8	20,1	20,5	20,7	20,9	20,8	20,5	20,2	19,8	19,5
$T_{i,15}$	°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
$T_{i,16}$	°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
$T_{i,17}$	°C	18,4	18,4	18,5	18,7	18,8	18,9	19,0	19,0	18,8	18,7	18,5	18,4
$T_{i,18}$	°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
$T_{i,19}$	°C	20,1	20,1	20,3	20,5	20,7	20,8	20,9	20,9	20,7	20,5	20,2	20,1

⇒ WE-Betrieb ...

$T_{i,1}$	°C	14,0	14,1	14,7	15,5	16,5	16,9	17,4	17,3	16,5	15,6	14,6	14,0
$T_{i,2}$	°C	14,4	14,6	15,0	15,8	16,5	17,0	17,3	17,3	16,6	15,8	14,9	14,4
$T_{i,3}$	°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
$T_{i,4}$	°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
$T_{i,5}$	°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
$T_{i,6}$	°C	14,1	14,2	14,7	15,6	16,5	16,9	17,4	17,3	16,5	15,6	14,6	14,0
$T_{i,7}$	°C	14,4	14,5	15,0	15,7	16,5	17,0	17,3	17,3	16,6	15,8	14,9	14,4
$T_{i,8}$	°C	14,0	14,2	14,7	15,6	16,5	16,9	17,4	17,3	16,5	15,6	14,6	14,0
$T_{i,9}$	°C	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0

Horn + Horn Ingenieure Part. mbB Bauphysikalische BerechnungDoberaner Straße 155
18057 Rostock

LP5 in Abstimmung

24170 - Neubau esE Schulen Lankow
03.08.2026

T _{i,10}	°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,11}	°C	17,5	17,7	18,2	19,0	19,8	20,3	20,7	20,6	19,8	19,0	18,1	17,5
T _{i,12}	°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,13}	°C	17,6	17,8	18,2	19,0	19,8	20,3	20,7	20,6	19,9	19,1	18,1	17,6
T _{i,14}	°C	17,4	17,5	18,0	18,9	19,8	20,2	20,6	20,6	19,8	18,9	17,9	17,4
T _{i,15}	°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,16}	°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,17}	°C	15,7	15,8	16,4	17,2	18,1	18,6	19,0	18,9	18,1	17,2	16,3	15,7
T _{i,18}	°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,19}	°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

7.1 Zone VerkehrsflächenAusnutzungsgrade für Wärmequellen η_{source} siehe Abs.6.0Monatliche 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 $\vartheta_{h,Jan} = 16,2$ °C und $Q_I = 0,0$ kWh/d

Wochenendbetrieb (31,5%)

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,445	0,890	0,996	0,999	0,996	0,995	0,946	0,614
$\eta_{\text{source,WE}}$		0,301	0,837	0,995	0,999	0,995	0,993	0,919	0,570
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	630	605	825	852	852	770	852	7.992
t_h	h	493	744	720	744	744	672	744	5.864
$Q_{h,b,RE}$	kWh	126	2.418	7.719	10.518	9.736	8.142	5.108	45.375
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	78	1.928	3.034	2.671	2.142	735	10.587
Q_T	kWh	2.104	6.040	10.053	12.966	12.885	10.984	9.905	73.586
Q_V	kWh	386	1.107	1.842	2.376	2.361	2.012	1.815	13.482
Q_S^*	kWh	2.910	4.445	1.848	1.223	2.285	2.232	5.485	31.246
Q_I^*	kWh	72	238	567	791	728	594	393	3.598

 $\eta_{\text{source}} / \eta_{\text{source,WE}}$ = Ausnutzungsgrade für solare und interne Wärmegewinne im Regel- / WE-Betrieb $\Delta Q_{C,b,WE}$ = Übertrag gespeicherter Wärme zwischen Regel- und WE-Betrieb ($t_{\text{nutz}} < 365$)monatliche Heizzeit t_h nach Anhang D, Transmissionsverluste Q_T und Lüftungsverluste Q_V solare Wärmegewinne $Q_S^* = Q_S \cdot \eta$ und interne Wärmegewinne $Q_I^* = Q_I \cdot \eta$ Heizwärmebedarf $Q_{h,b} = Q_T + Q_V - Q_S^* \eta - Q_I^* \eta$ mit dem Ausnutzungsgrad η

7.2 Zone Verkehrsflächen Zu-/Abluft

Regelbetrieb (68,5%) mit $\vartheta_{h,Jan} = 16,4$ °C und $Q_I = 0,0$ kWh/d
 Wochenendbetrieb (31,5%) mit $\vartheta_{h,Jan} = 14,4$ °C und $Q_I = 0,0$ kWh/d

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,762
$\eta_{source,WE}$		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,770
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	146	380	612	633	633	571	623	4.191
t_h	h	493	744	720	744	744	672	744	5.864
$Q_{h,b,RE}$	kWh	272	1.173	1.953	2.372	2.372	2.044	1.955	13.496
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	47	104	266	259	190	62	928
Q_T	kWh	343	984	1.638	2.112	2.099	1.789	1.614	11.988
Q_V	kWh	173	496	825	1.064	1.057	901	813	6.037
Q_S^*	kWh	53	-	-	-	-	-	10	437
Q_I^*	kWh	206	279	489	645	615	518	399	3.650

7.3 Zone WC/Sanitär Zu-/Abluft

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,810	0,933	0,959	0,965	0,962	0,958	0,929	0,723
$\eta_{source,WE}$		0,944	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,787
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	296	392	383	396	396	357	396	3.454
t_h	h	493	580	720	744	744	672	744	6.622
$Q_{h,b,RE}$	kWh	915	2.325	2.934	3.342	3.301	2.867	2.685	20.720
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	13	369	566	536	418	187	2.089
Q_T	kWh	829	1.471	2.092	2.571	2.558	2.207	2.085	17.252
Q_V	kWh	1.077	1.954	2.011	2.114	2.113	1.899	2.071	13.679
Q_S^*	kWh	805	532	215	128	197	255	684	6.268
Q_I^*	kWh	438	567	643	724	699	607	600	5.440

7.4 Zone WC/Sanitär AbluftWC/Sanitär AbluftWC/Sanitär AbluftRegelbetrieb (68,5%) mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,9 \text{ °C}$ und $Q_I = 0,0 \text{ kWh/d}$ Wochenendbetrieb (31,5%) mit $\vartheta_{h,Jan} = 17,4 \text{ °C}$ und $Q_I = 0,0 \text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,967	0,988	0,995	0,996	0,996	0,995	0,991	0,934
$\eta_{source,WE}$		0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,892
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	55	55	54	55	55	50	55	572
t_h	h	493	744	720	744	744	672	744	7.101
$Q_{h,b,RE}$	kWh	578	1.130	1.667	2.062	2.045	1.757	1.613	12.941
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	29	92	129	124	101	65	540
Q_T	kWh	169	299	425	522	520	448	424	3.505
Q_V	kWh	572	1.014	1.442	1.772	1.764	1.521	1.437	11.893
Q_S^*	kWh	117	68	25	15	24	30	88	1.176
Q_I^*	kWh	79	89	98	109	106	93	95	1.012

7.5 Zone BüroRegelbetrieb (68,5%) mit $\vartheta_{h,Jan} = 20,0 \text{ °C}$ und $Q_I = 28,5 \text{ kWh/d}$ Wochenendbetrieb (31,5%) mit $\vartheta_{h,Jan} = 17,3 \text{ °C}$ und $Q_I = 0,0 \text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,721	0,900	0,977	0,986	0,982	0,980	0,943	0,732
$\eta_{source,WE}$		0,691	0,963	1,000	1,000	0,999	0,999	0,979	0,720
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	441	346	335	346	346	313	346	3.727
t_h	h	493	744	720	744	744	672	744	5.861
$Q_{h,b,RE}$	kWh	473	1.688	3.559	4.675	4.482	3.816	2.865	23.359
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	72	730	1.058	943	772	347	3.921
Q_T	kWh	1.438	2.551	3.627	4.458	4.436	3.826	3.615	29.914
Q_V	kWh	956	1.695	2.411	2.963	2.948	2.543	2.403	19.881
Q_S^*	kWh	1.509	1.376	543	362	690	668	1.628	13.814
Q_I^*	kWh	825	1.128	1.288	1.431	1.357	1.172	1.179	10.963

7.6 Zone Technik/Lager AbluftRegelbetrieb (68,5%) mit $\vartheta_{h,Jan} = 16,2 \text{ °C}$ und $Q_I = 0,0 \text{ kWh/d}$ Wochenendbetrieb (31,5%) mit $\vartheta_{h,Jan} = 14,1 \text{ °C}$ und $Q_I = 0,0 \text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,995	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,978
$\eta_{source,WE}$		0,997	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,979
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	16	46	64	67	67	60	67	470
t_h	h	720	744	720	744	744	672	744	6.315
$Q_{h,b,RE}$	kWh	62	285	489	620	616	521	458	3.346
$Q_{h,b,WE}$	kWh	5	55	113	163	161	131	95	757
Q_T	kWh	106	304	506	652	648	552	498	3.701
Q_V	kWh	23	66	109	141	140	119	107	798
Q_S^*	kWh	47	13	7	4	0	5	23	550
Q_I^*	kWh	14	22	33	41	40	34	29	267

7.7 Zone Technik/Lager Zu-/AbluftRegelbetrieb (68,5%) mit $\vartheta_{h,Jan} = 16,4$ °C und $Q_I = 0,0$ kWh/dWochenendbetrieb (31,5%) mit $\vartheta_{h,Jan} = 14,4$ °C und $Q_I = 0,0$ kWh/d

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\eta_{source,WE}$		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	11	33	52	54	54	49	54	353
t_h	h	720	744	720	744	744	672	744	6.372
$Q_{h,b,RE}$	kWh	31	114	193	238	237	204	192	1.355
$Q_{h,b,WE}$	kWh	2	6	14	30	29	22	10	118
Q_T	kWh	31	90	150	194	192	164	148	1.099
Q_V	kWh	15	48	80	104	103	88	79	571
Q_S^*	kWh	2	-	-	-	-	-	0	27
Q_I^*	kWh	12	18	27	33	32	28	24	223

7.8 Zone Technik/LagerRegelbetrieb (68,5%) mit $\vartheta_{h,Jan} = 16,2$ °C und $Q_I = 0,0$ kWh/dWochenendbetrieb (31,5%) mit $\vartheta_{h,Jan} = 14,0$ °C und $Q_I = 0,0$ kWh/d

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,791	0,992	1,000	1,000	1,000	1,000	0,998	0,720
$\eta_{source,WE}$		0,632	0,988	1,000	1,000	1,000	1,000	0,997	0,699
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	117	151	211	218	218	197	218	1.675
t_h	h	225	744	720	744	744	672	744	5.086
$Q_{h,b,RE}$	kWh	87	750	1.620	2.104	2.015	1.712	1.355	10.277
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	87	361	546	506	413	232	2.146
Q_T	kWh	394	1.130	1.881	2.426	2.411	2.055	1.854	13.770
Q_V	kWh	64	183	305	393	391	333	301	2.232
Q_S^*	kWh	441	417	148	100	203	186	473	3.675
Q_I^*	kWh	36	69	106	134	129	110	94	758

7.9 Zone ServerraumRegelbetrieb (100,0%) mit $\vartheta_{h,Jan} = 21,0$ °C und $Q_I = 78,9$ kWh/d

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,075	0,128	0,189	0,224	0,223	0,226	0,246	0,147
t_h	h	-	-	-	-	-	-	-	-
$Q_{h,b,RE}$	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
Q_T	kWh	88	155	221	271	270	233	220	1.821
Q_V	kWh	100	178	252	310	309	266	252	2.082
Q_S^*	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
Q_I^*	kWh	188	333	473	582	579	530	638	4.477

Horn + Horn Ingenieure Part. mbB Bauphysikalische BerechnungDoberaner Straße 155
18057 Rostock

LP5 in Abstimmung

24170 - Neubau esE Schulen Lankow
03.08.2026**7.10 Zone Lehrküche**Regelbetrieb (82,2%) mit $\vartheta_{h,Jan} = 20,1 \text{ °C}$ und $Q_I = 29,9 \text{ kWh/d}$ Wochenendbetrieb (17,8%) mit $\vartheta_{h,Jan} = 17,3 \text{ °C}$ und $Q_I = 0,0 \text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,737	0,883	0,942	0,957	0,954	0,951	0,927	0,755
$\eta_{source,WE}$		0,828	0,992	1,000	1,000	1,000	1,000	0,997	0,763
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	75	145	109	112	112	101	112	945
t_h	h	720	744	720	744	744	672	744	8.428
$Q_{h,b,RE}$	kWh	800	2.086	3.431	4.406	4.344	3.687	3.216	24.880
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	-	92	148	135	104	40	518
Q_T	kWh	420	745	1.059	1.302	1.295	1.117	1.056	8.734
Q_V	kWh	1.402	2.486	3.536	4.346	4.324	3.730	3.524	29.160
Q_S^*	kWh	351	276	114	69	129	153	357	3.545
Q_I^*	kWh	727	917	974	1.044	1.028	915	968	9.263

7.11 Zone Küche 1.46/1.47 Zu-/AbluftRegelbetrieb (82,2%) mit $\vartheta_{h,Jan} = 20,0 \text{ °C}$ und $Q_I = 107,1 \text{ kWh/d}$ Wochenendbetrieb (17,8%) mit $\vartheta_{h,Jan} = 17,5 \text{ °C}$ und $Q_I = 0,0 \text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,273	0,391	0,392	0,389	0,405	0,415	0,402	0,275
$\eta_{source,WE}$		0,998	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,885
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	23	42	49	51	51	46	51	398
t_h	h	592	612	610	656	653	578	617	7.336
$Q_{h,b,RE}$	kWh	232	599	586	576	525	453	573	4.112
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	-	10	23	22	15	3	72
Q_T	kWh	110	195	278	341	340	293	277	2.291
Q_V	kWh	978	1.664	1.541	1.511	1.513	1.387	1.608	10.276
Q_S^*	kWh	23	17	9	5	7	12	22	209
Q_I^*	kWh	841	1.249	1.218	1.252	1.303	1.203	1.286	10.303

7.12 Zone Küche/Gr.-DiffRegelbetrieb (68,5%) mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,9 \text{ °C}$ und $Q_I = 50,5 \text{ kWh/d}$ Wochenendbetrieb (31,5%) mit $\vartheta_{h,Jan} = 17,3 \text{ °C}$ und $Q_I = 0,0 \text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,759	0,912	0,976	0,985	0,981	0,979	0,949	0,766
$\eta_{source,WE}$		0,699	0,967	1,000	1,000	1,000	0,999	0,985	0,721
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	564	443	428	443	443	400	443	5.496
t_h	h	493	744	720	744	744	672	744	6.180
$Q_{h,b,RE}$	kWh	1.184	3.324	6.230	8.076	7.784	6.617	5.351	42.873
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	116	938	1.356	1.212	992	488	5.102
Q_T	kWh	1.707	3.028	4.306	5.292	5.266	4.542	4.292	35.509
Q_V	kWh	2.029	3.598	5.117	6.288	6.257	5.397	5.100	42.194
Q_S^*	kWh	1.855	1.677	679	456	859	834	1.924	17.428
Q_I^*	kWh	1.191	1.536	1.694	1.845	1.794	1.582	1.630	15.416

7.13 Zone Mensa Zu-/AbluftRegelbetrieb (68,5%) mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ und $Q_I = 27,8 \text{ kWh/d}$ Wochenendbetrieb (31,5%) mit $\vartheta_{h,Jan} = 17,6 \text{ }^{\circ}\text{C}$ und $Q_I = 0,0 \text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,471	0,688	0,774	0,799	0,777	0,778	0,717	0,540
$\eta_{source,WE}$		0,851	0,996	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,821
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	89	165	129	133	133	120	133	1.246
t_h	h	472	510	720	744	744	672	744	6.276
$Q_{h,b,RE}$	kWh	79	303	407	483	455	411	376	2.806
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	-	80	134	108	95	26	443
Q_T	kWh	227	403	573	705	701	605	571	4.728
Q_V	kWh	294	549	566	596	595	535	583	3.762
Q_S^*	kWh	194	227	87	68	137	98	216	1.749
Q_I^*	kWh	327	503	569	621	601	539	536	4.724

7.14 Zone Unterricht Zu-/AbluftRegelbetrieb (54,8%) mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ und $Q_I = 229,4 \text{ kWh/d}$ Wochenendbetrieb (45,2%) mit $\vartheta_{h,Jan} = 17,4 \text{ }^{\circ}\text{C}$ und $Q_I = 0,0 \text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,824	0,931	0,979	0,987	0,984	0,982	0,961	0,791
$\eta_{source,WE}$		0,823	0,992	1,000	1,000	1,000	1,000	0,996	0,760
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	2.713	1.693	1.639	1.693	1.693	1.530	1.693	22.873
t_h	h	395	744	720	744	744	672	744	5.870
$Q_{h,b,RE}$	kWh	4.096	9.362	16.728	21.554	20.978	17.808	14.814	120.025
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	1.433	4.920	6.801	6.286	5.169	3.163	27.772
Q_T	kWh	5.183	9.192	13.073	16.067	15.987	13.790	13.029	107.808
Q_V	kWh	6.039	10.709	15.230	18.719	18.625	16.065	15.180	125.600
Q_S^*	kWh	5.302	4.265	1.681	1.091	2.064	2.121	5.017	48.190
Q_I^*	kWh	4.043	4.938	5.384	5.866	5.720	5.055	5.222	50.248

7.15 Zone Aufenthalt Zu-/AbluftRegelbetrieb (68,5%) mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,9 \text{ }^{\circ}\text{C}$ und $Q_I = 67,7 \text{ kWh/d}$ Wochenendbetrieb (31,5%) mit $\vartheta_{h,Jan} = 17,4 \text{ }^{\circ}\text{C}$ und $Q_I = 0,0 \text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,602	0,832	0,908	0,931	0,918	0,913	0,849	0,640
$\eta_{source,WE}$		0,766	0,987	1,000	1,000	1,000	1,000	0,994	0,740
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	584	1.091	574	593	593	536	593	6.407
t_h	h	493	510	720	744	744	672	744	6.296
$Q_{h,b,RE}$	kWh	468	2.090	3.163	4.036	3.811	3.258	2.524	21.073
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	-	837	1.250	1.105	901	387	4.481
Q_T	kWh	1.773	3.144	4.472	5.496	5.468	4.717	4.457	36.875
Q_V	kWh	1.046	1.885	2.144	2.385	2.380	2.106	2.184	15.647
Q_S^*	kWh	1.625	1.591	639	437	825	780	1.776	14.499
Q_I^*	kWh	1.263	1.873	2.103	2.320	2.240	1.975	1.954	17.370

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,741	0,861	0,943	0,957	0,950	0,951	0,915	0,767
$\eta_{source,WE}$		0,946	0,989	1,000	1,000	1,000	1,000	0,996	0,873
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
t_h	h	720	744	720	744	744	672	744	7.220
$Q_{h,b,RE}$	kWh	104	358	696	910	877	759	625	4.843
$Q_{h,b,WE}$	kWh	9	69	160	205	186	165	121	976
Q_T	kWh	183	306	424	517	515	445	424	3.593
Q_V	kWh	339	569	789	961	957	827	788	6.680
Q_S^*	kWh	183	175	66	51	104	75	170	1.648
Q_I^*	kWh	225	277	306	331	320	284	295	2.919

7.17 Zone Sportraum Zu-/AbluftRegelbetrieb (68,5%) mit $\vartheta_{h,Jan} = 18,4 \text{ °C}$ und $Q_I = 5,3 \text{ kWh/d}$ Wochenendbetrieb (31,5%) mit $\vartheta_{h,Jan} = 15,7 \text{ °C}$ und $Q_I = 0,0 \text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,458	0,819	0,933	0,957	0,952	0,942	0,872	0,619
$\eta_{source,WE}$		0,713	0,980	0,999	1,000	1,000	0,999	0,984	0,699
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	-	66	73	75	75	68	75	649
t_h	h	231	744	720	744	744	672	744	5.802
$Q_{h,b,RE}$	kWh	-	163	413	565	547	447	312	2.580
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	22	135	203	189	147	69	766
Q_T	kWh	219	457	693	870	865	742	687	5.349
Q_V	kWh	45	130	186	226	225	195	185	1.132
Q_S^*	kWh	200	201	89	54	89	113	265	1.953
Q_I^*	kWh	104	205	255	292	280	240	226	1.945

7.18 Zone MehrzweckraumRegelbetrieb (68,5%) mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,9 \text{ °C}$ und $Q_I = 20,9 \text{ kWh/d}$ Wochenendbetrieb (31,5%) mit $\vartheta_{h,Jan} = 17,4 \text{ °C}$ und $Q_I = 0,0 \text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,617	0,804	0,913	0,937	0,924	0,919	0,852	0,649
$\eta_{source,WE}$		0,779	0,983	1,000	1,000	1,000	1,000	0,991	0,762
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	209	183	177	183	183	166	183	1.878
t_h	h	493	744	720	744	744	672	744	6.490
$Q_{h,b,RE}$	kWh	179	617	1.138	1.457	1.381	1.177	908	7.499
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	41	330	476	431	355	175	1.807
Q_T	kWh	626	1.110	1.579	1.941	1.931	1.666	1.574	13.023
Q_V	kWh	354	636	739	831	829	731	751	5.465
Q_S^*	kWh	566	512	205	139	261	249	608	5.084
Q_I^*	kWh	420	584	677	741	722	639	635	5.685

Horn + Horn Ingenieure Part. mbB Bauphysikalische BerechnungDoberaner Straße 155
18057 Rostock

LP5 in Abstimmung

24170 - Neubau esE Schulen Lankow
03.08.2026**7.19 Zone Stadtbibliothek**

Regelbetrieb (82,2%) mit $\vartheta_{h,Jan} = 20,1$ °C und $Q_I = 14,1$ kWh/d
 Wochenendbetrieb (17,8%) 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}		0,684	0,911	0,974	0,985	0,983	0,981	0,961	0,739
$\eta_{source,WE}$		0,982	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,887
$\Delta Q_{C,b,WE}$	kWh	164	311	287	297	297	268	297	2.379
t_h	h	380	612	720	744	744	672	744	5.405
$Q_{h,b,RE}$	kWh	160	940	2.020	2.725	2.635	2.225	1.733	13.229
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	-	156	258	236	189	83	923
Q_T	kWh	815	1.445	2.055	2.526	2.514	2.168	2.049	16.950
Q_V	kWh	673	1.194	1.697	2.086	2.076	1.790	1.692	13.998
Q_S^*	kWh	391	343	128	90	185	158	395	3.917
Q_I^*	kWh	1.012	1.428	1.540	1.656	1.630	1.452	1.530	13.815

7.20 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/(m² a)
Verkehrsflächen	73.586	13.482	31.246	3.598	55.962	58,2
Verkehrsflächen Zu-	11.988	6.037	437	3.651	14.424	20,2
WC/Sanitär Zu-/Ablu	17.252	13.679	6.268	5.440	22.809	51,1
WC/Sanitär AbluftWC	3.505	11.893	1.176	1.012	13.481	215,3
Büro	29.914	19.881	13.814	10.964	27.280	69,8
Technik/Lager Abluf	3.701	798	550	267	4.103	54,6
Technik/Lager Zu-/A	1.099	571	27	224	1.473	24,3
Technik/Lager	13.770	2.233	3.675	758	12.423	50,5
Serverraum	1.821	2.082	-	4.477	-	0,0
Lehrküche	8.734	29.160	3.545	9.263	25.398	200,1
Küche 1.46/1.47 Zu-	2.291	10.276	209	10.304	4.185	72,5
Küche/Gr.-Diff	35.509	42.194	17.428	15.416	47.975	96,0
Mensa Zu-/Abluft	4.728	3.762	1.749	4.724	3.249	21,6
Unterricht Zu-/Ablu	107.808	125.600	48.190	50.248	147.797	77,3
Aufenthalt Zu-/Ablu	36.876	15.647	14.499	17.370	25.553	38,1
Therapieraum/Sanitä	3.593	6.680	1.648	2.920	5.819	116,4
Sportraum Zu-/Abluf	5.349	1.132	1.953	1.945	3.345	39,5
Mehrzweckraum	13.023	5.465	5.084	5.685	9.306	45,0
Stadtbibliothek	16.950	13.998	3.917	13.815	14.153	42,3
	391.496	324.570	155.414	162.077	438.734	61,8

9.0 RLT-Systeme (DIN V 18599-3)**9.1 Gewählte RLT-Anlagen**Betrachtungsmonat Januar, $\theta_e = 1,0$ °C

Zone	Feuchteanf.	No Anlage	Komponenten	$\theta_{SUP, Jan}$ °C
Verkehrsflächen Zu-/Abluft	-	202 RLT-Anlage	VE LH rec60	18,0
WC/Sanitär Zu-/Abluft	-	202 RLT-Anlage	VE LH rec60	18,0
WC/Sanitär AbluftWC/Sanitär	-	000 RLT-Anlage	VE LH	18,0
Technik/Lager Abluft	-	000 RLT-Anlage	VE LH	18,0
Technik/Lager Zu-/Abluft	-	202 RLT-Anlage	VE LH rec60	18,0
Küche 1.46/1.47 Zu-/Abluft	mT	205 RLT-Anlage	VE LH LBv	18,0
Mensa Zu-/Abluft	mT	202 RLT-Anlage	VE LH rec60	18,0
Aufenthalt Zu-/Abluft	mT	202 RLT-Anlage	VE LH rec60	18,0
Sportraum Zu-/Abluft	-	202 RLT-Anlage	VE LH rec60	18,0
Mehrzweckraum	mT	202 RLT-Anlage	VE LH rec60	18,0

Zone <2> RLT-Anlage (202) mit $V_{SUP}/ETA = 0 / 0$ m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, rec60Zone <3> RLT-Anlage (202) mit $V_{SUP}/ETA = 6697 / 6697$ m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, rec60Zone <4> RLT-Anlage (000) mit $V_{SUP}/ETA = 0 / 939$ m³/h, nutzungsabhängigZone <6> RLT-Anlage (000) mit $V_{SUP}/ETA = 0 / 11$ m³/h, nutzungsabhängigZone <7> RLT-Anlage (202) mit $V_{SUP}/ETA = 9 / 9$ m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, rec60Zone <11> RLT-Anlage (205) mit $V_{SUP}/ETA = 5193 / 5193$ m³/h, nutzungsabhängig, balanciertZone <13> RLT-Anlage (202) mit $V_{SUP}/ETA = 2704 / 2704$ m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, rec60Zone <15> RLT-Anlage (202) mit $V_{SUP}/ETA = 4689 / 4689$ m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, rec60Zone <17> RLT-Anlage (202) mit $V_{SUP}/ETA = 254 / 254$ m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, rec60Zone <18> RLT-Anlage (202) mit $V_{SUP}/ETA = 1449 / 1449$ m³/h, nutzungsabhängig, balanciert, rec60

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	$t_v \cdot d_v$ h/m	$P_{v, SUP}$ kW	$P_{v, ETA}$ kW	$W_{v, Jan}$ kWh
Verkehrsflächen Zu-/Abluft	0	276	0,00	0,00	-
WC/Sanitär Zu-/Abluft	6697	276	2,79	1,86	1.284
WC/Sanitär AbluftWC/Sanitär	939	276	0,00	0,26	72
Technik/Lager Abluft	11	276	0,00	0,00	1
Technik/Lager Zu-/Abluft	9	276	0,00	0,00	2
Küche 1.46/1.47 Zu-/Abluft	5193	382	2,16	1,44	1.379
Mensa Zu-/Abluft	2704	191	1,13	0,75	359
Aufenthalt Zu-/Abluft	4689	276	1,95	1,30	899
Sportraum Zu-/Abluft	254	361	0,11	0,07	64
Mehrzweckraum	1449	276	0,60	0,40	278

monatliche Werte	W _V [kWh]							
	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Verkehrsflächen	-	-	-	-	-	-	-	-
WC/Sanitär Zu-/	1.243	1.284	1.243	1.284	1.284	1.160	1.284	15.118
WC/Sanitär Ablu	70	72	70	72	72	65	72	848
Technik/Lager A	1	1	1	1	1	1	1	10
Technik/Lager Z	2	2	2	2	2	2	2	23
Küche 1.46/1.47	1.334	1.379	1.334	1.379	1.379	1.245	1.379	16.232
Mensa Zu-/Abluf	347	359	347	359	359	324	359	4.225

Horn + Horn Ingenieure Part. mbB Bauphysikalische BerechnungDoberaner Straße 155
18057 Rostock

LP5 in Abstimmung

24170 - Neubau esE Schulen Lankow
03.08.2026

Aufenthalt Zu-/	870	899	870	899	899	812	899	10.584
Sportraum Zu-/A	62	64	62	64	64	58	64	752
Mehrzweckraum	269	278	269	278	278	251	278	3.272

4.197 4.337 4.197 4.337 4.337 3.917 4.337 51.065

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

 $P_{\text{v,SUP}} / P_{\text{v,ETA}} = \text{elektrische Leistungsaufnahme [kW] der Zuluft- und Abluft-Ventilatoren}$
 $W_{\text{v}} = \text{Endenergiebedarf für die Luftförderung im Betrachtungsmonat (Hilfsenergie)}$
9.3 Zuluftkonditionierung (DIN V 18599-3)

Energiebedarfskennwerte für den Standort Deutschland (Potsdam)

Kennwerte für Zuluftvorwärmung im Januar

	θ_{HC} °C	$q_{\text{H,12h}}$ Wh/m³	f_{H}	q_{H} Wh/m³	$Q_{\text{V,H}}$ kWh	$A_{\text{K,A}}$ m²
Verkehrsflächen Zu-/Abluf	19,4	852	1,01	639	-	0,0
WC/Sanitär Zu-/Abluft	19,4	852	1,01	639	4.276	0,0
WC/Sanitär AbluftWC/Sanit	19,4	-	1,01	-	-	0,0
Technik/Lager Abluft	19,4	-	1,01	-	-	0,0
Technik/Lager Zu-/Abluft	19,4	852	1,01	639	6	0,0
Küche 1.46/1.47 Zu-/Abluf	19,4	2.771	1,02	2.904	15.080	0,0
Mensa Zu-/Abluft	19,4	852	0,98	429	1.160	0,0
Aufenthalt Zu-/Abluft	19,4	852	1,01	639	2.994	0,0
Sportraum Zu-/Abluft	19,4	852	1,03	852	216	0,0
Mehrzweckraum	19,4	852	1,01	639	925	0,0

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

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

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

 f_{i} = Korrekturfaktor für die tägliche Anlagenbetriebszeit nach Gl.37

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

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

9.4 Energiebedarf für Zuluftvorwärmung

Zone Verkehrsflächen Zu-/Abluft		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Q _{V,H}	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
t _{h*,op}	h	-	-	-	-	-	-	-	-
Q _{h*,b}	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	-	-	-

Zone WC/Sanitär Zu-/Abluft		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Q _{V,H}	kWh	803	1.445	3.057	4.397	4.276	3.573	2.816	24.377
t _{h*,op}	h	27	28	58	83	81	68	53	533
Q _{h*,b}	kWh	883	1.590	3.362	4.836	4.704	3.931	3.097	26.815
		883	1.590	3.362	4.836	4.704	3.931	3.097	26.815

Zone WC/Sanitär AbluftWC/Sanitär AbluftWC/Sanitär Abluft		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Q _{V,H}	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
t _{h*,op}	h	-	-	-	-	-	-	-	-
Q _{h*,b}	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
		883	1.590	3.362	4.836	4.704	3.931	3.097	26.815

Zone Technik/Lager Abluft		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Q _{V,H}	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
t _{h*,op}	h	-	-	-	-	-	-	-	-
Q _{h*,b}	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
		883	1.590	3.362	4.836	4.704	3.931	3.097	26.815

Zone Technik/Lager Zu-/Abluft		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Q _{V,H}	kWh	1	2	4	6	6	5	4	33
t _{h*,op}	h	27	28	58	83	81	68	53	533
Q _{h*,b}	kWh	1	2	4	6	6	5	4	33
		884	1.592	3.366	4.842	4.709	3.936	3.101	26.847

Zone Küche 1.46/1.47 Zu-/Abluft		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Q _{V,H}	kWh	3.064	6.095	11.129	15.216	15.080	12.832	11.717	96.280
t _{h*,op}	h	46	95	173	236	235	199	181	1.460
Q _{h*,b}	kWh	3.370	6.705	12.242	16.737	16.588	14.115	12.888	105.907
		4.255	8.296	15.608	21.580	21.297	18.051	15.989	132.755

Zone Mensa Zu-/Abluft		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Q _{V,H}	kWh	226	392	829	1.192	1.160	969	764	6.635
t _{h*,op}	h	18	19	38	55	54	45	35	359
Q _{h*,b}	kWh	249	431	912	1.312	1.276	1.066	840	7.298
		4.503	8.728	16.520	22.891	22.573	19.117	16.829	140.053

Zone Aufenthalt Zu-/Abluft		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{V,H}$	kWh	562	1.012	2.140	3.078	2.994	2.502	1.971	17.068
$t_{h*,op}$	h	27	28	55	80	78	65	51	519
$Q_{h*,b}$	kWh	618	1.113	2.354	3.386	3.293	2.752	2.169	18.775
		5.122	9.841	18.874	26.277	25.866	21.869	18.998	158.828

Zone Sportraum Zu-/Abluft		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{V,H}$	kWh	38	73	155	222	216	181	142	1.218
$t_{h*,op}$	h	35	36	76	109	106	89	70	698
$Q_{h*,b}$	kWh	42	80	170	245	238	199	157	1.340
		5.164	9.921	19.044	26.522	26.104	22.068	19.154	160.168

Zone Mehrzweckraum		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{V,H}$	kWh	174	313	661	951	925	773	609	5.274
$t_{h*,op}$	h	27	28	55	80	78	65	51	519
$Q_{h*,b}$	kWh	191	344	727	1.046	1.018	850	670	5.802
		5.355	10.265	19.772	27.568	27.122	22.919	19.825	165.969

Nutzwärmebedarf $Q_{V,H}$ nach Heizbereichen [kWh]		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
1 statische Zen		5.313	10.185	19.602	27.324	26.884	22.720	19.668	164.630
2 statische Zen		42	80	170	245	238	199	157	1.340
		5.355	10.265	19.772	27.568	27.122	22.919	19.825	165.970

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

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

$Q_{h*,b}$ nach DIN V 18599-7, Gl.1.1, Übergabeverluste pauschal 10% (5.4.2)

Leitungsverluste mit $A_{K,A}$ und $f_{vh,d} = 16 \text{ W/m}^2$

9.5 Energiebedarf für Zuluftkühlung

nicht vorgesehen

9.6 Energiebedarf für Dampfbefeuchtung

nicht vorgesehen

10.0 Beleuchtungssysteme (DIN V 18599-4)*10.1 Tageslichtbereiche*

Tageslichtbereiche an vertikalen Fassaden (46), mit Dachoberlichtern (0)

Bezüge siehe DIN V 18599-4

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

Tageslichtbereiche an vertikalen Fassaden

Tageslichtbereich	Zone	E_m lx	A_{TL} m ²	A_{RB} m ²	Tageslicht	C_{TL} %
1 F 6 FF	Ost 8	100	41,3	4,1	gering	56
2 F 14 FF	Süd 5	500	68,8	22,5	gut	77
3 F 21 FF	West 4	200	10,9	6,0	gut	91
4 F 25 FF	West 3	200	23,9	13,4	gut	91
5 F 30 FF	West 6	100	21,8	6,0	mittel	82
6 F 33 FF	Ost 18	300	36,5	3,4	gering	55
7 F 37 FF	Ost 1	100	272,1	99,3	gut	87
8 F 39 FF	Ost 5	500	139,8	35,3	mittel	69
9 F 42 FF	Ost 17	300	19,8	3,4	gering	71
10 F 48 FF	Süd 1	100	235,1	64,6	mittel	83
11 F 52 FAW	Süd 8	100	12,2	3,5	mittel	84
12 F 55 FF	Süd 8	100	16,5	7,3	gut	87
13 F 58 FF	West 5	500	67,8	32,5	gut	81
14 F 61 FF	Nord 10	300	38,5	14,0	gut	88
15 F 69 FF	Süd 13	200	22,0	12,0	gut	88
16 F 74 FF	Süd 18	300	44,5	9,2	mittel	78
17 F 76 FF	Nord 3	200	23,9	6,3	mittel	80
18 F 79 FF	Nord 15	300	105,6	42,0	gut	90
19 F 83 FF	Nord 11	500	16,8	6,1	gut	75
20 F 87 FF	Ost 1	100	35,5	11,4	gut	85
21 F 90 FF	Ost 8	100	37,7	10,8	mittel	83
22 F 93 FF	Süd 14	300	221,3	79,6	gut	86
23 F 98 FF	Süd 15	300	84,2	36,0	gut	87
24 F 100 Tuer	Süd 1	100	18,5	7,8	gut	87
25 F 103 FF	West 15	300	43,4	20,0	gut	89
26 F 106 FF	Nord 8	100	11,2	4,1	gut	88
27 F 109 FF	Nord 14	300	393,7	141,9	gut	88
28 F 112 FF	Nord 12	300	120,4	54,0	gut	92
29 F 116 FF	Ost 10	300	51,4	18,0	gut	86
30 F 120 FF	Süd 19	200	22,0	8,0	gut	86
31 F 125 FF	Süd 12	300	67,0	30,2	gut	87
32 F 137 FF	Ost 14	300	419,5	151,8	gut	87
33 F 142 FF	Ost 15	300	102,0	38,0	gut	87
34 F 147 FF	Ost 12	300	89,0	42,0	gut	89
35 F 150 FF	West 14	300	92,3	32,0	gut	86
36 F 67 FF	West 1	100	243,0	180,8	gut	92
37 F 160 FF	West 3	200	86,7	62,7	gut	92
38 F 168 FF	Süd 16	500	22,0	8,0	gut	78
39 F 174 FF	Nord 5	500	33,2	11,8	gut	74
40 F 178 FF	Süd 1	100	18,3	7,4	gut	86
41 F 181 FF	West 17	300	64,8	10,5	gering	69
42 F 184 FF	Ost 19	200	38,5	14,0	gut	87
43 F 56 FAW	West 8	100	6,0	9,2	gut	93
44 F 189 Tuer	Nord 19	200	2,1	2,6	gut	98
45 F 190 FF	West 12	300	7,9	11,9	gut	93
46 F 192 FF	S-W 12	300	16,5	6,0	gut	89

tageslichtversorgte Flächen nach Zonen

Zone	A_{NGF} [m ²]	A_{TL} [m ²]	A_{KTL} [m ²]
Verkehrsflächen	962	822	139
Verkehrsflächen Zu-/Abfu	714	-	714

Horn + Horn Ingenieure Part. mbB Bauphysikalische BerechnungDoberaner Straße 155
18057 Rostock

LP5 in Abstimmung

24170 - Neubau esE Schulen Lankow
03.08.2026

WC/Sanitär Zu-/Abluft	447	135	312
WC/Sanitär AbluftWC/Sani	63	11	52
Büro	391	310	81
Technik/Lager Abluft	75	22	53
Technik/Lager Zu-/Abluft	61	-	61
Technik/Lager	246	125	121
Serverraum	44	-	44
Lehrküche	127	90	37
Küche 1.46/1.47 Zu-/Ablu	58	17	41
Küche/Gr.-Diff	500	301	199
Mensa Zu-/Abluft	150	22	128
Unterricht Zu-/Abluft	1912	1.127	785
Aufenthalt Zu-/Abluft	670	335	335
Therapieraum/Sanität	50	22	28
Sportraum Zu-/Abluft	85	85	-
Mehrzweckraum	207	81	126
Stadtbibliothek	335	63	272

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

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

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

 A_{RB} = Fensterfläche (Rohbaumaße), E_m = Wartungswert der Beleuchtungsstärke (Zonenrandbedingung)

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

 bei Dachoberlichtern $D_j = D_a \cdot \tau_{D65} \cdot k \cdot A_{RB} / A_{TL} \cdot \eta_R$ (Gl. 35), mit D_a =

 Außentageslichtquotient nach Tab.17, η_R =

Raumwirkungsgrad nach Tab. 18 / 19

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

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

Bereich	C_{TL}	$C_{TL,kon}$	F_{TL}	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun
				%	%	%	%	%	%
1 F 6 FF	8	56	50	76	73	70	68	67	67
2 F 14 FF	5	77	73	52	46	41	37	35	35
3 F 21 FF	4	91	60	54	47	42	39	37	36
4 F 25 FF	3	91	60	54	47	42	39	37	36
5 F 30 FF	6	82	55	62	56	52	49	48	47
6 F 33 FF	18	55	50	77	73	71	69	68	68
7 F 37 FF	1	87	60	56	49	45	42	40	39
8 F 39 FF	5	69	73	57	51	47	44	42	41
9 F 42 FF	17	71	65	61	55	51	48	47	46
10 F 48 FF	1	83	55	61	56	52	49	47	47
11 F 52 FAW	8	84	55	61	55	51	48	46	46
12 F 55 FF	8	87	60	56	49	45	42	39	39
13 F 58 FF	5	81	75	48	41	35	32	29	29
14 F 61 FF	10	88	60	55	49	44	41	39	38
15 F 69 FF	13	88	73	45	38	32	28	26	25
16 F 74 FF	18	78	55	63	58	54	52	50	50
17 F 76 FF	3	80	55	63	57	53	51	49	48
18 F 79 FF	15	90	60	54	48	43	40	37	37
19 F 83 FF	11	75	57	64	59	55	52	51	50
20 F 87 FF	1	85	55	60	55	51	48	46	45
21 F 90 FF	8	83	55	61	56	52	49	47	47
22 F 93 FF	14	86	73	47	39	34	30	28	27
23 F 98 FF	15	87	60	56	49	45	42	40	39
24 F 100 Tuer	1	87	60	56	49	45	41	39	39
25 F 103 FF	15	89	60	54	48	43	40	38	37
26 F 106 FF	8	88	60	55	49	44	41	39	38
27 F 109 FF	14	88	73	45	38	32	28	25	25

Horn + Horn Ingenieure Part. mbB Bauphysikalische BerechnungDoberaner Straße 155
18057 Rostock

LP5 in Abstimmung

24170 - Neubau esE Schulen Lankow
03.08.2026

28 F 112 FF	12	92	60	53	46	41	38	36	35
29 F 116 FF	10	86	55	60	54	50	47	45	45
30 F 120 FF	19	86	60	56	50	45	42	40	40
31 F 125 FF	12	87	60	56	49	45	41	39	39
32 F 137 FF	14	87	73	46	39	33	29	27	26
33 F 142 FF	15	87	60	56	49	45	42	39	39
34 F 147 FF	12	89	60	54	48	43	40	38	37
35 F 150 FF	14	86	70	49	42	36	33	30	30
36 F 67 FF	1	92	60	53	47	42	38	36	35
37 F 160 FF	3	92	60	53	47	42	38	36	36
38 F 168 FF	16	78	57	62	57	53	50	48	48
39 F 174 FF	5	74	75	53	46	41	38	36	35
40 F 178 FF	1	86	60	56	50	45	42	40	39
41 F 181 FF	17	69	65	62	56	52	50	48	47
42 F 184 FF	19	87	60	56	50	45	42	40	39
43 F 56 FAW	8	93	60	53	46	41	37	35	35
44 F 189 Tuer	19	98	60	50	43	37	34	32	31
45 F 190 FF	12	93	60	53	46	41	37	35	35
46 F 192 FF	12	89	60	55	48	44	40	38	38

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

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

FTL = Teilbetriebsfaktoren Tageslicht (Betriebszeitanteil Kunstlicht) nach Gl.39

FTL = max[1 - v_{Monat} * CTL * CTL_{kon}; 0], Verteilungsschlüssel v_{Monat} nach Tab.26 / 27**10.3 Kunstlichtversorgung**

elektrische Anschlussleistung für Kunstlichtbereiche (19)

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 _{1,b} kWh/m
1 Verkehrsflächen	1	100	1-1-2	5,3	0,24	30	610	50	189
2 Verkehrsflächen Z	2	100	1-1-2	5,3	0,24	0	610	50	212
3 WC/Sanitär Zu-/Ab	3	200	1-1-2	10,6	0,55	65	1399	114	532
4 WC/Sanitär Abluft	4	200	1-1-2	10,6	0,55	64	1399	114	79
5 Büro	5	500	1-1-2	17,9	0,85	89	2162	176	867
6 Technik/Lager Abl	6	100	1-1-2	7,2	0,07	9	175	14	8
7 Technik/Lager Zu-	7	100	1-1-2	7,2	0,07	0	175	14	7
8 Technik/Lager	8	100	1-1-2	7,2	0,07	10	175	14	24
9 Serverraum	9	500	1-1-2	17,3	0,53	0	2314	2285	294
10 Lehrküche	10	300	1-1-2	14,4	0,53	62	1266	782	259
11 Küche 1.46/1.47 Z	11	500	1-1-2	23,0	1,00	118	2411	1489	406
12 Küche/Gr.-Diff	12	300	1-1-2	10,9	0,53	61	1335	109	496
13 Mensa Zu-/Abluft	13	200	1-1-2	5,6	1,00	62	1750	0	115
14 Unterricht Zu-/Ab	14	300	1-1-2	9,3	0,88	43	1225	0	1212
15 Aufenthalt Zu-/Ab	15	300	1-1-2	10,9	0,53	62	1335	109	708
16 Therapieraum/Sani	16	500	1-1-2	20,0	1,00	121	2543	207	192
17 Sportraum Zu-/Abl	17	300	1-1-2	9,6	0,71	85	1794	887	130
18 Mehrzweckraum	18	300	1-1-2	10,9	0,53	78	1335	109	245
19 Stadtbibliothek	19	200	1-1-2	12,2	1,00	129	3009	591	1156

7131

1-1-2 (1): stabförmige Leuchtstofflampen, Vorschaltgerät EVG elektronisch, direkt / indirekt, A_{KL}
= 7.093 m²

Präsenzmelder: Zonen 1/2/3/4/9/10/12/15/17/18/, Konstantlichtregelung: Zonen 5/11/13/14/16/17/19/

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

Zone	Sep kWh	Okt kWh	Nov kWh	Dez kWh	Jan kWh	Feb kWh	Mär kWh	Jahr kWh
Verkehrsfläche	161	177	187	209	189	158	164	2.005
Verkehrsfläche	205	212	205	212	212	192	212	2.498
WC/Sanitär Zu-	498	523	518	549	532	471	513	6.098
WC/Sanitär Abl	75	78	77	80	79	70	77	916
Büro	519	575	600	671	607	508	530	6.492
Technik/Lager	7	8	8	8	8	7	8	90
Technik/Lager	7	7	7	7	7	6	7	83
Technik/Lager	22	23	23	25	24	21	23	270
Serverraum	142	147	142	147	147	133	147	1.730
Lehrküche	237	252	253	271	259	226	243	2.916
Küche 1.46/1.4	387	403	393	411	406	363	399	4.720
Küche/Gr.-Diff	444	477	487	533	496	428	455	5.482
Mensa Zu-/Ablu	109	114	111	117	115	103	113	1.332
Unterricht Zu-	953	1.047	1.082	1.197	1.091	930	976	11.867
Aufenthalt Zu-	645	687	693	749	708	617	662	7.939
Therapieraum/S	179	188	187	199	192	169	184	2.189
Sportraum Zu-/	116	125	127	139	130	112	119	1.437
Mehrzweckraum	231	242	239	252	245	218	238	2.825
Stadtbibliothek	1.102	1.148	1.122	1.174	1.156	1.033	1.137	13.445
	6.039	6.433	6.461	6.951	6.601	5.764	6.207	74.333

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

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

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

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

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

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

11.0 Klimakältesysteme (DIN V 18599-7)**11.1 Kühlenergiebedarf**

Ausnutzungsgrad für Wärmequellen (Kühlbilanz)

Betrachtungsmonat Juli

Zone	Q_{sink}	Q_{source}	γ	C_{wirk}	τ	η
Verkehrsflächen	102	349	3,425	50,000	33,97	0,288
Verkehrsflächen Zu-/Abluft	21	16	0,762	50,000	124,56	0,977
WC/Sanitär Zu-/Abluft	19	74	3,950	50,000	14,96	0,240
WC/Sanitär AbluftWC/Sanitär	16	10	0,635	50,000	14,34	0,789
Büro	44	155	3,533	50,000	32,12	0,278
Technik/Lager Abluft	5	3	0,625	50,000	51,84	0,944
Technik/Lager Zu-/Abluft	2	1	0,256	50,000	105,53	1,000
Technik/Lager	19	31	1,668	50,000	47,40	0,565
Serverraum	3	84	29,875	50,000	55,95	0,033
Lehrküche	33	67	2,027	50,000	13,84	0,416
Küche 1.46/1.47 Zu-/Abluft	2	128	51,606	50,000	2,53	0,019
Küche/Gr.-Diff	72	196	2,740	50,000	25,09	0,347
Mensa Zu-/Abluft	6	43	7,736	50,000	17,79	0,128
Unterricht Zu-/Abluft	245	625	2,556	50,000	28,13	0,373
Aufenthalt Zu-/Abluft	37	217	5,814	50,000	24,22	0,170
Therapieraum/Sanität	8	22	2,612	50,000	21,37	0,357
Sportraum Zu-/Abluft	6	32	5,000	50,000	28,45	0,198
Mehrzweckraum	13	72	5,377	50,000	22,88	0,183
Stadtbibliothek	25	85	3,438	50,000	48,56	0,289

Kühlenergiebedarf

Zone	Dez kWh	Jan kWh	Feb kWh	Mär kWh	Apr kWh	Mai kWh	Jun kWh	Jahr kWh
⇒ Q _{c,b} (Raumklima)								
Verkehrsfläche	-	2	2	92	1.279	2.993	4.565	19.904
Verkehrsfläche	-	-	-	-	-	-	0	10
WC/Sanitär Zu-	13	15	18	55	211	619	1.415	6.594
WC/Sanitär Abl	0	0	0	1	4	13	26	128
Büro	15	22	21	108	600	1.297	1.916	9.351
Technik/Lager	-	-	-	-	-	0	2	8
Technik/Lager	-	-	-	-	-	-	-	-
Technik/Lager	-	-	-	-	10	51	154	693
Serverraum	1.984	1.986	1.818	2.093	2.151	2.365	2.361	26.294
Lehrküche	38	43	44	87	221	447	686	3.844
Küche 1.46/1.4	1.803	1.801	1.639	1.847	1.949	2.657	3.472	29.639
Küche/Gr.-Diff	22	31	32	121	556	1.284	2.010	9.994
Mensa Zu-/Ablu	126	150	132	213	337	582	848	5.519
Unterricht Zu-	51	67	73	231	1.078	2.765	4.653	23.021
Aufenthalt Zu-	135	178	174	467	1.354	2.571	3.664	19.642
Therapieraum/S	14	18	15	35	86	155	216	1.360
Sportraum Zu-/	6	8	9	35	155	335	482	2.309
Mehrzweckraum	39	53	52	150	450	839	1.198	6.360
Stadtbibliothek	18	20	21	59	265	720	1.137	5.870

Kühlenergiebedarf der Raumklimasysteme Q_{c,b}

Q_{c,b} = (1 - η) * Q_{source} mit Q_{source} = (Q_T + Q_V + Q_S + Q_I)_{source} (T₂, Gl.2, nur Regelbetrieb)
 berechnet mit θ_{i,c} = θ_{i,c,soll} - 2K (T₂ Gl.39), c_{wirk} und Zeitkonstante τ siehe Abschnitt 6.0

11.2 Maximal erforderliche Kälteleistung Q_{c,max}Q_{c,max} nach DIN V 18599-2, Anhang C

Zone	t _{c,op,d} h/d	Q _{c,max, Juli} kW	Q _{c,max, Sept} kW	techn. gekühlt
Verkehrsflächen	13	83,1	71,7	nein
Verkehrsflächen Zu-/Abluft	13	2,3	0,7	nein
WC/Sanitär Zu-/Abluft	13	15,6	8,4	nein
WC/Sanitär AbluftWC/Sanitär	13	2,1	0,9	nein
Büro	13	27,5	23,5	nein
Technik/Lager Abluft	13	0,9	0,4	nein
Technik/Lager Zu-/Abluft	13	0,0	-0,1	nein
Technik/Lager	13	6,6	5,0	nein
Serverraum	24	2,7	2,6	nein
Lehrküche	15	8,0	5,1	nein
Küche 1.46/1.47 Zu-/Abluft	15	10,5	1,6	nein
Küche/Gr.-Diff	13	30,4	25,0	nein
Mensa Zu-/Abluft	9	6,9	5,4	nein
Unterricht Zu-/Abluft	9	101,8	81,0	nein
Aufenthalt Zu-/Abluft	13	33,0	26,9	nein
Therapieraum/Sanität	13	2,9	2,7	nein
Sportraum Zu-/Abluft	17	4,6	3,5	nein
Mehrzweckraum	13	12,4	10,1	nein
Stadtbibliothek	14	10,3	8,4	nein
		361,6	282,8	

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 $\Delta\theta$ = zul. Temperaturschwankung,
Regelwert = 2K

Für die Referenzberechnung werden in den Zonen nur 50% des Primärenergiebedarfs
angerechnet

(GEG A2)

Monat Dez Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jahr

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
Verkehrsflächen	nicht relevant			-
Verkehrsflächen Zu-/	nicht relevant			-
WC/Sanitär Zu-/Abluf	nicht relevant			-
WC/Sanitär AbluftWC/	nicht relevant			-
Büro	nicht relevant			-
Technik/Lager Abluft	nicht relevant			-
Technik/Lager Zu-/Ab	nicht relevant			-
Technik/Lager	nicht relevant			-
Serverraum	nicht relevant			-
Lehrküche	nicht relevant			-
Küche 1.46/1.47 Zu-/	Restaurant, Gas	0,920 m ² Gastraum	84	1.969 c
Küche/Gr.-Diff	Kaserne	0,180 m ² Zimmer	500	1.910 c
Mensa Zu-/Abluft	nicht relevant			-
Unterricht Zu-/Abluf	nicht relevant			-
Aufenthalt Zu-/Abluf	nicht relevant			-
Therapieraum/Sanität	nicht relevant			-
Sportraum Zu-/Abluft	nicht relevant			-
Mehrzweckraum	nicht relevant			-
Stadtbibliothek	nicht relevant			-

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

c) Flächenbezug ist die Nettogrundfläche A_{NGF}

12.2 Eingesetzte Warmwassersysteme

Versorgungsbereich	Zonen (n)	f_{zapf}	$Q_{w,b}$ kWh/Jahr
1 dezentrale WW-Versorgung	100% 12/	1,05	23.612
2 zentrale WW-Versorgung	100% 11/	1,00	23.184
3			

12.3 Verteilungsnetze

(1) "dezentrale WW-Versorgung", Zonen 12

Verteilsystem: dezentral mit Erzeugern

Wärmedurchgangskoeffizient U_i , gedämmte Leitungen nach 1995 (REF)

mittlere Temperatur des Rohrabschnitts $\theta_{w,av}$ ohne Zirkulation

Umgebungstemperatur in der thermischen Hülle = Bilanzinnentemperatur

(2) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 11

Verteilsystem: mit Zirkulation, Zirkulationsbetrieb an $z = 13,0 \text{ h/d}$

Wärmedurchgangskoeffizient U_i , gedämmte Leitungen nach 1995 (REF)

mittlere Temperatur des Rohrabschnitts $\theta_{w,av}$ ohne Zirkulation, im Zirkulationsbetrieb
57,5°C (Tab.6)

Umgebungstemperatur in der thermischen Hülle = Bilanzinnentemperatur

Zirkulationspumpe

Volumenstrom $V = 0,11 \text{ m}^3/\text{h}$, $\Delta p = 16,1 \text{ kPa}$, $P_{\text{hydr}} = 0,512 \text{ kPa} \cdot \text{m}^3/\text{h}$, $e_{w,d,aux} = 23,8$ Elektrische Leistungsaufnahme $P_p =$ unbekannt, geregelt, bedarfsorientiert

Verteilung (V)					Stränge (S)		Stichtlg. (St)	
(1) "dezentrale WW-Versorgung", Zonen 12								
Leitungslängen l_i			0 m		0 m		37 m	
Wärmedurchgangskoeffizient U_i							0,255 W/(mK)	
Warmwassertemperatur $\theta_{w,av}$							32,9 °C	
Umgebungstemperatur $\theta_{I,Jan}$							19,9 °C	
(2) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 11								
Leitungslängen l_i			41 m		3 m		22 m	
Wärmedurchgangskoeffizient U_i			0,200 W/(mK)		0,255 W/(mK)		0,255 W/(mK)	
Warmwassertemperatur $\theta_{w,av}$			34,5 °C		32,9 °C		32,9 °C	
Umgebungstemperatur $\theta_{I,Jan}$			13,0 °C		20,0 °C		20,0 °C	
Monat	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr

(1) "dezentrale WW-Versorgung", Zonen 12									
$Q_{w,b}$	kWh	1.941	2.005	1.941	2.005	2.005	1.811	2.005	23.612
$Q_{w,d,St}$	kWh	58	61	60	63	63	57	62	716
$Q_{w,d}$	kWh	58	61	60	63	63	57	62	716
$Q_{I,w,d}$	kWh	58	61	60	63	63	57	62	716
Aufteilung $Q_{I,w,d}$: nach Grundflächenanteilen									
(2) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 11									
$Q_{w,b}$	kWh	1.906	1.969	1.906	1.969	1.969	1.779	1.969	23.184
$Q_{w,d,v}$	kWh	284	294	284	294	294	266	294	3.461
$Q_{w,d,s}$	kWh	20	20	20	21	21	19	21	240
$Q_{w,d,St}$	kWh	41	43	43	45	45	40	44	509
$Q_{w,d}$	kWh	345	358	347	359	359	324	359	4.210
$W_{w,d}$	kWh	4	4	4	4	4	4	4	47
$Q_{I,w,d}$	kWh	61	64	63	65	65	59	65	749
Aufteilung $Q_{I,w,d}$: nach Grundflächenanteilen									

 $Q_{w,d}$ = Wärmeverluste des Rohrnetzes der Warmwasserverteilung nach DIN V 18599-8, Abs. 6.2

Leitungslängen der Verteilung (V), der Stränge (S) und der Stichtleitungen (St) nach Tab.10 oder manuell

 $Q_{I,w,d}$ = unregelmäßige Wärmeeinträge durch die WW-Verteilung, siehe "interne Wärmegewinne" $W_{w,d}$ = Hilfsenergiebedarf der Zirkulationspumpe

12.4 Warmwasserspeicher

(1) "dezentrale WW-Versorgung", Zonen 12
nicht vorhanden

(2) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 11
indirekt beheizter Speicher, bivalent mit Solarteil, Speichervolumen $V_{aux} = 98$, $V_{sol} = 126$ Liter
Bereitschafts-Wärmeverlust $Q_{s,p0,day} = 0,0 \text{ kWh/d}$
Umgebungstemperatur am Aufstellort $\theta_I 13,0 \text{ °C}$ (Heizperiode), außerhalb der Heizperiode $22,0 \text{ °C}$
Speicher-Wärmeverlust $Q_{w,s} = f_{con} \cdot (55 - T_u) / 45 \cdot d_{op,mth} \cdot Q_{s,p0,day}$ mit $f_{con} = 1,2$ (Gl.25)
Speicherladepumpe mit $P_p = 48 \text{ W}$, Hilfsenergiebedarf $W_{w,s}$

Erzeugernutzwärmeabgabe für Trinkwarmwasserbereitung $Q_{w,outg} = Q_{w,b} + Q_{w,d}$ monatlich

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

(2) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 11

$Q_{w,outg}$	kWh	2.251	2.327	2.253	2.328	2.328	2.103	2.328	27.394
$Q_{w,s}$	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
$W_{w,s}$	kWh	5	5	5	5	5	5	5	60

12.5 Solaranlage zur Trinkwassererwärmung

(2) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 11

Solaranlage (1) , Klimaregion 4

Kollektoren mit Apertur $A_C = 33,8 \text{ m}^2$, Orientierung = Süd $-45,0^\circ$, Neigung zur Horizontalen = $30,0^\circ$ Solarspeicher mit $V_{sol} = -$ und $V_{aux} = -$ LiterEnergieertrag der thermischen Solaranlage nach T8, Abs. 6.4.3 = 12.153 kWh/a
(Klimaregion 4

Potsdam (Deutschland)), davon nutzbar 12.153 kWh/a für Warmwasser (Deckungsanteil 45,4%),

Korrekturen für abweichende Kollektor- / Speichergröße nach Gl.67 mit $A_{C,soll} = 56,58 \text{ m}^2$ und $V_{soll} = 2209 + 1052$ Liter, Hilfsenergiebedarf der Solarpumpe vereinfachend $W_{w,gen} = 0.025$ $Q_{w,sol}$

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

(2) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 11

$Q_{w,sol}$	kWh	-	-	-	-	-	-	-
$W_{w,gen}$	kWh	-	-	-	-	-	-	-

12.6 Nutzwärmebedarf der Warmwassererzeugung

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

(1) "dezentrale WW-Versorgung", Zonen 12

$Q_{w,outg}$	kWh	1.998	2.066	2.001	2.068	2.068	1.868	2.067	24.327
--------------	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

(2) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 11

$Q_{w,outg}$	kWh	2.251	2.327	2.253	2.328	2.328	2.103	2.328	27.394
--------------	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

12.7 Wärmepumpen zur Trinkwassererwärmung

nicht vorgesehen

12.8 Wärmeerzeugung

(1) "dezentrale WW-Versorgung", Zonen 12

Wärmeerzeuger 20 hydraulisch gesteuerter Elektro-Durchlauferhitzer 2,0 kW (Strom-Mix)
Wirkungsgrad bei Nennwärmeleistung $\eta_{k,pn} = 99,0 \%$, Bereitschaftswärmeverlust $q_{p0,70} = 0,0000 \text{ kW}$

(2) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 11

Wärmeerzeuger 283 Brennwertkessel, verbessert ab 1999 (283) 330,8 kW (Erdgas), siehe Heizbereich 1

Wirkungsgrad bei Nennwärmeleistung $\eta_{k,Pn} = 96,5 \%$, Bereitschaftswärmeverlust $Q_{P0,70} = 0,0039 \text{ kW}$

elektrische Leistungsaufnahme im Betrieb $P_{aux,Pn} = 729 \text{ W}$, im Schlumberbetrieb $P_{aux,P0} = 15 \text{ W}$

mittlere Kesseltemperatur $45 \text{ }^{\circ}\text{C}$, Kesselaufstellung im unbeheizten Bereich ($13 \text{ }^{\circ}\text{C}$)

Nutzwärmeabgabe für Trinkwarmwasserbereitung $Q_{w,outg} = Q_{w,b} + Q_{w,d} + Q_{w,s}$

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

(1) "dezentrale WW-Versorgung", Zonen 12

$Q_{w,outg}$	kWh	1.998	2.066	2.001	2.068	2.068	1.868	2.067	24.327
--------------	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

$Q_{w,f}$	kWh	2.018	2.087	2.021	2.089	2.089	1.887	2.088	24.571
-----------	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

(2) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 11

$Q_{w,outg}$	kWh	2.251	2.327	2.253	2.328	2.328	2.103	2.328	27.394
--------------	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

$t_{w,Pn,d}$	h/d	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	
--------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	--

$Q_{w,g}$	kWh	132	32	8	4	4	4	11	1.384
-----------	-----	-----	----	---	---	---	---	----	-------

$Q_{w,f}$	kWh	2.382	2.359	2.260	2.333	2.333	2.107	2.338	28.778
-----------	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

$W_{w,gen}$	kWh	9	6	5	5	5	5	5	99
-------------	-----	---	---	---	---	---	---	---	----

mit $Q_{w,outg}$ = Nutzwärmebedarf der Erzeugung, $t_{w,Pn,d}$ = Laufzeit des Kessels im WW-Betrieb, $Q_{w,g}$

= Wärmeverlust des

Kessels im WW-Betrieb und ggf. anteilig im Stillstand, $Q_{w,f} = Q_{w,outg} + Q_{w,g}$ =

Endenergiebedarf, $W_{w,gen}$ =

Hilfsenergiebedarf

12.9 Endenergie Warmwasserbereitung

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

$Q_{w,outg}$	kWh	4.249	4.393	4.254	4.397	4.397	3.971	4.395	51.721
--------------	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

$Q_{w,f}$	kWh	4.400	4.445	4.281	4.422	4.422	3.994	4.426	53.349
-----------	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

$W_{w,f}$	kWh	17	15	14	14	14	13	14	206
-----------	-----	----	----	----	----	----	----	----	-----

solar	kWh	1.218	950	181	55	255	155	743	12.153
-------	-----	-------	-----	-----	----	-----	-----	-----	--------

Strom-Mix	kWh	2.018	2.087	2.021	2.089	2.089	1.887	2.088	24.571
-----------	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

Erdgas	kWh	2.382	2.359	2.260	2.333	2.333	2.107	2.338	28.778
--------	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

$Q_{I,w,<11>}$	kWh/d	2,0	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
----------------	-------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

$Q_{I,w,<12>}$	kWh/d	1,9	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
----------------	-------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

$Q_{w,outg} / Q_{w,f}$ = Nutz- / Endenergiebedarf für Warmwasserbereitung

$W_{w,f}$ = Hilfsenergiebedarf, $Q_{I,w}$ = ungeregelte Wärmeeinträge durch Leitungs- /

Speicherverluste

Ungeregelte Wärmeeinträge Q_I werden bei Bedarf flächengewichtet auf die Zonen aufgeteilt

13.0 Heizsysteme (DIN V 18599-5)*13.1 Maximal erforderliche Heizleistung $Q_{h,max}$* nach T2, Anhang B, Bemessungsmonat = Januar mit $\theta_{i,h,min}$ zonenbezogen und $\theta_{e,min} = -12^\circ\text{C}$

Zone	$Q_{T,max}$ kW	$Q_{V,max}$ kW	V_{mech} m ³ /h	$Q_{V,mech}$ kW	$\Phi_{h,max}$ kW
Verkehrsflächen	38,3	3,5	0	0,0	41,8
Verkehrsflächen Zu-/Abluft	6,1	1,5	0	0,0	7,6
WC/Sanitär Zu-/Abluft	6,1	1,1	6693	29,1	36,3
WC/Sanitär AbluftWC/Sanitär	1,2	2,9	0	0,0	4,1
Büro	10,5	4,5	0	0,0	15,0
Technik/Lager Abluft	1,9	0,2	0	0,0	2,1
Technik/Lager Zu-/Abluft	0,6	0,2	9	0,0	0,8
Technik/Lager	7,1	0,6	0	0,0	7,7
Serverraum	0,6	0,3	0	0,0	0,9
Lehrküche	3,0	5,8	0	0,0	8,8
Küche 1.46/1.47 Zu-/Abluft	0,8	0,2	5196	56,5	57,5
Küche/Gr.-Diff	12,5	9,7	0	0,0	22,2
Mensa Zu-/Abluft	1,7	0,4	2704	11,8	13,9
Unterricht Zu-/Abluft	39,1	34,8	0	0,0	73,9
Aufenthalt Zu-/Abluft	13,0	1,8	4683	20,4	35,2
Therapieraum/Sanität	1,1	1,3	0	0,0	2,4
Sportraum Zu-/Abluft	2,2	0,3	254	1,1	3,6
Mehrzweckraum	4,6	0,7	1447	6,3	11,6
Stadtbibliothek	5,8	2,6	0	0,0	8,4

$Q_{T,max}$ = 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

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

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

$\Phi_{h,max} = Q_{T,max} + Q_{V,max}$ = Heizleistung (T2 Gl.B.1)

13.2 Eingesetzte Heizsysteme

Anlage	Versorgungsbereich	Zone(n)	$Q_{h,b}$ kWh/Jahr	$\Phi_{h,max}$ kW	$Q_{N,h}$ kW
1	statische Zentralheizung (REF	100% *	529.632	300,8	330,8
2	statische Zentralheizung (REF	100% 17/	4.685	3,6	4,0
3	statische Zentralheizung (REF	100% 1/2/	70.387	49,4	54,4
4	statische Zentralheizung (REF	100% 1/2/	70.387	49,4	54,4
5					

* = 3/4/5/6/7/8/9/10/11/12/13/14/15/16/18/19/

<1> hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich, $n \leq 10$, 2-Rohr 55/45 °C, Heizkörper vor

Außenwand, Raumtemperaturregelung P-Regler nicht zertifiziert, intermittierender Heizbetrieb

nein, Einzelraumregelsystem ohne

<2> hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich, $n \leq 10$, 2-Rohr 55/45 °C, Heizkörper vor

Außenwand, Raumtemperaturregelung P-Regler nicht zertifiziert, intermittierender Heizbetrieb

nein, Einzelraumregelsystem ohne

<3> hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich, $n \leq 10$, 2-Rohr 55/45 °C, Heizkörper vor

Außenwand, Raumtemperaturregelung P-Regler nicht zertifiziert, intermittierender Heizbetrieb

nein, Einzelraumregelsystem ohne

<4> hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich, $n \leq 10$, 2-Rohr 55/45 °C, Heizkörper vor

Außenwand, Raumtemperaturregelung P-Regler nicht zertifiziert, intermittierender Heizbetrieb

nein, Einzelraumregelsystem ohne

RLT-Heizregister im Heizbereich $\Rightarrow Q_{h,b} = Q_{h,b} + Q_{h^*,b}$ enthält Nutzwärmebedarf für das Heizregister

Übergabe- und Verteilungsverluste für $Q_{h^*,b}$ siehe "RLT-Systeme"

Heizwärmebedarf nach Heizbereichen

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,b,<1>}$	kWh	9.463	27.893	54.063	70.407	67.505	57.114	44.711	365.002
$Q_{h^*,b,<1>}$	kWh	5.313	10.185	19.602	27.324	26.884	22.720	19.668	164.630
$Q_{h,b,<2>}$	kWh	-	184	548	768	736	595	382	3.345
$Q_{h^*,b,<2>}$	kWh	42	80	170	245	238	199	157	1.340
$Q_{h,b,<3>}$	kWh	398	3.715	11.705	16.190	15.039	12.518	7.859	70.387
$Q_{h,b,<4>}$	kWh	398	3.715	11.705	16.190	15.039	12.518	7.859	70.387

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 "statische Zentralheizung (REF '20)", Leitzone Lehrküche

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$t_{h,<10>}$	h/m	720	744	720	744	744	672	744	8.428
$t_{h,rL,d,<10>}$	h/d	15	15	17	19	19	18	17	
$d_{h,rB,<10>}$	d/m	25	27	27	28	28	25	28	304
$t_{h,rL,<10>}$	h/m	372	405	467	531	529	466	474	4.987

(2) Bereich "statische Zentralheizung (REF '20)", Leitzone Sportraum Zu-/Abluft

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$t_{h,<17>}$	h/m	231	744	720	744	744	672	744	5.802
$t_{h,rL,d,<17>}$	h/d	17	17	19	20	20	20	19	
$d_{h,rB,<17>}$	d/m	7	23	24	26	26	23	25	191
$t_{h,rL,<17>}$	h/m	113	398	460	524	522	459	467	3.557

(3) Bereich "statische Zentralheizung (REF '20)", Leitzone Verkehrsflächen

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$t_{h,<1>}$	h/m	493	744	720	744	744	672	744	5.864
$t_{h,rL,d,<1>}$	h/d	13	13	16	18	17	17	16	
$d_{h,rB,<1>}$	d/m	14	23	24	26	26	23	25	193
$t_{h,rL,<1>}$	h/m	185	308	389	462	460	400	391	2.994

(4) Bereich "statische Zentralheizung (REF '20)", Leitzone Verkehrsflächen

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$t_{h,<1>}$	h/m	493	744	720	744	744	672	744	5.864
$t_{h,rL,d,<1>}$	h/d	13	13	16	18	17	17	16	
$d_{h,rB,<1>}$	d/m	14	23	24	26	26	23	25	193
$t_{h,rL,<1>}$	h/m	185	308	389	462	460	400	391	2.994

$t_h = t_{h,Nutz} + t_{h,WE}$ = 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) statische Zentralheizung (REF '20)

hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich, $n \leq 10$, 2-Rohr 55/45 °C, Heizkörper vor

Außenwand, Raumtemperaturregelung P-Regler nicht zertifiziert, intermittierender Heizbetrieb

nein, Einzelraumregelsystem ohne

Summe der Temperaturschwankungen $\Delta\theta_{ce} = (0,5+0,3)/2+1,2+0+0,2+0 = 1,80^\circ\text{K}$ (T5 Gl.35)

$Q_{h,ce} = Q_{h,b} * \Delta\theta_{ce} / (T_{i,h} - T_e)$ (Gl.34) (12,1%)

Hilfsenergie der Wärmeübertragungsprozesse:

(2) statische Zentralheizung (REF '20)

hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich, $n \leq 10$, 2-Rohr 55/45 °C, Heizkörper vor

Außenwand, Raumtemperaturregelung P-Regler nicht zertifiziert, intermittierender Heizbetrieb

nein, Einzelraumregelsystem ohne

Summe der Temperaturschwankungen $\Delta\theta_{ce} = (0,5+0,3)/2+1,2+0+0,2+0 = 1,80^\circ\text{K}$ (T5 Gl.35)

$Q_{h,ce} = Q_{h,b} * \Delta\theta_{ce} / (T_{i,h} - T_e)$ (Gl.34) (11,9%)

Hilfsenergie der Wärmeübertragungsprozesse:

(3) statische Zentralheizung (REF '20)

hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich, $n \leq 10$, 2-Rohr 55/45 °C, Heizkörper vor

Außenwand, Raumtemperaturregelung P-Regler nicht zertifiziert, intermittierender Heizbetrieb

nein, Einzelraumregelsystem ohne

Summe der Temperaturschwankungen $\Delta\theta_{ce} = (0,5+0,3)/2+1,2+0+0,2+0 = 1,80^\circ\text{K}$ (T5 Gl.35)

$Q_{h,ce} = Q_{h,b} * \Delta\theta_{ce} / (T_{i,h} - T_e)$ (Gl.34) (14,6%)

Hilfsenergie der Wärmeübertragungsprozesse:

(4) statische Zentralheizung (REF '20)

hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich, $n \leq 10$, 2-Rohr 55/45 °C, Heizkörper vor

Außenwand, Raumtemperaturregelung P-Regler nicht zertifiziert, intermittierender Heizbetrieb

nein, Einzelraumregelsystem ohne

Summe der Temperaturschwankungen $\Delta\theta_{ce} = (0,5+0,3)/2+1,2+0+0,2+0 = 1,80^\circ\text{K}$ (T5 Gl.35)

$Q_{h,ce} = Q_{h,b} * \Delta\theta_{ce} / (T_{i,h} - T_e)$ (Gl.34) (14,6%)

Hilfsenergie der Wärmeübertragungsprozesse:

Nutzwärmebedarf, Verluste und Hilfsenergie der Wärmeübergabe

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

(1) statische Zentralheizung (REF '20)

$Q_{h,b}$	kWh	9.463	27.893	54.063	70.407	67.505	57.114	44.711	365.002
-----------	-----	-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------

$Q_{h,ce}$	kWh	2.665	4.577	6.037	6.610	6.369	5.643	5.176	44.229
------------	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

(2) statische Zentralheizung (REF '20)

$Q_{h,b}$	kWh	-	184	548	768	736	595	382	3.345
$Q_{h,ce}$	kWh	-	36	69	79	76	65	50	400

(3) statische Zentralheizung (REF '20)

$Q_{h,b}$	kWh	398	3.715	11.705	16.190	15.039	12.518	7.859	70.387
$Q_{h,ce}$	kWh	280	941	1.723	1.909	1.785	1.574	1.213	10.262

(4) statische Zentralheizung (REF '20)

$Q_{h,b}$	kWh	398	3.715	11.705	16.190	15.039	12.518	7.859	70.387
$Q_{h,ce}$	kWh	280	941	1.723	1.909	1.785	1.574	1.213	10.262

 $\Sigma Q_{h,b+ce}$ kWh 13.484 42.002 87.572 114.064 108.333 91.600 68.463 574.274
Nutz-Heizwärmebedarf $Q_{h,b}$ (nach T2), Regel- und WE-Betrieb, ohne RLT-WärmebedarfVerluste der Wärmeübergabe $Q_{h,ce} = Q_{h,b} \cdot \Delta\theta_{ce} / (T_{i,h} - T_e)$ (monatlich, Gl.34)

Summe der Temperaturschwankungen $\Delta\theta_{ce}$ (Tab.9 ff) für hydraulischen Abgleich, Übergabesystem, Raumtemperaturregelung, Übertemperatur, spezifische Wärmeverluste der Außenbauteile, Strahlungswirkung, intermittierenden Heizbetrieb und Gebäudeautomation

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) statische Zentralheizung (REF '20)

System: (DIN V 18599-5:2018) Nutzungstyp "2 Schulen, Veranstaltungshallen", Netztyp 3 Steigestrangtyp, Leitungslängen nach Abs.6.3 mit $A_{Nutz,Heizbereich} = 7009,9 \text{ m}^2$, Geschosshöhe

i.M. = 3,20 m, 3 Geschosse, $L_{char} = 80,7 \text{ m}$. manuell

Vor- / Rücklauftemperatur (Auslegung) $\theta_{VA} = 55 \text{ °C} / \theta_{RA} = 45 \text{ °C}$, $T_{i,Soll,<10>} = 21,0 \text{ °C}$ Wärmedurchgangszahlen U_i nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

Heizungspumpe: Differenzdruck des Verteilsystems = 150 kPa (aus Rohrleitung, Erzeuger, Wärmemengenzähler, Strangarmaturen)

Korrekturfaktoren $f_{hydr. Abgleich} = 1,00$, $f_{Netzform} = 1,00$, $f_{d,Pumpenmanagement} = 1,00$ Heizungspumpe Δp konstant, bedarfsgerecht, P_{Pumpe} unbekannt

(2) statische Zentralheizung (REF '20)

System: (DIN V 18599-5:2018) Nutzungstyp "4 Sporthallen, Umkleiden", Netztyp 2 Etagenverteiltertyp, Einrohrnetz, Leitungslängen nach Abs.6.3 mit $A_{Nutz,Heizbereich} = 84,6 \text{ m}^2$, Geschosshöhe

i.M. = 3,20 m, 1 Geschosse. manuell

Vor- / Rücklauftemperatur (Auslegung) $\theta_{VA} = 55 \text{ °C} / \theta_{RA} = 45 \text{ °C}$, $T_{i,Soll,<17>} = 19,0 \text{ °C}$ Wärmedurchgangszahlen U_i nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

Heizungspumpe: Differenzdruck des Verteilsystems = 57 kPa (aus Rohrleitung, Erzeuger, Wärmemengenzähler, Strangarmaturen)

Korrekturfaktoren $f_{hydr. Abgleich} = 1,00$, $f_{Netzform} = 1,00$, $f_{d,Pumpenmanagement} = 1,00$ Heizungspumpe Δp konstant, bedarfsgerecht, P_{Pumpe} unbekannt

(3) statische Zentralheizung (REF '20)

System: (DIN V 18599-5:2018) Nutzungstyp "2 Schulen, Veranstaltungshallen", Netztyp 3 Steigestrangtyp, Leitungslängen nach Abs.6.3 mit $A_{Nutz,Heizbereich} = 1676,0 \text{ m}^2$, Geschosshöhe

i.M. = 3,20 m, 1 Geschosse, $L_{char} = 80,7 \text{ m}$. manuell

Vor- / Rücklauftemperatur (Auslegung) $\theta_{VA} = 55 \text{ °C} / \theta_{RA} = 45 \text{ °C}$, $T_{i,Soll,<1>} = 17,0 \text{ °C}$ Wärmedurchgangszahlen U_i nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

Heizungspumpe: Differenzdruck des Verteilsystems = 130 kPa (aus Rohrleitung, Erzeuger, Wärmemengenzähler, Strangarmaturen)

Korrekturfaktoren $f_{\text{hydr. Abgleich}} = 1,00$, $f_{\text{Netzform}} = 1,00$, $f_{\text{d,Pumpenmanagement}} = 1,00$

Heizungspumpe Δp konstant, bedarfsgerecht, P_{Pumpe} unbekannt

(4) statische Zentralheizung (REF '20)

System: (DIN V 18599-5:2018) Nutzungstyp "2 Schulen, Veranstaltungshallen", Netztyp 3
Steigestrangtyp, Leitungslängen nach Abs.6.3 mit $A_{\text{Nutz,Heizbereich}} = 1676,0 \text{ m}^2$,
Geschosshöhe

i.M. = 3,20 m, 1 Geschosse, $L_{\text{char}} = 80,7 \text{ m}$. manuell

Vor- / Rücklauftemperatur (Auslegung) $\theta_{\text{VA}} = 55 \text{ }^\circ\text{C}$ / $\theta_{\text{RA}} = 45 \text{ }^\circ\text{C}$, $T_{\text{i,Soll,<1>}} = 17,0 \text{ }^\circ\text{C}$

Wärmedurchgangszahlen U_i nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

Heizungspumpe: Differenzdruck des Verteilsystems = 137 kPa (aus Rohrleitung, Erzeuger, Wärmemengenzähler, Strangarmaturen)

Korrekturfaktoren $f_{\text{hydr. Abgleich}} = 1,00$, $f_{\text{Netzform}} = 1,00$, $f_{\text{d,Pumpenmanagement}} = 1,00$

Heizungspumpe Δp konstant, bedarfsgerecht, P_{Pumpe} unbekannt

	Verteilung (V)	Stränge (S)	Anbindung (A)
(1) statische Zentralheizung (REF '20)			
Leitungslängen l_i	1.650,0 m	583,2 m	690,2 m
Wärmedurchgangszahlen U_i	0,200 W/(mK)	0,255 W/(mK)	0,255 W/(mK)
Umgebungstemperaturen $\theta_{\text{I,i}}$	13,0 $^\circ\text{C}$	20,0 $^\circ\text{C}$	20,0 $^\circ\text{C}$
(2) statische Zentralheizung (REF '20)			
Leitungslängen l_i	59,6 m	6,7 m	26,7 m
Wärmedurchgangszahlen U_i	0,200 W/(mK)	0,255 W/(mK)	0,255 W/(mK)
Umgebungstemperaturen $\theta_{\text{I,i}}$	13,0 $^\circ\text{C}$	20,0 $^\circ\text{C}$	20,0 $^\circ\text{C}$
(3) statische Zentralheizung (REF '20)			
Leitungslängen l_i	927,2 m	139,4 m	127,5 m
Wärmedurchgangszahlen U_i	0,200 W/(mK)	0,255 W/(mK)	0,255 W/(mK)
Umgebungstemperaturen $\theta_{\text{I,i}}$	13,0 $^\circ\text{C}$	20,0 $^\circ\text{C}$	20,0 $^\circ\text{C}$
(4) statische Zentralheizung (REF '20)			
Leitungslängen l_i	927,2 m	139,4 m	127,5 m
Wärmedurchgangszahlen U_i	0,200 W/(mK)	0,255 W/(mK)	0,255 W/(mK)
Umgebungstemperaturen $\theta_{\text{I,i}}$	13,0 $^\circ\text{C}$	20,0 $^\circ\text{C}$	20,0 $^\circ\text{C}$

Mittlere Heizkreistemperaturen $\theta_{\text{VL,av}}$ (Vorlauf) und $\theta_{\text{RL,av}}$ (Rücklauf), Verluste der Verteilung

$Q_{\text{h,d}}$, daraus resultierende, unregelmäßige Wärmeeinträge $Q_{\text{I,h,d}}$ und Hilfsenergiebedarf

$Q_{\text{h,d,aux}}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
(1) statische Zentralheizung (REF '20)									
$\beta_{\text{h,d}}$		0,06	0,15	0,28	0,34	0,33	0,31	0,22	
$\theta_{\text{VL,av}}$	$^\circ\text{C}$	24,7	28,7	33,7	36,0	35,5	34,8	31,7	
$\theta_{\text{RL,av}}$	$^\circ\text{C}$	23,6	26,4	30,0	31,6	31,2	30,8	28,6	
$Q_{\text{h,d}}$	kWh	1.873	2.943	4.689	6.012	5.851	4.979	4.238	34.308
$W_{\text{h,d}}$	kWh	411	521	645	738	723	634	606	6.108
$Q_{\text{I,h,d}}$	kWh	503	996	1.791	2.373	2.296	1.936	1.559	13.288

Leitungsverluste $Q_{\text{h,d}} = 6,0 \%$, unregelmäßige Wärmeeinträge $Q_{\text{I,h,d}} = 2,3 \%$

Aufteilung $Q_{\text{I,h,d}}$: nach Grundflächenanteilen

(2) statische Zentralheizung (REF '20)

$\beta_{h,d}$	-	0,08	0,24	0,31	0,30	0,27	0,16	
$\theta_{VL,av}$	°C	19,0	24,3	30,8	33,8	33,3	32,1	27,8
$\theta_{RL,av}$	°C	19,0	22,8	27,6	29,7	29,3	28,5	25,3

$Q_{h,d}$	kWh	7	62	125	169	164	135	102	807
$W_{h,d}$	kWh	-	9	12	14	14	12	11	78
$Q_{I,h,d}$	kWh	-1	12	36	52	50	40	26	222

Leitungsverluste $Q_{h,d} = 0,1 \%$, unregelmäßige Wärmeeinträge $Q_{I,h,d} = 0,0 \%$ Aufteilung $Q_{I,h,d}$: nach Grundflächenanteilen

(3) statische Zentralheizung (REF '20)

$\beta_{h,d}$		0,03	0,13	0,38	0,49	0,46	0,42	0,25
$\theta_{VL,av}$	°C	19,4	24,8	34,9	39,0	37,8	36,6	30,0
$\theta_{RL,av}$	°C	18,8	22,7	30,2	33,2	32,3	31,5	26,5

$Q_{h,d}$	kWh	199	690	1.743	2.490	2.357	1.945	1.324	11.235
$W_{h,d}$	kWh	51	97	145	174	167	144	122	1.017
$Q_{I,h,d}$	kWh	-11	78	333	508	472	383	219	2.021

Leitungsverluste $Q_{h,d} = 2,0 \%$, unregelmäßige Wärmeeinträge $Q_{I,h,d} = 0,4 \%$ Aufteilung $Q_{I,h,d}$: nach Grundflächenanteilen

(4) statische Zentralheizung (REF '20)

$\beta_{h,d}$		0,03	0,13	0,38	0,49	0,46	0,42	0,25
$\theta_{VL,av}$	°C	19,4	24,8	34,9	39,0	37,8	36,6	30,0
$\theta_{RL,av}$	°C	18,8	22,7	30,2	33,2	32,3	31,5	26,5

$Q_{h,d}$	kWh	199	690	1.743	2.490	2.357	1.945	1.324	11.235
$W_{h,d}$	kWh	68	130	195	234	224	194	164	1.365
$Q_{I,h,d}$	kWh	-11	78	333	508	472	383	219	2.021

Leitungsverluste $Q_{h,d} = 2,0 \%$, unregelmäßige Wärmeeinträge $Q_{I,h,d} = 0,4 \%$ Aufteilung $Q_{I,h,d}$: nach GrundflächenanteilenMittlere Vorlauf-, Rücklauf- und Heizkreistemperaturen ($\theta_{VL,av}$, $\theta_{RL,av}$, $\theta_{HK,av}$) nach T5 Abs. 5.3Belastungsgrad der Wärmeverteilung $\beta_{h,d}$ nach Gl.9 $Q_{h,d}$ = Wärmeverluste des Rohrnetzes = $\sum l_i \cdot U_i (\theta_{HK,m} - \theta_{I,i}) \cdot t_{h,rL,i} / 1000$ [kWh] (Gl.52) $Q_{I,h,d}$ = $Q_{h,d}$ = unregelmäßige Wärmeeinträge in Zonen mit innen liegenden Leitungen $W_{h,d}$ = $W_{h,d,hydr} \cdot e_{h,d,aux}$ = Hilfsenergiebedarf der Heizungspumpe (Gl.55)mit $W_{h,d,hydr}$ = hydraulischer Energiebedarf (Gl.56) und $e_{h,d,aux}$ = Pumpen-Aufwandszahl (Gl.61)

13.6 Nutzwärmebedarf der Erzeugung

(1) statische Zentralheizung (REF '20)

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,out}^*$	kWh	19.314	45.597	84.391	110.354	106.609	90.456	73.793	608.169

(2) statische Zentralheizung (REF '20)

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,out}^*$	kWh	49	363	912	1.261	1.215	993	690	5.892

(3) statische Zentralheizung (REF '20)

(c) Städtische Heizungsanlage (Kfz 20)									
Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,out}$	kWh	876	5.346	15.171	20.590	19.181	16.037	10.397	91.884

(4) statische Zentralheizung (REF '20)

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

$Q_{h,out}$	kWh	876	5.346	15.171	20.590	19.181	16.037	10.397	91.884
-------------	-----	-----	-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

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

13.7 Heizwärmepufferspeicher

nicht vorgesehen

13.8 solare Heizungsunterstützung

nicht vorgesehen

13.9 Heizungswärmepumpen

nicht vorgesehen

13.10 Konventionelle Heizwärmeerzeuger

Heizbereiche (1) (2) (3) (4)

(1) "statische Zentralheizung (REF '20)", Zonen

3/4/5/6/7/8/9/10/11/12/13/14/15/16/18/19 ($A_{NGF} = 5.333 \text{ m}^2$)

Heizung mit einem konventionellen Wärmeerzeuger

1. Brennwertkessel, verbessert ab 1999 (283), $P_n = 330,8 \text{ kW}$ (Erdgas)Umgebungstemperatur am Aufstellort $\theta_i = 13 \text{ °C}$, außerhalb der thermischen HülleTageslaufzeit zur TW-Erwärmung $t_{w,100,Jan} = 0,28 \text{ h/d}$ Kesselwirkungsgrade, Prüfstand $\eta_{k,Pn} = 0,965$ (Nennlast), $\eta_{k,Pint} = 1,055$ (Teillast)Bereitschaftswärmeverlust $q_{p0,70} = 0,0039 \text{ kW}$, monatliche Belastungsgrade β_h siehe TabelleVerlustleistungen im Januar $P_{gen,Pn} = 24,45 \text{ kW}$, $P_{gen,Pint} = 5,74 \text{ kW}$, $P_{gen,p0} = 0,68 \text{ kW}$ (Gl.183 ff)elektrische Leistungsaufnahme $P_{aux,Pn} = 0,729 \text{ kW}$, $P_{aux,Pint} = 0,243 \text{ kW}$, $P_{aux,p0} = 0,015 \text{ kW}$ (2) "statische Zentralheizung (REF '20)", Zonen 17 ($A_{NGF} = 85 \text{ m}^2$)

Heizung mit einem konventionellen Wärmeerzeuger

1. Brennwertkessel, verbessert ab 1999 (283), $P_n = 4,0 \text{ kW}$ (Erdgas)Umgebungstemperatur am Aufstellort $\theta_i = 13 \text{ °C}$, außerhalb der thermischen HülleTageslaufzeit zur TW-Erwärmung $t_{w,100,Jan} = 0,00 \text{ h/d}$ Kesselwirkungsgrade, Prüfstand $\eta_{k,Pn} = 0,946$ (Nennlast), $\eta_{k,Pint} = 1,036$ (Teillast)Bereitschaftswärmeverlust $q_{p0,70} = 0,0230 \text{ kW}$, monatliche Belastungsgrade β_h siehe TabelleVerlustleistungen im Januar $P_{gen,Pn} = 0,37 \text{ kW}$, $P_{gen,Pint} = 0,09 \text{ kW}$, $P_{gen,p0} = 0,05 \text{ kW}$ (Gl.183 ff)elektrische Leistungsaufnahme $P_{aux,Pn} = 0,088 \text{ kW}$, $P_{aux,Pint} = 0,029 \text{ kW}$, $P_{aux,p0} = 0,015 \text{ kW}$ (3) "statische Zentralheizung (REF '20)", Zonen 1/2 ($A_{NGF} = 1.676 \text{ m}^2$)

Heizung mit einem konventionellen Wärmeerzeuger

1. Brennwertkessel, verbessert ab 1999 (283), $P_n = 54,4 \text{ kW}$ (Erdgas)Umgebungstemperatur am Aufstellort $\theta_i = 13 \text{ °C}$, außerhalb der thermischen HülleTageslaufzeit zur TW-Erwärmung $t_{w,100,Jan} = 0,00 \text{ h/d}$ Kesselwirkungsgrade, Prüfstand $\eta_{k,Pn} = 0,957$ (Nennlast), $\eta_{k,Pint} = 1,047$ (Teillast)Bereitschaftswärmeverlust $q_{p0,70} = 0,0081 \text{ kW}$, monatliche Belastungsgrade β_h siehe

Horn + Horn Ingenieure Part. mbB Bauphysikalische BerechnungDoberaner Straße 155
18057 Rostock

LP5 in Abstimmung

24170 - Neubau esE Schulen Lankow
03.08.2026

Tabelle

Verlustleistungen im Januar $P_{\text{gen,Pn}} = 4,62 \text{ kW}$, $P_{\text{gen,Pint}} = 1,11 \text{ kW}$, $P_{\text{gen,P0}} = 0,24 \text{ kW}$
(Gl.183 ff)elektrische Leistungsaufnahme $P_{\text{aux,Pn}} = 0,306 \text{ kW}$, $P_{\text{aux,Pint}} = 0,102 \text{ kW}$, $P_{\text{aux,P0}} = 0,015 \text{ kW}$ (4) "statische Zentralheizung (REF '20)", Zonen 1/2 ($A_{\text{NGF}} = 1.676 \text{ m}^2$)

Heizung mit einem konventionellen Wärmeerzeuger

1. Brennwertkessel, verbessert ab 1999 (283), $P_n = 54,4 \text{ kW}$ (Erdgas)Umgebungstemperatur am Aufstellort $\theta_i = 13 \text{ °C}$, außerhalb der thermischen HülleTageslaufzeit zur TW-Erwärmung $t_{w,100,\text{Jan}} = 0,00 \text{ h/d}$ Kesselwirkungsgrade, Prüfstand $\eta_{k,Pn} = 0,957$ (Nennlast), $\eta_{k,Pint} = 1,047$ (Teillast)Bereitschaftswärmeverlust $q_{P0,70} = 0,0081 \text{ kW}$, monatliche Belastungsgrade β_h siehe TabelleVerlustleistungen im Januar $P_{\text{gen,Pn}} = 4,62 \text{ kW}$, $P_{\text{gen,Pint}} = 1,11 \text{ kW}$, $P_{\text{gen,P0}} = 0,24 \text{ kW}$
(Gl.183 ff)elektrische Leistungsaufnahme $P_{\text{aux,Pn}} = 0,306 \text{ kW}$, $P_{\text{aux,Pint}} = 0,102 \text{ kW}$, $P_{\text{aux,P0}} = 0,015 \text{ kW}$ $P_{d,in} = Q_{h,outg} / \text{Betriebszeit} = \text{durchschnittliche Wärmeabgabeleistung [kW]}$, Gl.181 ($d_{h,rB} > 1$) $\beta_h = P_{d,in} / P_n = \text{Belastungsgrade der Heizkessel, monatlich}$, Gl.154 $Q_{h,gen} = \sum Q_{h,gen,ls,day,i} * d_{h,rB} = \text{Gesamtverlust der Heizwärmeerzeugung [kWh/m]}$, Gl.178 $Q_{h,f} = Q_{h,outg} + Q_{h,gen} = \text{Endenergiebedarf der Wärmeerzeugung}$ $W_{h,gen} = \text{Hilfsenergiebedarf nach Gl.192}$ $Q_{I,h,gen} = \text{ungeregelte Wärmeeinträge durch Wärmeerzeuger in der thermischen Hülle}$,
Gl.191

(1) statische Zentralheizung (REF '20)

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

$Q_{h,outg}$	kWh	19.314	45.597	84.391	110.354	106.609	90.456	73.793	608.169
--------------	-----	--------	--------	--------	---------	---------	--------	--------	---------

$\beta_{h,1}$		0,16	0,35	0,55	0,64	0,62	0,60	0,48	
---------------	--	------	------	------	------	------	------	------	--

$Q_{h,gen,1}$	kWh	193	1.607	6.525	9.672	8.813	7.186	3.960	38.903
---------------	-----	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

$Q_{h,f}$	kWh	20.040	47.657	89.714	118.175	114.021	96.548	78.045	644.828
-----------	-----	--------	--------	--------	---------	---------	--------	--------	---------

$W_{h,gen}$	kWh	55	115	197	253	245	209	175	1.480
-------------	-----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-------

(2) statische Zentralheizung (REF '20)

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

$Q_{h,outg}$	kWh	49	363	912	1.261	1.215	993	690	5.892
--------------	-----	----	-----	-----	-------	-------	-----	-----	-------

$\beta_{h,1}$		0,11	0,23	0,50	0,60	0,58	0,54	0,37	
---------------	--	------	------	------	------	------	------	------	--

$Q_{h,gen,1}$	kWh	6	30	110	158	145	118	66	651
---------------	-----	---	----	-----	-----	-----	-----	----	-----

$Q_{h,f}$	kWh	53	386	984	1.373	1.321	1.077	737	6.362
-----------	-----	----	-----	-----	-------	-------	-------	-----	-------

$W_{h,gen}$	kWh	11	15	25	32	31	26	20	220
-------------	-----	----	----	----	----	----	----	----	-----

(3) statische Zentralheizung (REF '20)

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

$Q_{h,outg}$	kWh	876	5.346	15.171	20.590	19.181	16.037	10.397	91.884
--------------	-----	-----	-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

$\beta_{h,1}$		0,06	0,32	0,72	0,82	0,77	0,74	0,49	
---------------	--	------	------	------	------	------	------	------	--

$Q_{h,gen,1}$	kWh	33	256	1.157	1.766	1.589	1.286	656	6.895
---------------	-----	----	-----	-------	-------	-------	-------	-----	-------

$Q_{h,f}$	kWh	910	5.603	16.328	22.356	20.770	17.323	11.053	98.779
-----------	-----	-----	-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

$W_{h,gen}$	kWh	14	40	92	121	114	96	67	616
-------------	-----	----	----	----	-----	-----	----	----	-----

(4) statische Zentralheizung (REF '20)

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

$Q_{h,outg}$	kWh	876	5.346	15.171	20.590	19.181	16.037	10.397	91.884
--------------	-----	-----	-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

$\beta_{h,1}$		0,06	0,32	0,72	0,82	0,77	0,74	0,49	
---------------	--	------	------	------	------	------	------	------	--

Horn + Horn Ingenieure Part. mbB Bauphysikalische BerechnungDoberaner Straße 155
18057 Rostock

LP5 in Abstimmung

24170 - Neubau esE Schulen Lankow
03.08.2026

$Q_{h,gen,1}$	kWh	33	256	1.157	1.766	1.589	1.286	656	6.895
$Q_{h,f}$	kWh	910	5.603	16.328	22.356	20.770	17.323	11.053	98.779
$W_{h,gen}$	kWh	14	40	92	121	114	96	67	616

13.11 Endenergie Heizwärme

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,f}$	kWh	21.912	59.249	123.354	164.260	156.883	132.271	100.887	848.748
W_h	kWh	624	967	1.402	1.688	1.631	1.411	1.233	11.503
Erdgas	kWh	21.912	59.249	123.354	164.260	156.883	132.271	100.887	848.748
$Q_{I,h,<1>}$	kWh/d	-	2,9	12,7	18,8	17,5	15,7	8,1	
$Q_{I,h,<2>}$	kWh/d	-	2,1	9,4	14,0	13,0	11,6	6,0	
$Q_{I,h,<3>}$	kWh/d	1,4	2,7	5,0	6,4	6,2	5,8	4,2	
$Q_{I,h,<4>}$	kWh/d	0,2	0,4	0,7	0,9	0,9	0,8	0,6	
$Q_{I,h,<5>}$	kWh/d	1,2	2,3	4,4	5,6	5,4	5,0	3,7	
$Q_{I,h,<6>}$	kWh/d	0,2	0,4	0,8	1,1	1,0	1,0	0,7	
$Q_{I,h,<7>}$	kWh/d	0,2	0,4	0,7	0,8	0,8	0,8	0,6	
$Q_{I,h,<8>}$	kWh/d	0,8	1,5	2,7	3,5	3,4	3,2	2,3	
$Q_{I,h,<9>}$	kWh/d	0,1	0,3	0,5	0,6	0,6	0,6	0,4	
$Q_{I,h,<10>}$	kWh/d	0,4	0,8	1,4	1,8	1,8	1,7	1,2	
$Q_{I,h,<11>}$	kWh/d	0,2	0,4	0,7	0,8	0,8	0,8	0,6	
$Q_{I,h,<12>}$	kWh/d	1,6	3,0	5,6	7,2	7,0	6,5	4,7	
$Q_{I,h,<13>}$	kWh/d	0,5	0,9	1,7	2,1	2,1	1,9	1,4	
$Q_{I,h,<14>}$	kWh/d	6,0	11,5	21,4	27,4	26,5	24,7	18,0	
$Q_{I,h,<15>}$	kWh/d	2,1	4,0	7,5	9,6	9,3	8,7	6,3	
$Q_{I,h,<16>}$	kWh/d	0,2	0,3	0,5	0,7	0,7	0,6	0,5	
$Q_{I,h,<17>}$	kWh/d	-	0,4	1,2	1,7	1,6	1,4	0,8	
$Q_{I,h,<18>}$	kWh/d	0,7	1,3	2,3	3,0	2,9	2,7	2,0	
$Q_{I,h,<19>}$	kWh/d	1,1	2,0	3,8	4,8	4,7	4,4	3,2	

 $Q_{h,f}$ = 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) $Q_{I,h}$ = unregelmäßige 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

Unregelmäßige 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

Strom aus erneuerbaren Energiequellen steht nicht zur Verfügung

14.2 Energiebedarf nach Energieträgern

Energieträger	Prozessbereich	Zonen	Endenergie kWh/a	f_P	$f_{HS/Hi}$	Q_P kWh/a
solar	Warmwasser		12.153	0,00	1,00	-
Strom-Mix	Warmwasser	12/	24.571	1,80	1,00	44.227
Erdgas	Warmwasser	11/	28.778	1,10	1,11	28.519
Erdgas	Heizwärme	*	848.748	1,10	1,11	841.102
Strom-Mix	Beleuchtung	**	74.333	1,80	1,00	133.800

Strom-Mix	Hilfsenergie	62.774	1,80	1,00	112.994
-----------	--------------	--------	------	------	---------

Σ [kWh/Jahr]	1.051.358			1.160.642
---------------------	-----------	--	--	-----------

* = 1/2/3/4/5/6/7/8/9/10/11/12/13/14/15/16/17/18/19/

** = 1/2/3/4/5/6/7/8/9/10/11/12/13/14/15/16/17/18/19/

 $Q_P = \Sigma Q_{f,i} \cdot f_{p,i} / f_{Hs/Hi,i}$ (DIN V 18599-1, Gl.22)Jahres-Primärenergiebedarf $q_P = 1.160.642 / 7.094 = 163,6$ kWh/(m²a) ($\Sigma A_{NGF} = 7.094$ m²)

Endenergie brennwertbezogen = 1.051.358 kWh/a = Jahressummen aus den Prozessbereichen

Endenergie heizwertbezogen = 12153,3+24570,7+25926,1+764638,0+74333,3+62774,5 = 964396 kWh/a

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

Endenergiebedarf: Hilfsenergie 8,8 kWh/(m²a), solar 1,7 kWh/(m²a), Strom-Mix 13,9 kWh/(m²a),

Erdgas 123,7 kWh/(m²a)

Treibhausgasemissionen (CO2)

Energieträger	Endenergie kWh/a	Emissionsfaktor g CO2/kWh	Emissionen kg/a	kg/(m²a)
solar	12.153		-	
Strom-Mix	24.571	560	13.760	
Erdgas	25.926	240	6.222	
Erdgas	764.638	240	183.513	
Strom-Mix	74.333	560	41.627	
Strom-Mix	62.774	560	35.154	
	964.395		280.275	39,5

Emissionsfaktoren nach GEG 2020, Anlage 9, Endenergiebedarf heizwertbezogen
Gutschrift für PV-Strom aus Verrechnung nach DIN V 18599-9:2018**14.3 Endenergiebedarf nach Zonen**

siehe Abschnitt		RLT 9	Beleucht. 10	Klima 11	Warmwasser 12	Heizung 13	Summe
Zone	m²	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a
Verkehrsflächen	962	-	2.005	-	-	157.075	159.080
Verkehrsflächen Z	714	-	2.498	-	-	40.480	42.978
WC/Sanitär Zu-/Ab	447	-	6.099	-	-	40.303	46.401
WC/Sanitär Abluft	63	-	916	-	-	23.794	24.710
Büro	391	-	6.492	-	-	48.174	54.666
Technik/Lager Abl	75	-	90	-	-	7.222	7.312
Technik/Lager Zu-	61	-	83	-	-	2.579	2.662
Technik/Lager	246	-	270	-	-	21.923	22.193
Serverraum	44	-	1.731	-	-	-	1.731
Lehrküche	127	-	2.917	-	-	44.887	47.804
Küche 1.46/1.47 Z	58	-	4.720	-	28.778	7.416	40.914
Küche/Gr.-Diff	500	-	5.482	-	24.572	84.734	114.788
Mensa Zu-/Abluft	150	-	1.332	-	-	5.739	7.071
Unterricht Zu-/Ab	1.912	-	11.867	-	-	261.091	272.958
Aufenthalt Zu-/Ab	670	-	7.939	-	-	45.139	53.079
Therapieraum/Sani	50	-	2.189	-	-	10.253	12.442
Sportraum Zu-/Abl	85	-	1.437	-	-	6.362	7.799
Mehrzweckraum	207	-	2.826	-	-	16.445	19.272
Stadtbibliothek	335	-	13.445	-	-	25.019	38.464
Gebäude	7.094	-	74.334	-	53.349	848.624	976.308

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/m ² a	Beleucht. kWh/m ² a	Klima kWh/m ² a	Warmwasser kWh/m ² a	Heizung kWh/m ² a	Summe kWh/m ² a
Nutzenergiebedarf	7,2	10,5	0,0	6,6	95,2	119,4
Endenergiebedarf	7,2	10,5	0,0	9,3	121,3	148,2
Primärenergiebedarf	13,0	18,9	0,0	10,3	121,5	163,6

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

15.0 Primärenergie-Referenzwert

vorh $q_p = 163,6 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

G. Aufgestellt

Ansprechpartner im Hause Horn + Horn

Herr B. Krüger, B. Pro. (0531/121845-37, b.krueger@hornundhorn.de)

Braunschweig, den 02.08.2026

H O R N + H O R N

Beratende Ingenieure VBI
Ingenieure Partnerschaft mbB
Sitz der Gesellschaft: Neumünster
Amtsgericht Kiel PR 788 KI
Telefon: 04321 / 90 07-0
Mail: info@hornundhorn.de

Geschäftsführung

Qualitätskontrolle

Projektbearbeitung